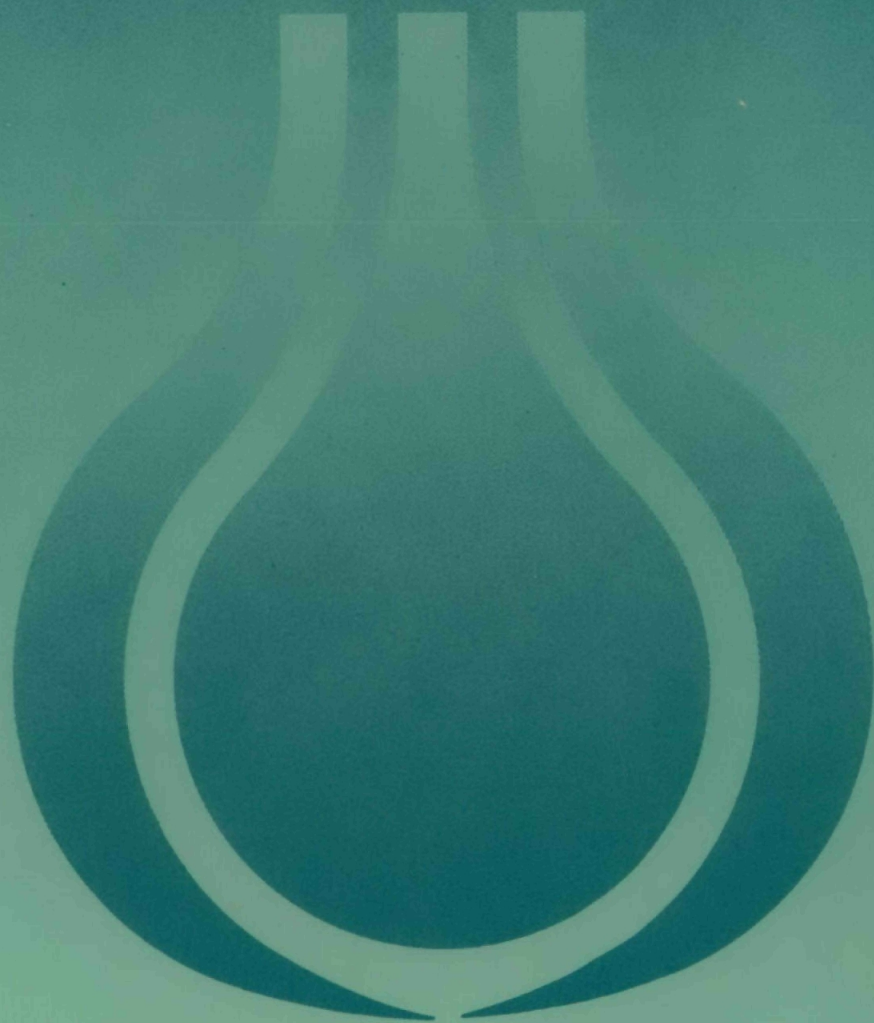


# AGUA Y SALUD HUMANA

F. Eugene McJunkin



LIMUSA



**ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD**  
Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la  
**ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD**



**AGUA  
Y  
SALUD HUMANA**

# AGUA Y SALUD HUMANA

F. Eugene McJunkin



NORIEGA EDITORES



**ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD**  
Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la  
**ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD**



**EDITORIAL**

MÉXICO



ESPAÑA  
COLOMBIA



VENEZUELA  
PUERTO RICO



**LIMUSA**

ARGENTINA



*Serie PALTEx para ejecutores de programas  
de salud No. 12*

Preparado por el  
Proyecto Nacional de Demostración en Agua  
para la  
Agencia para el Desarrollo Internacional, de los Estados Unidos,  
bajo  
Contrato Número AID/DSAN-C-0063  
Proyecto para la Síntesis del Conocimiento  
Actividad en Información sobre Salud Ambiental  
Julio 1982  
Segunda Impresión Marzo 1983  
Incluye Anexo B

Traducción al español de Edward Cruz Quevedo  
para el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y  
Ciencias del Ambiente (CEPIS), OPS/OMS  
Lima, Perú, Agosto de 1985

*La presentación y disposición en conjunto de  
AGUA Y SALUD HUMANA  
son propiedad del editor. Ninguna parte de esta obra  
puede ser reproducida o transmitida, mediante ningún sistema  
o método, electrónico o mecánico (incluyendo el fotocopiado,  
la grabación o cualquier sistema de recuperación y almacenamiento  
de información), sin consentimiento por escrito del editor.*

Derechos reservados:

© 1988, EDITORIAL LIMUSA, S. A. de C. V.  
Balderas 95, Primer piso, 06040, México, D. F.

Miembro de la Cámara Nacional de la  
Industria Editorial. Registro Núm. 121

**Primera edición: 1986**  
Primera reimpresión: 1986  
**Segunda reimpresión: 1988**

*Impreso en México*  
(7110)

**ISBN 968 -- 18 -- 2265 -- X**

*Los puntos de vista expresados en el presente documento son de responsabilidad del Proyecto Nacional de Demostración en Aguas y no representan de ninguna manera la política de la Agencia para el Desarrollo Internacional de los EE.UU. Puede obtenerse información sobre este y otros materiales de "Water for the World" dirigiéndose a: Development Information Center, Agency for the International Development, Washington, D. C., 20523, U. S. A.*

Julio, 1982

# Introducción

El programa de trabajo determinado por los Gobiernos Miembros que constituyen la Organización Panamericana de la Salud (OPS), dentro de sus actividades de desarrollo de la infraestructura y personal de salud, comprende la elaboración de nuevos tipos de materiales educativos aplicables fundamentalmente a la formación de personal técnico, auxiliar y de la comunidad.

En cumplimiento de lo señalado por los Gobiernos, se presenta a la consideración de los interesados, dentro del marco general del Programa Ampliado de Libros de Texto y Materiales de Instrucción, la *Serie PALTEX para Ejecutores de Programas de Salud* de la cual forma parte este manual.

El Programa Ampliado (PALTEX), en general, tiene por objeto ofrecer el mejor material de instrucción posible destinado al aprendizaje de las ciencias de la salud, que resulte a la vez accesible, técnica y económicamente, a todos los niveles y categorías de personal en cualquiera de sus diferentes etapas de capacitación. De esta manera, dicho material está destinado a los estudiantes y profesores universitarios, a los técnicos y a los auxiliares de salud, así como al personal de la propia comunidad. Está orientado, tanto a las etapas de pregrado como de posgrado, a la educación continua y al adiestramiento en servicio, y puede servir a todo el personal de salud involucrado en la ejecución de la estrategia de la atención primaria, como elemento de consulta permanente durante el ejercicio de sus funciones.

El Programa Ampliado cuenta con el financiamiento de un préstamo de \$5.000.000 otorgado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) a la Fundación Panamericana de la Salud y Educación (PAHEF). La OPS ha aportado un fondo adicional de \$1.500.000 para contribuir a sufragar el costo del material producido. Se ha encomendado la coordinación técnica del Programa a la oficina coordinadora del Programa de Personal de Salud que tiene a su cargo un amplio programa de cooperación técnica destinado a analizar la necesidad y adecuación de los materiales de instrucción relacionados con el desarrollo de los recursos humanos en materia de salud.

El contenido del material para la instrucción del personal que diseña y ejecuta los programas de salud, se prepara con base en un análisis de sus respectivas funciones y responsabilidades.

La *Serie PALTEX para Ejecutores de Programas de Salud* se refiere específicamente a manuales y módulos de instrucción para el personal de los ministerios y servicios de salud, siendo una selección de materiales que proporciona elementos para la formulación y desarrollo de programas de atención primaria.

---

## Prefacio

Este volumen, agua y salud humana, busca brindar una visión general acerca de la relación entre el agua y la salud humana. El enfoque principal está dirigido a la influencia que ejerce sobre la salud de las poblaciones del tercer mundo la provisión de abastecimientos de agua potable seguros, adecuados, accesibles y confiables. También se estudian las enfermedades asociadas al contacto ocupacional o recreativo con aguas y con vectores animados de enfermedades que viven o se reproducen en hábitats acuáticos. En general, se pone énfasis en los agentes microbiológicos de las enfermedades. Las aquí presentadas son las enfermedades relacionadas con el agua de mayor prioridad en los países en vías de desarrollo. Recientemente, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, la Academia Nacional de Ciencias y la Organización Mundial de la Salud han examinado detenidamente las relaciones que existen entre diferentes enfermedades y elementos químicos orgánicos e inorgánicos, naturales y artificiales, radionúclidos, características físicas del agua (por ejemplo, la dureza) y otros aspectos. El abastecimiento de agua y la disposición de excretas humanas y aguas residuales están estrechamente vinculados no sólo técnicamente sino también epidemiológicamente. Recientes publicaciones del Banco Mundial tratan sobre los aspectos directamente relacionados con la salud en la disposición de excretas humanas.

La sección 1 de este volumen proporciona los antecedentes y una visión general. Las secciones 2, 3, 4 y 5 cubren aspectos relacionados con el agua y la salud en enfermedades específicas. Las secciones 6, 7 y 8 plantean consideraciones respecto a la salud a tenerse en cuenta en la producción de agua potable. La sección 9 revisa los modelos epidemiológicos publicados, al igual que otros modelos referidos al impacto del abastecimiento de agua sobre la salud, principalmente en los países en vías de desarrollo. La sección 9 puede ser de especial interés para quienes participan de alguna manera en la implementación de programas relacionados con el Decenio Internacional para el abastecimiento de agua potable y el saneamiento.

El manuscrito fue elaborado por la Corporación de Servicios Ambientales de Chapel Hill, Carolina del Norte, bajo contrato con el Proyecto Nacional de Demostración en Agua. El autor principal del libro es F. Eugene McJunkin, exvicepresidente de la Corporación de Servicios Ambientales, en la actualidad Jefe de la División de Abastecimiento Público de Agua Potable y Saneamiento, Oficina de Salud, del Departamento para Ciencia y Tecnología de la Agencia Internacional para el Desarrollo. James C. Lamb, III, elaboró las secciones 6, 7 y 8. Frances Clements de la Universidad George Mason editó el manuscrito para su publicación bajo la dirección de Mary E. Morgan del Instituto de Aguas Rurales.

El Proyecto Nacional de Demostración en Agua es el único responsable de la exactitud y de los puntos de vista expresados en *Agua y Salud Humana*. Este libro de ninguna manera representa la política formal o informal de la Agencia Internacional para el Desarrollo. Para mayor información respecto a *Agua y Salud Humana* puede dirigirse a: Development Information Center, Agency for International Development, Washington, D.C., 20523, USA.

---

## **Agradecimientos**

Gran número de personas han colaborado en la elaboración del presente libro. El autor se siente particularmente en deuda con James C. Lamb, III, de la Universidad de Carolina del Norte, por la elaboración de las secciones 6, 7, 8 y sus otras numerosas contribuciones; con Emil T. Chanlett, de la Universidad de Carolina del Norte, y con Kazuyoshi Kawata, de la Universidad de Johns Hopkins, por su ayuda en la revisión de los estudios epidemiológicos; con JoAnn McJunkin, quien mecanografió varias veces los manuscritos, las bibliografías y los apuntes; con Kay Yarger, Kevin McJunkin, la Biblioteca de Ciencias de la Salud, la Universidad de Carolina del Norte y la Biblioteca Nacional de Medicina por los servicios bibliográficos prestados; con Gerald F. Winfield por su revisión; con Earle G. Lawrence y John H. Austin, co-directores del proyecto para la Agencia Internacional para el Desarrollo; con Mary E. Morgan, del Instituto para Aguas Rurales, y Edwin L. Cobb, del Proyecto Nacional de Demostración en Agua, que tuvieron a su cargo el proyecto del cual este libro constituye una parte.

Fueron fundamentales para la realización de esta tarea el aliento y entusiasmo de Daniel A. Okun, de la Universidad de Carolina del Norte; Víctor W.R. Wehman Jr., Alfred A. Buck, George T. Curlin y Clifford A. Pease, de la Agencia Internacional para el Desarrollo; Raymond B. Isely, del Proyecto Agua y Saneamiento para la Salud (WASH); Branko Cvjetanovic, ex funcionario de la Organización Mundial de la Salud; Fred Reiff, de la Organización Panamericana de la Salud; James M. Hughes, de los Centros para el Control de Enfermedades y, más importante y permanentemente, de JoAnn L. McJunkin.

F. Eugene McJunkin  
Washington D.C.



---

# Contenido

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Sección 1. Agua y salud humana: Una visión general</b>   | <b>21</b> |
| Introducción  | 21        |
| Desarrollo histórico de nuestra comprensión respecto al abastecimiento de agua y las enfermedades | 24        |
| Medidas   | 27        |
| Transmisión de enfermedades relacionadas con el agua  | 27        |
| El agua como una necesidad humana básica  | 29        |
| El agua potable y la salud materno-infantil   | 30        |
| Abastecimiento de agua y nutrición  | 31        |
| Agua, saneamiento y atención primaria de la salud   | 31        |
| Bibliografía sobre agua y salud humana  | 32        |
| <b>Sección 2. Enfermedades transmitidas a través del agua</b>                                     | <b>35</b> |
| Introducción  | 35        |
| Amebiasis   | 36        |
| Bibliografía sobre amebiasis  | 39        |
| Disentería bacilar (Shigelosis)   | 40        |
| Bibliografía sobre disentería bacilar (Shigelosis)  | 41        |
| Enteritis campilobacteriana   | 42        |
| Bibliografía sobre enteritis campilobacteriana  | 43        |
| Cólera  | 43        |
| Bibliografía sobre la relación entre el abastecimiento de agua y el cólera                        | 43        |
| Enfermedades diarreicas   | 45        |
| Bibliografía sobre enfermedades diarreicas  | 47        |
| Diarrea por Escherichia Coli  | 48        |
| Bibliografía sobre Diarrea por Escherichia Coli   | 48        |
| Diarrea de los viajeros   | 49        |
| Bibliografía sobre diarrea de los viajeros  | 49        |
| Virus   | 49        |
| Enfermedades Virales del tipo Norwalk   | 50        |
| Rotavirus   | 51        |
| Bibliografía sobre Virus Entéricos  | 51        |

|   |           |
|---|-----------|
| Bibliografía sobre Rotavirus y Virus Norwalk                                      | 52        |
| Bibliografía sobre Virus (Incluyendo Polio)                                       | 52        |
| Giardiasis  | 52        |
| Bibliografía sobre Giardiasis   | 53        |
| Otros Vibriones aparte del Cólera   | 53        |
| Bibliografía sobre otros vibriones aparte del cólera                              | 54        |
| Fiebre tifoidea   | 54        |
| Fiebre paratifoidea   | 57        |
| Bibliografía sobre tifoidea y paratifoidea  | 57        |
| Salmonelosis  | 59        |
| Bibliografía sobre salmonella   | 59        |
| Filariasis  | 60        |
| Bibliografía sobre filariasis (dracunculiasis)                                    | 61        |
| Leptospirosis   | 62        |
| Bibliografía sobre leptospirosis  | 63        |
| Tularemia   | 63        |
| Bibliografía sobre tularemia  | 64        |
| Enfermedades cardiovasculares y dureza del agua potable                           | 64        |
| Bibliografía sobre enfermedades cardiovasculares y dureza del Agua                | 64        |
| Cancerígenos en el agua potable   | 65        |
| Bibliografía sobre cancerígenos en el agua potable                                | 65        |
| <b>Sección 3. Enfermedades relacionadas con la higiene y el agua</b>              | <b>67</b> |
| Introducción  | 67        |
| Bibliografía sobre enfermedades relacionadas con la higiene y el agua             | 67        |
| Enfermedades entéricas  | 67        |
| Enfermedades de la piel   | 69        |
| Bibliografía sobre enfermedades de la piel/higiene (incluyendo sarna)             | 69        |
| Enfermedades transmitidas por piojos  | 70        |
| Bibliografía sobre enfermedades transmitidas por piojos                           | 74        |
| Treponematosis no venéreas: frambesia, pinta y sífilis endémica                   | 75        |
| Bibliografía sobre frambesia y sífilis endémica                                   | 77        |
| Tracoma   | 77        |
| Bibliografía sobre tracoma y conjuntivitis  | 79        |
| <b>Sección 4. Enfermedades producidas por contacto con el agua</b>                | <b>83</b> |
| Introducción  | 83        |
| Esquistosomiasis  | 83        |
| La esquistosomiasis, el hombre y el agua  | 89        |
| Efectividad de los procesos de tratamiento de agua en la eliminación de cercarias | 93        |
| Bibliografía sobre esquistosomiasis   | 94        |
| Enfermedades asociadas con la natación  | 96        |
| Bibliografía sobre enfermedades asociadas con la natación                         | 96        |
| <b>Sección 5. Enfermedades transmitidas por vectores de hábitat acuático</b>      | <b>99</b> |
| Introducción  | 99        |
| Enfermedades por vector caracol   | 99        |

|   |            |
|---|------------|
| <i>Contenido</i>  | 15         |
| Bibliografía sobre enfermedades por vector caracol, aparte de la esquistosomiasis   | 101        |
| Enfermedades por vectores mosquito  | 102        |
| Bibliografía sobre arbovirus  | 107        |
| Bibliografía sobre filariasis   | 108        |
| Bibliografía sobre malaria  | 110        |
| Vectores mosca relacionados con el agua   | 111        |
| Bibliografía sobre vectores mosca relacionados con el agua  | 112        |
| <br>  |            |
| <b>Sección 6. Métodos para evaluar la calidad del agua potable respecto al riesgo de transmisión de enfermedades microbiológicas</b>  | <b>113</b> |
| Introducción  | 113        |
| Enumeración de patógenos  | 114        |
| El concepto de utilización de organismos indicadores  | 115        |
| El grupo de bacterias coliformes  | 116        |
| Coliformes fecales  | 118        |
| Otros organismos indicadores  | 119        |
| Recuento en placa de bacterias  | 119        |
| Medición del cloro residual   | 120        |
| Bibliografía sobre métodos para evaluar la calidad del agua potable respecto al riesgo de transmisión de enfermedades microbiológicas | 121        |
| <br>  |            |
| <b>Sección 7. Efectividad del tratamiento del agua en la salud pública</b>  | <b>123</b> |
| El rol del tratamiento del agua en la salud pública   | 123        |
| Diferentes metas del tratamiento del agua   | 124        |
| Evaluación de la calidad del agua   | 125        |
| Mecanismos para reducir los riesgos para la salud mediante el tratamiento   | 127        |
| Protección contra bacterias patógenas   | 128        |
| Protección contra virus patógenos   | 131        |
| Reducción en el contenido de sustancias químicas inorgánicas  | 133        |
| Reducción en el contenido de sustancias químicas orgánicas  | 134        |
| Tratamiento para intensificar los efectos benéficos   | 138        |
| Bibliografía sobre efectividad del tratamiento de agua en la salud pública  | 138        |
| <br>  |            |
| <b>Sección 8. Efectividad en la salud pública del tratamiento y la disposición de excretas y aguas residuales</b>                     | <b>141</b> |
| Impactos potenciales sobre la salud   | 141        |
| Mecanismos básicos para reducir los riesgos para la salud   | 141        |
| Sistemas que minimizan las descargas a aguas superficiales  | 147        |
| Tratamiento convencional al fin de la cadena  | 152        |
| Desinfección  | 157        |
| Bibliografía sobre efectividad en la salud pública del tratamiento y la disposición de excretas y aguas residuales                    | 159        |

|   |            |
|---|------------|
| <b>Sección 9. Impactos de los abastecimientos comunitarios de agua sobre la salud</b> | <b>161</b> |
| Introducción  | 161        |
| Estudios de campo sobre los impactos del abastecimiento de agua en las enfermedades   | 161        |
| Impacto en la salud de diferentes niveles de abastecimiento de agua                   | 168        |
| Impactos en la nutrición  | 168        |
| Impactos en las enfermedades no diarreicas  | 170        |
| Modelos históricos, estadísticos y econométricos                                      | 170        |
| Resumen de todos los estudios   | 171        |
| Bibliografía sobre impactos de los abastecimientos comunitarios de agua en la salud   | 174        |
| <b>Sección 10. Epílogo</b>  | <b>189</b> |
| <b>Anexo A. Glosario</b>  | <b>191</b> |
| <b>Anexo B. Análisis sumario de estudios de campo seleccionados</b>                   | <b>195</b> |

## Lista de cuadros

|                    |   |     |
|--------------------|---|-----|
| <b>Cuadro 1-1.</b> | Población estimada con acceso razonable a agua confiable en 71 países en vías de desarrollo en 1975   | 21  |
| <b>Cuadro 1-2.</b> | Porcentaje estimado de enfermedades prevenibles relacionadas con el agua en Africa Oriental, 1966   | 23  |
| <b>Cuadro 1-3.</b> | Promedio diario de agua ingerida por hombres adultos  | 29  |
| <b>Cuadro 1-4.</b> | Demanda calórica que requieren las mujeres del Africa Oriental para realizar diversas tareas domésticas (en kilocalorías y como porcentaje del consumo diario de calorías)  | 30  |
| <b>Cuadro 2-1.</b> | Enfermedades transmitidas por el agua   | 37  |
| <b>Cuadro 2-2.</b> | Tasas de prevalencia de Shigella de acuerdo a los niveles de abastecimiento de agua y saneamiento   | 41  |
| <b>Cuadro 2-3.</b> | Algunas causas potenciales de diarrea   | 46  |
| <b>Cuadro 2-4.</b> | Virus entéricos del hombre que pueden estar presentes en el agua  | 50  |
| <b>Cuadro 2-5.</b> | Indices de mortalidad por tifoidea en 26 ciudades del Río Ohio sin plantas de tratamiento de agua en 1906 y para las mismas ciudades en 1914 luego de iniciado el tratamiento del agua en 16 de ellas   | 56  |
| <b>Cuadro 2-6.</b> | Reducción de los índices de mortalidad por fiebre tifoidea en ciudades norteamericanas luego de adoptar el sistema de filtración en su abastecimiento público de agua (promedios para cinco años antes y cinco años después de la filtración) | 56  |
| <b>Cuadro 3-1.</b> | Enfermedades relacionadas con la higiene y el agua  | 68  |
| <b>Cuadro 3-2.</b> | Enfermedades transmitidas por piojos  | 71  |
| <b>Cuadro 3-3.</b> | Etiología, epidemiología y manifestaciones clínicas de la treponematosi   | 76  |
| <b>Cuadro 4-1.</b> | Enfermedades transmitidas por contacto con el agua  | 84  |
| <b>Cuadro 4-2.</b> | Ejemplos de incremento en la prevalencia de la esquistosomiasis como resultado de proyectos de desarrollo de recursos hídricos  | 85  |
| <b>Cuadro 4-3.</b> | Número y duración de los contactos con agua en Grande Ravine antes y después que se suministrara agua potable   | 91  |
| <b>Cuadro 5-1.</b> | Enfermedades por vectores de hábitat acuático   | 100 |
| <b>Cuadro 5-2.</b> | Arbovirus transmitidos por mosquito   | 103 |
| <b>Cuadro 6-1.</b> | Dosis infecciosas para el hombre de patógenos bacterianos entéricos   | 114 |
| <b>Cuadro 6-2.</b> | Tiempos de extinción comparativos (mitad del tiempo) de las bacterias fecales indicadoras y de los patógenos entéricos  | 117 |
| <b>Cuadro 6-3.</b> | Triple rango del NMP de coliformes fecales  | 118 |
| <b>Cuadro 6-4.</b> | Ocurrencias de coliforme en NMP vs. residuos de cloro libre (DPD)   | 120 |

|                     |   |     |
|---------------------|---|-----|
| <b>Cuadro 6-5.</b>  | Porcentajes de diferentes tipos de sistemas de abastecimiento de agua en los que se encontró un promedio de coliformes (generales) mayor de 1/100 ml  | 121 |
| <b>Cuadro 7-1.</b>  | Reducciones de virus esperadas en un sistema de tratamiento de agua   | 133 |
| <b>Cuadro 7-2.</b>  | Métodos de tratamiento más efectivos para la remoción de contaminantes inorgánicos  | 135 |
| <b>Cuadro 7-3.</b>  | Porcentaje de remoción de sustancias orgánicas mediante procesos de tratamiento de agua   | 137 |
| <b>Cuadro 8-1.</b>  | Supervivencia de organismos en heces y excretas   | 144 |
| <b>Cuadro 8-2.</b>  | Composición de las heces y orina humanas  | 148 |
| <b>Cuadro 8-3.</b>  | Supervivencia de patógenos en el suelo  | 150 |
| <b>Cuadro 8-4.</b>  | Supervivencia de patógenos en cultivos  | 150 |
| <b>Cuadro 8-5.</b>  | Remoción de microorganismos entéricos por los sistemas de suelos  | 151 |
| <b>Cuadro 8-6.</b>  | Tiempos de supervivencia de microorganismos entéricos en suelos y en vegetación   | 151 |
| <b>Cuadro 8-7.</b>  | Remoción de patógenos en la sedimentación primaria  | 153 |
| <b>Cuadro 8-8.</b>  | Remoción de patógenos mediante filtros de percolación y cieno activado  | 154 |
| <b>Cuadro 8-9.</b>  | Reducción de microorganismos entéricos mediante tratamiento convencional  | 154 |
| <b>Cuadro 8-10.</b> | Remoción máxima de microorganismos entéricos mediante sistemas de lagunas   | 155 |
| <b>Cuadro 8-11.</b> | Remoción de bacterias en el tratamiento de aguas residuales   | 156 |
| <b>Cuadro 8-12.</b> | Remoción de virus en el tratamiento de aguas residuales   | 156 |
| <b>Cuadro 8-13.</b> | Remoción de quistes y huevos en el tratamiento de aguas residuales  | 157 |
| <b>Cuadro 8-14.</b> | Resumen de la información sobre trazas de metal, incluyendo concentraciones y remoción  | 158 |
| <b>Cuadro 8-15.</b> | Reducciones estimadas en los virus y concentraciones remanentes producidas por el tratamiento convencional de aguas residuales  | 159 |
| <b>Cuadro 9-1.</b>  | Índices de mortalidad por tifoidea para 26 ciudades del Río Ohio sin plantas de tratamiento de agua en 1906 y para las mismas ciudades en 1914 luego de la iniciación del tratamiento del agua en 16 ciudades                                 | 162 |
| <b>Cuadro 9-2.</b>  | Reducción de los índices de mortalidad por fiebre tifoidea en ciudades norteamericanas luego de adoptar el sistema de filtración en su abastecimiento público de agua (promedios para cinco años antes y cinco años después de la filtración) | 163 |
| <b>Cuadro 9-3.</b>  | Tasas de mortalidad promedio específicas para cinco años antes y cinco después del establecimiento de plantas de purificación de agua en el Estado de Uttar Pradesh, India  | 165 |
| <b>Cuadro 9-4.</b>  | Costos de las alternativas para los niveles de servicio en las áreas de abastecimiento de agua y saneamiento: Un ejemplo  | 169 |
| <b>Cuadro 9-5.</b>  | Comparación de la incidencia de diarreas entre niños menores de cinco años según la fuente de agua potable  | 169 |
| <b>Cuadro 9-6.</b>  | Estudios de evaluación de la asociación entre enfermedades diarreicas o síntomas relacionados y el abastecimiento de agua y/o la disposición de excretas. Adaptado de Hughes (1981)   | 175 |
| <b>Cuadro 9-7.</b>  | Estudios de evaluación de la relación entre cultivos de heces y abastecimiento de agua y/o la disposición de excretas. Adaptado de Hughes (1981)  | 178 |

## Lista de figuras

|                    |   |     |
|--------------------|---|-----|
| <b>Figura 1-1.</b> | Probabilidad de muertes antes de los 5 años en las principales regiones   | 22  |
| <b>Figura 1-2.</b> | Tendencia histórica del índice de mortalidad por enfermedades gastrointestinales en los EE.UU. comparada con los datos de 1959 para 51 países                           | 25  |
| <b>Figura 2-1.</b> | Tasa de incidencia de la tifoidea versus abastecimiento de agua a través del tiempo: Massachusetts  | 55  |
| <b>Figura 2-2.</b> | Casos de tifoidea y vacunación versus abastecimiento de agua en el tiempo: Grecia   | 55  |
| <b>Figura 2-3.</b> | Distribución geográfica de la filariasis  | 60  |
| <b>Figura 2-4.</b> | Ciclo de vida de la <i>medinensis</i> dracúncula  | 61  |
| <b>Figura 3-1.</b> | Efecto del lavado de las manos en la propagación de la shigella entre familias de Dacca   | 68  |
| <b>Figura 3-2.</b> | Distribución geográfica de la trepanomatosis endémica a principios de la década de 1980   | 75  |
| <b>Figura 3-3.</b> | El ojo humano   | 78  |
| <b>Figura 4-1.</b> | Ciclo de vida del <i>Schistosoma haematobium</i>  | 87  |
| <b>Figura 4-2.</b> | Etapas de la vida de los esquistosomas del hombre, mostrando los posibles puntos de acceso para el control de la transmisión  | 89  |
| <b>Figura 4-3.</b> | Incidencia de nuevas infecciones de <i>S. mansoni</i> en Grandes Ravine, Santa Lucía, antes y después de 5 años del abastecimiento de agua potable Unrau, 1978          | 92  |
| <b>Figura 4-4.</b> | Prevalencia de las infecciones de <i>S. mansoni</i> en Grande Ravine, Santa Lucía, 5 años después del abastecimiento de agua (Unrau, 1978)                              | 92  |
| <b>Figura 5-1.</b> | Transmisión de la fiebre amarilla   | 105 |
| <b>Figura 5-2.</b> | Zonas endémicas de fiebre amarilla  | 106 |
| <b>Figura 5-3.</b> | Ciclo de vida del parásito de la malaria ( <i>Plasmodium Vivax</i> ) en el hombre y en el mosquito anófeles   | 109 |
| <b>Figura 7-1.</b> | Cantidades mínimas de cloro residual disponible libre o combinado propuestas por Butterfield  | 130 |
| <b>Figura 8-1.</b> | Curva de desactivación progresiva   | 144 |
| <b>Figura 8-2.</b> | Curva semilogarítmica de desactivación progresiva   | 144 |
| <b>Figura 9-1.</b> | Índices de mortalidad por diarrea y gastroenteritis en Costa Rica vs. el tiempo y porcentaje de la población total con abastecimiento de agua mejorado versus el tiempo | 164 |
| <b>Figura 9-2.</b> | Relación entre número de pozos tubulares y mortalidad debida al cólera, la tifoidea y la disentería en Bangladesh   | 167 |

## SECCIÓN 1

# Agua y salud humana: una visión general

*“El agua contribuye mucho a la salud”*

HIPÓCRATES.

### INTRODUCCIÓN

El 10 de noviembre de 1980, las Naciones Unidas inauguraron el Decenio Internacional del Abastecimiento de Agua Potable y el Saneamiento (1981-1990) con la meta de lograr que para 1990 existan y se utilicen en todo el mundo sistemas públicos de abastecimiento de agua y saneamiento de fácil ac-

ceso, seguros, confiables y adecuados. La creación del “Decenio” fue estimulada por la enorme deficiencia en la satisfacción de estas necesidades humanas básicas en los países del Tercer Mundo, donde quizás 1,500 millones de personas carecen de un acceso razonable al agua potable (véase cuadro 1-1). La situación es aún más desalentadora para el saneamiento. Según las estadísticas recopiladas por la

**Cuadro 1-1** Población estimada con acceso razonable<sup>1</sup> a agua confiable<sup>2</sup> en 71 países en vías de desarrollo en 1975.<sup>3</sup>

| Región OMS<br>(Países)        | Población           |           |                    |           |                |           |
|-------------------------------|---------------------|-----------|--------------------|-----------|----------------|-----------|
|                               | Urbana <sup>4</sup> |           | Rural <sup>5</sup> |           | Total          |           |
|                               | Millones            | %         | Millones           | %         | Millones       | %         |
| África (16)                   | 14,152              | 65        | 19,272             | 21        | 32,710         | 29        |
| Américas (21)                 | 145,650             | 81        | 21,753             | 30        | 104,091        | 57        |
| Mediterráneo Oriental<br>(15) | 46,272              | 80        | 23,955             | 16        | 67,673         | 34        |
| Europa (2) <sup>6</sup>       | 10,980              | 81        | 20,180             | 63        | 40,160         | 71        |
| Asia Sud-Oriental (8)         | 127,521             | 68        | 145,118            | 19        | 272,639        | 29        |
| Pacífico Occidental<br>(9)    | 36,036              | 91        | 18,046             | 30        | 54,082         | 54        |
| <b>Totales<sup>7</sup></b>    | <b>450,000</b>      | <b>77</b> | <b>313,000</b>     | <b>22</b> | <b>763,000</b> | <b>38</b> |

<sup>1</sup> “Acceso Razonable” en un área urbana se definió como una fuente o un grifo públicos localizados a no más de 200 metros de una vivienda. En áreas rurales, el acceso razonable implica que “el ama de casa o los miembros de la familia no inviertan una parte desproporcionada del día en tratar de satisfacer las necesidades de agua familiares”.

<sup>2</sup> “Agua Confiable” incluye al agua superficial tratada y al agua superficial no tratada pero no contaminada, tal como la de los pozos protegidos, manantiales y pozos sanitarios.

<sup>3</sup> No incluye la población de la China.

<sup>4</sup> De acuerdo a la definición vigente en cada país.

<sup>5</sup> Véase Nota 4.

<sup>6</sup> Argelia y Turquía.

<sup>7</sup> Extrapolado para incluir los 95 países estudiados en 1970.



Organización Mundial de la Salud (OMS), las áreas rurales de África, Asia y América Latina reciben un servicio muy deficiente sólo uno de cada cinco pobladores tienen acceso a agua segura.

De igual manera, durante 1980, la Asamblea Mundial de la Salud (organismo rector de la OMS, compuesto por los representantes de los países miembros) adoptó la meta de "Salud Para Todos en el Año 2000", colocando un mayor énfasis en la meta de "atención primaria de la salud". Según la definición de la OMS (y del UNICEF), el abastecimiento de agua y el saneamiento son un componente de la atención primaria de la salud (OMS, 1978a; Comité Mixto UNICEF-OMS, 1979).

El agua es, por supuesto, una necesidad primordial para la vida. Sin embargo, también puede ser portadora de sufrimientos y muerte. Por otro lado, la disponibilidad inmediata de agua hace posible crear un medio ambiente higiénico que evita o limita la propagación de muchas enfermedades del hombre y de los animales.

En los Estados Unidos, desde hace ya más de medio siglo, las enfermedades endémicas y epidémicas transmitidas por el agua tienen una importancia menor en el estado general de la salud nacional, salvo escasas excepciones. Con frecuencia se olvida que durante las epidemias de cólera del siglo XIX murieron miles en ciudades norteamericanas como Nueva York, Nueva Orleans y San Luis a consecuencia de esta enfermedad transmitida por el agua. Gran parte de nuestros conocimientos sobre la epidemiología de la fiebre tifoidea se deben a los estudios pioneros realizados por William T. Sedgewick sobre los sistemas de abastecimiento de agua en Nueva Inglaterra durante la década de 1890 y por Wade Hampton Frost sobre las comunidades del Valle del Río Ohio durante las primeras décadas del siglo XX. Al iniciarse el presente siglo, las enfermedades diarreicas causaron en los Estados Unidos la muerte de niños pequeños en tasas semejantes a las que hoy se presentan en el Tercer Mundo, donde, en muchos países, un niño de cada cuatro no llega a cumplir los cinco años (véase figura 1-1).

La Organización Mundial de la Salud estima que cada año se presentan 500 millones de casos de diarreas en niños menores de cinco años en Asia, África y América Latina. Entre 3 y 4% de estos casos terminan con la muerte (OMS, 1979; véase también, Rohde y Northrup, 1976; Barker 1975 y Gwatkin, 1980). Estas enfermedades son el resultado de la pobreza, la ignorancia, la desnutrición y de un sa-

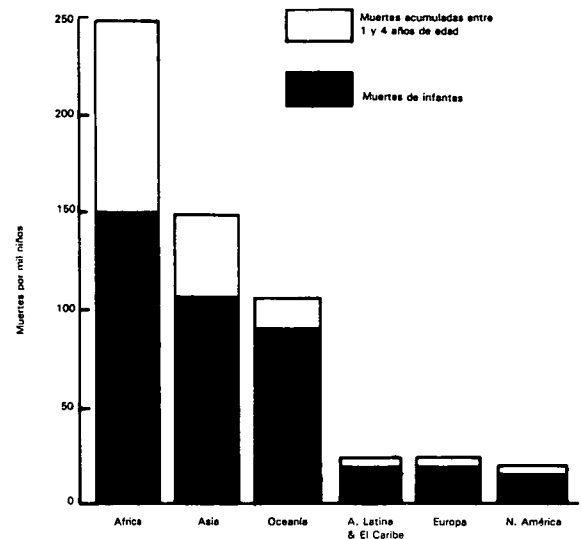


Figura 1-1 Probabilidad de muertes antes de los 5 años en las principales regiones. FUENTE: OMS, (1978a.)

neamiento ambiental deficiente, particularmente de inadecuados sistemas de abastecimiento de agua y disposición de excretas.

Para hacer más patente el significado de estas cifras, recordemos el choque de un DC-10 el 10 de mayo de 1979 durante su despegue en el aeropuerto O'Hare de Chicago. Doscientos setenta y cinco personas perdieron la vida. La cobertura de los medios de comunicación masiva fue intensa a nivel mundial, continuando durante varias semanas. Los DC-10 debieron permanecer en tierra temporalmente con un gran costo.

Durante la misma hora en que murieron los pasajeros del DC-10 en Chicago, una cantidad seis veces mayor de niños menores de 5 años morían a causa de la diarrea en el Tercer Mundo. Imaginemos la publicidad que se haría si un DC-10 se estrellara cada 10 minutos, 24 horas diarias, los 365 días del año. Sin embargo, un número equivalente de niños muere cada año a causa de diarrea, que en la mayoría de casos podría evitarse. . . y el conocimiento público de ello es insignificante.

Se podrían reducir significativamente enfermedades como el cólera, la tifoidea, la diarrea y muchas otras mediante un abastecimiento de agua y un saneamiento adecuados. El rol del abastecimiento de agua en la mejora de la salud no se limita a aquellas enfermedades que se transmiten a través de la ingestión de agua por medio de comidas o bebidas. Un suministro adecuado de agua para el baño, el

lavado de ropas y de utensilios de cocina, la preparación de alimentos y otros propósitos higiénicos puede tener efectos significativos sobre las enfermedades de los ojos y la piel, las enfermedades transmitidas por ectoparásitos (piojos, sarna y afines), las enfermedades contraídas a través de alimentos y otras, particularmente sobre aquellas controlables mediante el lavado de las manos (véase cuadro 1-2).

El contacto con el agua y la consiguiente penetración de agentes patógenos en la piel es importante en los trópicos. Gran parte de esta exposición no puede prevenirse fácilmente debido a que gran número de personas requieren usar agua debido a sus actividades, los agricultores con regadío, los pescadores, las mujeres que tienen las aguas superficiales como única opción para lavar su ropa y utensilios y para asear a los niños, las personas que realizan abluciones religiosas, los niños que nadan o bañan a animales en climas cálidos y otros. Algunas de estas enfermedades, como por ejemplo la esquistosomiasis, constituyen importantes problemas de salud en muchos países. Asimismo, los vectores de muchas enfermedades viven parte o todo su período de vida en hábitats acuáticos, como por ejemplo los mosquitos y ciertas especies de moscas y caracoles.

Enfermedades como la malaria, la oncocercosis, la esquistosomiasis, etc., son desde luego importantes; sin embargo, recortaremos su cobertura debido a que: (1) nuestro mayor interés se centra en la participación de los sistemas de abastecimiento de agua y (2) existe una gran cantidad de literatura disponible sobre dichas enfermedades.

El saneamiento, especialmente la disposición de excretas humanas (heces, orina y vómitos), está estrechamente relacionado con el abastecimiento de agua; pero, ya se ha publicado un tratado extenso sobre la relación saneamiento/salud elaborado por la Escuela de Medicina Tropical e Higiene de Londres para el Banco Mundial (Feacham y otros, 1980); por lo tanto, su cobertura en la presente edición se limita a una sección que proporciona orientación para el diseño de programas.

Nuevamente, debido a que nuestro interés principal se centra en el papel jugado por los sistemas de suministro de agua, no hemos incluido las enfermedades relacionadas con el metabolismo del agua en los cuerpos (por ejemplo, diabetes insípida) con la excepción de aquellas enfermedades que algunas veces están relacionadas con el abastecimiento de agua (por ejemplo, la fluorosis). Las enfermedades

**Cuadro 1-2** Porcentaje estimado de enfermedades prevenibles relacionadas con el agua en África Oriental, 1966.

| <i>Diagnóstico</i>                     | <i>Reducción porcentual esperada si el abastecimiento de agua fuera excelente</i> |
|--|---|
| Filariasis                             | 100%  |
| Tifoidea                               | 80  |
| Esquistosomiasis                       |   |
| Urinaria                               | 80  |
| Leptospirosis                          | 80  |
| Tripanosomiasis                        |   |
| Gambiense                              | 80  |
| Sarna                                  | 80  |
| Frambesia                              | 70  |
| Enfermedad                             |   |
| Inflamatoria de los Ojos               | 70  |
| Esquistosomiasis no específica         | 60  |
| Tracoma                                | 60  |
| Disentería Bacilar                     | 50  |
| Amebiasis                              | 50  |
| Disentería no específica               | 50  |
| Tiña                                   | 50  |
| Gastroenteritis, 4 sem. a 2 años       | 50  |
| Gastroenteritis, más de 2 años         | 50  |
| Infecciones de la piel y sub cutáneas  | 50  |
| Diarrea del recién nacido              | 50  |
| Paratifoidea y otras <i>Salmonella</i> | 40  |
| Tifus transmitido por piojos           | 40  |
| Esquistosomiasis intestinal            | 40  |
| Ascariasis                             | 40  |
| Fiebre recidiva transmitida por piojos | 40  |
| Otitis externa                         | 40  |
| Úlcera clásica de la piel (pierna)     | 40  |
| Tripanosomiasis no específica          | 10  |
| Caries dentales                        | 10  |
| <b>General</b>                         | <b>52</b>   |

Fuente: White y otros (1972).

crónicas, como el cáncer y las enfermedades cardíacas, se tratan sólo superficialmente puesto que su

relación con el agua es altamente controvertida. Las prioridades en el abastecimiento de agua en los países en desarrollo hacen bastante irrelevante este problema; además, existe una amplia reseña bibliográfica en la Academia Nacional de Ciencias y en la Agencia de Protección Ambiental (las referencias se proporcionan posteriormente en la sección respectiva).

Se debe destacar otra omisión. Muchas enfermedades respiratorias podrían considerarse como “transmitidas por el agua” en la medida que se transmiten mediante gotas diminutas y aerosoles compuestos en gran parte por agua. Pero estas enfermedades no se ven afectadas por el suministro de sistemas de abastecimiento de agua. Las observaciones del presente estudio se limitan a los riesgos para la salud que pueden surgir de ciertos métodos de tratamiento de aguas residuales.

### Finalidad

Las iniciativas destinadas a lograr las metas del Decenio Internacional del Abastecimiento de Agua Potable y del Saneamiento, así como de “Salud Para Todos en el Año 2000”, requerirán de ingentes inversiones, tanto para la construcción o rehabilitación como para los costos recurrentes de operación mantenimiento y reemplazo. Incluso con la asistencia de donantes externos, la mayor parte de estos costos deberán ser asumidos por los mismos países en vías de desarrollo, muchos de los cuales, si no la mayoría, poseen recursos seriamente limitados y muchas necesidades competitivas.

Este tratado ha sido escrito con la esperanza de que, al suministrar una mejor comprensión de las relaciones entre abastecimiento de agua y salud, ayudará al uso efectivo y eficiente de los recursos en el sector de abastecimiento de agua, el cual tiene como una de sus metas explícitas el mejorar la situación de la salud.

## DESARROLLO HISTÓRICO DE NUESTRA COMPRENSIÓN RESPECTO AL ABASTECIMIENTO DE AGUA Y LAS ENFERMEDADES

### Introducción

La discusión sobre la relación existente entre el abastecimiento de agua y el saneamiento y las

enfermedades puede dividirse convenientemente en: 1) la sabiduría de nuestros antepasados, 2) los experimentos naturales, 3) la revolución sanitaria, 4) la plausibilidad biológica, 5) los estudios sobre enfermedades epidémicas y (6) los estudios sobre enfermedades endémicas. Naturalmente, todas estas categorías se entrecruzan.

### La sabiduría de nuestros antepasados

Muchos sabios de la antigüedad relacionaron el agua con la salud. Por ejemplo, Hipócrates fue extraordinariamente preciso en sus afirmaciones sobre el bocio y el abastecimiento de agua. Diversos códigos religiosos recomiendan prácticas de higiene que aún en la actualidad continúan siendo apropiadas.

### Los experimentos naturales

Durante el siglo XIX, la Revolución Industrial y la aparición de numerosas poblaciones urbanas que requerían de un abastecimiento público de agua se vieron acompañadas con frecuencia de epidemias masivas, muchas de las cuales se podían considerar como experimentos naturales.

El estudio clásico de epidemiología realizado por el doctor John Snow sobre el brote de cólera de 1854 en Londres constituyó un esfuerzo pionero para la comprensión científica. En St. James Parish se produjeron más de 700 muertes por cólera en un período de 17 semanas. El estudio detallado de Snow demostró que la mayoría de las víctimas habían utilizado agua de la bomba de la calle Broad y, además que una alcantarilla con fuga, adyacente al pozo de la bomba, transportaba el desague de la casa ubicada en el No. 40 de la calle Broad, lugar donde se había producido el caso original de cólera. En forma notable, el estudio de Snow se anticipó en una década a la teoría de los gérmenes patógenos de Pasteur y en tres décadas a la identificación de Koch del organismo causante de la enfermedad, el *Cholera vibrio*.

En 1892 se produjo una grave epidemia de cólera en Hamburgo cuando se abasteció a la ciudad con agua no filtrada del río Elba. En esa epidemia, Koch logró aislar el vibrión cólera del agua del río. Hamburgo y la ciudad vecina de Altona extraían agua del río Elba y descargaban sus aguas residuales en diversos puntos del mismo. El agua de Altona —que se encontraba aguas abajo de Hamburgo— fue

inicialmente la más contaminada; sin embargo, Altona filtró su agua a través de filtros de arena lentos y Hamburgo no lo hizo. En el transcurso de unas pocas semanas, 18,000 personas fueron atacadas por la enfermedad en Hamburgo, muriendo 8,000 de ellas. En Hamburgo, el índice de mortalidad por el cólera fue del 13.4 por cada 1,000 habitantes; Altona se vio mucho menos afectada, siendo su índice de mortalidad de 2.3. Casi todos los casos que se presentaron en Altona eran de personas que habían bebido agua en Hamburgo. En el mismo Hamburgo, existía una manzana de viviendas que albergaba a unas 400 personas; estas viviendas eran abastecidas con agua proveniente de Altona y sus habitantes escaparon al contagio.

### La revolución sanitaria

Los trabajos realizados por Edwin Chadwick en Inglaterra, Lemuel Shattuck en Massachusetts, y otros, promovieron una revolución sanitaria en sus países durante la segunda mitad del siglo XIX. Las enfermedades asociadas a un saneamiento deficiente y a un medio ambiente densamente poblado descendieron un número, aun sin intervenciones planificadas, medicina curativa ni inmunizaciones, y la esperanza de vida se incrementó (McKeon y Record, 1955; Wain, 1970).

Se puede decir que muchos países en vías de desarrollo están repitiendo o están a punto de repetir

la historia de Occidente en este aspecto. Los ejemplos descritos a continuación son ilustrativos.

Cvjetanovic (1975) muestra la semejanza en la disminución de enfermedades entéricas en los EE.UU. y en 51 países en vías de desarrollo si se ajusta la escala del tiempo (véase figura 1-2).

Un estudio sobre la disminución (en un 65%) de los índices de mortalidad por tifoidea en 20 ciudades norteamericanas luego de la introducción de filtros en los sistemas de abastecimiento de agua (Johnson, 1916) muestra una notable similitud con el descenso en el índice de mortalidad por tifoidea (63.6%) en 14 ciudades de la India que adoptaron un sistema de purificación del agua medio siglo más tarde que las ciudades norteamericanas (Zaheer y otros, 1962).

En el Punjab, hace unos 15 años, el índice de mortalidad infantil por diarrea durante el segundo semestre de vida era de 56 por 1,000. Un siglo atrás, el índice era exactamente el mismo en Nueva York (Rohde y Northrup, 1976).

### La plausibilidad biológica

A pesar que los estudios sobre el cólera de Londres realizados por John Snow se consideran clásicos de epidemiología (y aparecen como ejemplos en la mayor parte de textos generales sobre epidemiología), su impacto sobre las prácticas comunes de ese entonces fue reducido. Sólo después que

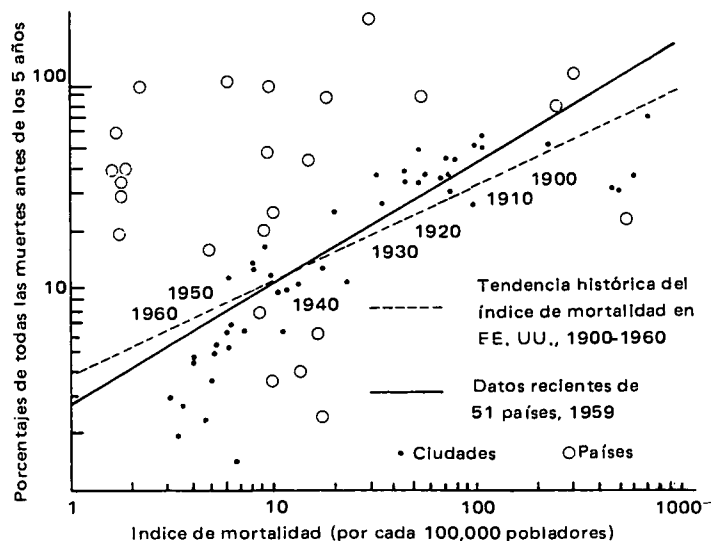


Figura 1-2 Tendencia histórica del índice de mortalidad por enfermedades gastrointestinales en los EE.UU. Comparada con los datos de 1959 para 51 países.

Pasteur, Eberth, Koch y otros identificaron los microorganismos patógenos causantes de la enfermedad, se llegó a la aceptación total de que cada enfermedad específica tenía como agente a una bacteria —la confirmación de lo cual contó con la inmensa ayuda de los “postulados” de Koch

Esto, evidentemente, condujo a la identificación de la “puerta de entrada” de los microorganismos hacia el cuerpo humano. Muchos, por supuesto, eran transportados mediante agua o alimentos a través de la boca hacia el tracto gastroentérico.

Se podría demostrar concluyentemente que, para enfermedades tales como el cólera y la tifoidea, las vías de tipo fecal-oral fueron predominantes en la transmisión de la enfermedad (véase la sección 3). Por lo tanto, cualquier medida que rompiera el ciclo fecal-oral podría ser efectiva: lo cual planteaba, obviamente, impedir que las heces contaminasen el agua, la leche y los alimentos y/o destruir o remover los organismos patógenos presentes en el agua, los alimentos, el suelo o las manos, mediante tratamientos (por ejemplo, desinfección), cocción o aseo.

### Estudios de epidemias

Los descubrimientos de Snow y Koch se han reproducido en cientos de casos de epidemias con la misma fuente, como el cólera, la fiebre tifoidea y otras enfermedades entéricas. No existe duda de que estas enfermedades pueden transmitirse al beber agua contaminada.

Durante fines del siglo XIX y principios del XX, las enfermedades transmitidas por el agua predominaron ampliamente en los EE.UU. y otros países occidentales, estando entre las principales causas de mortalidad y morbilidad. Muchas de nuestras más grandes ciudades se vieron afectadas por terribles brotes de cólera durante las pandemias del siglo XIX.

La disminución de las enfermedades transmitidas por el agua en los EE.UU. fue paralela al establecimiento de sistemas públicos de abastecimiento de agua potable y alcantarillado, debiendo destacarse el desarrollo económico que esto trajo consigo. Las correlaciones más fuertes se presentaron en las ciudades que tomaban su abastecimiento de agua de cuencas sin protección, lográndose importantes descensos como consecuencia, primero, de la introducción de la filtración y, posteriormente, de la cloración de los abastecimientos de agua. Muchos de los brotes epidémicos se debían a que el sistema

público de agua se había malogrado o sufría otras deficiencias.

### Estudios sobre enfermedades endémicas

Aunque el control de epidemias es importante en el Tercer Mundo, los niveles cotidianos y continuos de morbilidad son, en conjunto, aún más importantes —si bien son menos excitantes profesionalmente y no constituyen noticia de primera plana.

No está muy clara la relación entre enfermedades endémicas y abastecimiento de agua: para muchas enfermedades existen rutas alternativas de transmisión. Sin embargo, las experiencias citadas anteriormente, que constituyen una gigantesca evidencia empírica, así como más de 100 estudios publicados, respaldan la idea de que existe una relación entre el abastecimiento de agua y la salud. Aun cuando exista esa relación, no es fácil cuantificarla con precisión ni prospectiva ni retrospectivamente.

Un extenso estudio del Banco Mundial (Saunders y Warford, 1976) encontró que:

Si no existen otras diferencias, el hecho de que una población cuente con mejores condiciones de salud que otra estará generalmente asociado a un sistema de abastecimiento de agua seguro y adecuado. Esto se ha demostrado inequívocamente en las áreas urbanas y en mayor o menor medida en las áreas rurales. La dificultad radica en la medición, más que en las tendencias cualitativas. El problema con la recopilación de observaciones de campo respecto a los efectos del abastecimiento de agua sobre la salud es que, sobre una base transversal, el resto de elementos nunca permanecen iguales. Desde una perspectiva diacrónica, generalmente los otros elementos no pueden mantenerse constantes ni férreamente controlados. En consecuencia, es extremadamente difícil identificar y medir con exactitud los efectos de un sistema mejorado de abastecimiento de agua sobre la salud, existiendo un límite en la precisión que se puede obtener. Más aún, incluso si se encontrara un caso en el que se pudieran controlar razonablemente los factores físicos, ambientales, económicos, culturales, educacionales y gubernamentales que afectan a la salud, es poco probable que los descubrimientos detallados de un estudio sobre salud y abastecimiento de agua sean transferidos de ese marco específico a otras situaciones.

Otros estudios incluyen: Hughes (1981), McJunkin (1969), Organización Mundial de la Salud (1980), Academia Nacional de Ciencias (1977), Wall y Keeve (1974), White, Bradley y White (1972) y Miller (1962).

## MEDIDAS

Las medidas para controlar la transmisión de enfermedades a través del agua incluyen las siguientes:

- Abastecimiento de agua
  - 1) Selección de fuentes no contaminadas; por ejemplo, pozos de acuíferos profundos.
  - 2) Tratamiento del agua cruda, especialmente cloración.
  - 3) Reemplazo de abastecimientos contaminados por otros más adecuados, confiables y seguros.
  - 4) Protección de cuencas.
  - 5) Control de calidad del agua.
- Disposición sanitaria de excretas
  - 1) Protección de los sistemas de abastecimiento de agua.
  - 2) Protección del medio ambiente.
  - 3) Apoyo a las actividades de control de los sistemas de abastecimiento de agua y de la disposición de excretas.
  - 4) Destrucción, disposición, aislamiento o disolución de residuos fecales.
- Educación sanitaria
  - 1) Higiene personal y comunal.
  - 2) Protección del medio ambiente.
  - 3) Apoyo a las actividades de control de los sistemas de abastecimiento de agua y de la disposición de excretas.

## TRANSMISIÓN DE ENFERMEDADES RELACIONADAS CON EL AGUA

Para mayor comodidad, las enfermedades más importantes relacionadas con el agua y las excretas se categorizan en términos de las medidas pertinentes.

### Enfermedades microbiológicas transmitidas por el agua

Básicamente, estas son enfermedades en las que los organismos patógenos se encuentran en el agua y cuando se ingieren en una dosis suficiente infectan

al que la bebe. La mayoría de estos organismos patógenos llegan al agua mediante la contaminación con excretas humanas y finalmente ingresan al cuerpo a través de la boca, de allí, el término de "transmisión fecal-oral". Muchas de las enfermedades de este tipo se transmiten fácilmente a través de otros medios, por ejemplo, de las manos a la boca o mediante alimentos contaminados fecalmente. De este modo, por ejemplo, no todas las tifoideas se transmiten a través del agua.

Las enfermedades más importantes de este tipo incluyen la disentería amébrica, la shigelosis, el cólera, las diarreas (de etiología no específica), las diarreas del tipo *E. coli*, las diarreas virales, el virus A de la hepatitis y la fiebre tifoidea. La sección 2 trata en profundidad estas y otras enfermedades.

### Enfermedades químicas transmitidas por el agua

Básicamente, éstas son enfermedades asociadas con la ingestión de agua que contiene sustancias tóxicas en concentraciones dañinas. Estas sustancias pueden ser de origen natural o artificial y generalmente son de localización específica. Las medidas a tomarse incluyen su eliminación (generalmente costosa) o la elección de fuentes alternativas. A nivel global, estas enfermedades no representan grandes problemas en países no industrializados y por lo general tienen menor prioridad que las enfermedades microbiológicas.

### Enfermedades relacionadas con la higiene

Estas son enfermedades cuya incidencia, frecuencia o gravedad puede disminuir mediante el mejoramiento de la higiene personal y doméstica utilizando agua. Estas enfermedades incluyen a muchas de las transmitidas por vía fecal-oral catalogadas como transmitidas por el agua. La mayoría de estas enfermedades pueden transmitirse a través de los alimentos, de contacto mano a boca y de muchas otras formas. Algunas de ellas, por ejemplo la shigelosis, se transmiten posiblemente más en dichas formas que a través de la ingestión de agua.

Otras enfermedades relacionadas con la higiene incluyen a aquellas de la piel, por ejemplo la tiña, y de los ojos, por ejemplo el tracoma. Algunas de las enfermedades de la piel se asocian con la infestación por insectos; por ejemplo, la sarna la causan los ácaros, la pediculosis, los piojos. Estos últimos tam-

bien pueden transmitir otras enfermedades, como el tifus.

Se debe disponer de agua suficiente no sólo para beber sino también para lavarse las manos, bañarse, lavar la ropa y limpiar los utensilios de cocina y los cubiertos.

Un argumento falaz propuesto en algunas oportunidades plantea que lo importante es la cantidad de agua y no su calidad. Económicamente, sólo es factible contar con un abastecimiento de agua, ello es inevitable; por lo tanto, éste debe suministrar agua tanto para beber como para la higiene. Desde el punto de vista microbiológico, el agua potable puede satisfacer ambos propósitos; sin embargo, ni grandes cantidades de agua no potable pueden hacerlo. Aun cuando la transmisión a través del agua no parezca ser endémica, las entidades públicas deben evitar el riesgo de una fuente común de brote epidémico en los sistemas públicos de abastecimientos de agua. En la mayoría de casos, el costo diferencial es insignificante.

#### **Enfermedades transmitidas a través del contacto con el agua**

Estas son las enfermedades transmitidas a través del contacto de la piel con agua infestada de organismo patógenos. La más importante de estas enfermedades es la esquistosomiasis (bilharziasis). Los huevos de esquistosoma contenidos en excretas humanas incuban en el agua que los recibe, la larva resultante debe invadir un huésped caracol apropiado o morir. Siguiendo un proceso de multiplicación dentro del caracol, la larva esquistosoma (cercaria), libre ya para nadar, escapa del caracol y una vez que encuentra al hombre lo invade penetrando en su piel sumergida o húmeda.

Esta importante enfermedad tropical infecta a más de 200 millones de personas y su frecuencia probablemente esté aumentando. Los actuales métodos de control: principalmente medicinas aplicadas a las personas infectadas y el control químico de los caracoles (moluscocidas) han tenido un éxito limitado. Ambos métodos requieren de una repetición periódica.

El control de la esquistosomiasis, limitando la necesidad del contacto humano con el agua mediante el suministro de sistemas públicos de abastecimiento ha mostrado resultados promisorios en Santa Lucía, Brasil, Puerto Rico, Sudáfrica y está siendo probado en Swazilandia por PNUMA/UNICEF/OMS.

#### **Enfermedades con vectores de hábitat acuático**

Estas son enfermedades que durante parte de su ciclo vital dependen de vectores animales que viven toda o parte de su vida en un hábitat acuático o adyacentes a éste. Los arquetipos son la esquistosomiasis (asociada a los caracoles), la malaria (asociada a los mosquitos) y la oncocercosis (asociada a las moscas acuáticas).

Se ha descrito anteriormente la relación existente entre la esquistosomiasis y el abastecimiento de agua. El suministro de agua guarda poca relación con otras enfermedades que tienen como vectores a los caracoles pero que no dependen del contacto con el agua. La disposición sanitaria de excretas podría teóricamente interrumpir el ciclo de vida de estas enfermedades. Sin embargo, esto no se ha demostrado en la práctica. El asunto es más complicado debido a la presencia de estas enfermedades en animales silvestres y domésticos.

Las enfermedades transmitidas por el vector mosquito no son afectadas por el abastecimiento de agua, excepto negativamente en contadas ocasiones. Su reproducción puede ser incentivada por la existencia de aguas grises, aguas residuales y recipientes de almacenamiento de agua descubiertos. La transmisión de filariasis está en aumento en diversas áreas urbanizadas donde el vector *Culex fatigans* se reproduce con rapidez en acequias y arroyos contaminados e incluso en excusados anegados por el alto nivel de la capa freática.

La ingeniería sanitaria ejerce un impacto reducido sobre las enfermedades transmitidas por la mosca acuática cuando no emplea contra los vectores transmisores medios de ataque directo, como la fumigación con insecticidas. Un efecto indirecto de un abastecimiento mejorado es reducir el contacto humano con la mosca tsé-tsé, vector de la tripanosomiasis africana, algunas de cuyas especies se encuentran principalmente en hábitats ribereños. Estos mismos hábitats son con frecuencia fuente de abastecimiento de agua, la que es transportada manualmente, sobre todo durante las estaciones secas y las sequías.

#### **Enfermedades relacionadas con la disposición de excretas**

Estas son enfermedades cuya transmisión puede interrumpirse efectivamente mediante la disposición sanitaria de orina y heces humanas. Ellas incluyen

a la mayor parte de las enfermedades transmitidas por vía fecal-oral previamente descritas bajo el subtítulo de enfermedades transmitidas a través del agua; las enfermedades causadas por parásitos de vector caracol (teóricamente) y las siguientes infecciones helmínticas del tracto intestinal: ascariasis (lombriz intestinal), anquilostomiasis, estrongiloidiasis (lombriz filiforme), tricuriasis (lombriz latiguiforme) y muchas otras de menor importancia. La ascariasis y la tricuris son enfermedades de transmisión fecal-oral, básicamente a través de la mano hacia la boca o por ingestión de tierra contaminada.

## EL AGUA COMO UNA NECESIDAD HUMANA BÁSICA

### Necesidades fisiológicas del hombre

El agua es fisiológicamente necesaria para la supervivencia humana. Debe existir un equilibrio a largo plazo entre la ingestión y la pérdida de agua. El agua ingresa al organismo a través de alimentos y bebidas, incluyendo el agua y fluidos a base de ésta, y deja el cuerpo por medio de la orina, la transpiración y, en una proporción menor, en las heces y como el vapor de agua exhalado por los pulmones.

La ingestión del agua de cada individuo varía ampliamente en relación al peso y la superficie del cuerpo, la temperatura y la humedad del ambiente, la dieta, las actividades realizadas (por ejemplo, el trabajo), la cultura, el vestido y el estado de la salud. Sin embargo, el promedio común de agua que un adulto ingiere es de 2 a 2.5 litros per cápita diarios (lcd). Las mujeres y los niños ingieren una proporción menor. El cuadro 1-3 resume el promedio diario de agua que ingieren los hombres adultos.

El medio principal por el cual el cuerpo humano regula la temperatura interna en climas cálidos es a través de la evaporación del sudor de la piel. Un trabajo arduo, bajo el sol, a una temperatura promedio diaria del aire de 100°F (38°C) puede requerir de un consumo diario de agua de hasta 15 lcd (White y otros, 1972). Los individuos que ingieren un alto grado de sal requerirán ingerir mayores cantidades de líquido. Del mismo modo, los individuos con ciertas enfermedades, por ejemplo, diabetes insípida, pueden requerir cantidades de agua mucho mayores a lo normal.

**Cuadro 1-3** Promedio diario de agua ingerida por hombres adultos.

| <i>Fuente de información</i>            | <i>Consumo promedio diario en litros per cápita (lcd)</i> |
|---|---|
| Organización Mundial de la Salud (1971) | 2.5   |
| Agencia de Protección Ambiental (1976)  | 2.0   |
| Academia Nacional de Ciencias (1977)    | 2.0   |
| White, Bradley y White (1972)           | 1.8 a 3.0   |
| Saunders y Warford (1976)               | 5   |

<sup>1</sup> Esta es la cantidad de agua que en realidad se sabe, no la capacidad de ingestión.

### El rol de la necesidad fisiológica humana en el establecimiento de los criterios sobre agua potable

La ingestión diaria de organismos o sustancias disueltas o suspendidas en el agua bebida se encuentra multiplicando el número de impurezas, o la concentración de las mismas, en una unidad de volumen fijada (por ejemplo, un litro) por el número de unidades de volumen ingeridas. Por ejemplo, en el caso de agua con un contenido de 2 miligramos de fluoruro por litro (mg/l), una persona que consume un promedio de 2 litros de dicha agua diariamente, ingerirá  $2 \times 2$ , es decir 4, miligramos de fluoruro por día con su agua. A esta ingestión de fluoruro debe añadirse la proveniente de otras fuentes, particularmente de los alimentos y el aire.

El fluoruro se presenta en forma natural y una ingestión óptima de este compuesto es altamente beneficiosa para prevenir la caries dental. Sin embargo, una ingestión excesiva podría traer como consecuencia manchas dentales o una fluorosis que dañe el esqueleto.

Así, al establecer las normas de calidad para el flúor (y para otras sustancias), el promedio de todas las fuentes de fluoruro que el organismo ingiere a largo plazo debe sopesarse respecto a la cantidad que pueda representar un peligro para la salud. Agregando un factor de seguridad, se puede determinar la concentración máxima permisible en el agua potable. Un contenido de fluoruro no mayor de 1 mg/día en el agua potable permite un margen de seguridad que varía entre 2 y 8 respecto al



contenido que produciría manchas dentales y entre 20 y 40 respecto al que produciría una fluorosis ósea (NAS, 1977).

Simplificando en gran parte, éste es el procedimiento utilizado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, la Organización Mundial de la Salud y otros organismos para establecer las normas de calidad del agua potable.

### EL AGUA POTABLE Y LA SALUD MATERNO-INFANTIL<sup>1</sup>

Las mujeres y los niños son los principales beneficiarios de las mejoras en los sistemas de abastecimiento de agua potable y de saneamiento en el Tercer Mundo. Las mujeres se benefician debido a que son ellas, en la gran mayoría de los casos, las que se encargan de la recolección, transporte y almacenamiento del agua, actividades que les demandan un considerable desgaste de energía. Los niños se benefician debido a que es sobre ellos que recae la carga más pesada de la morbilidad y la mortalidad por enfermedades relacionadas con el agua. Estos beneficios se interrelacionan, como se mostrará más adelante. Su importancia es puesta en relieve por el Fondo Internacional de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), el cual en la actualidad destina más de un cuarto de su presupuesto para mejorar el abastecimiento de agua y el saneamiento en los países en vías de desarrollo.

Las mujeres y los niños del Tercer Mundo frecuentemente se desempeñan como recolectores de agua. Considérese la recolección y transporte de agua como una forma de demanda de calorías. White y otros (1972) estimaron que las mujeres del África Oriental rural destinaban a las actividades de recolección de agua, en promedio, un 9% de las calorías de su consumo diario, estimado en aproximadamente 2,840 Kilocalorías (Kcal). Esta proporción representa un número de calorías aproximadamente igual al número de calorías adicionales que se requieren diariamente durante el embarazo. Sin embargo, esta cifra del 9% es aplicable sólo al promedio. Las mujeres que deben atravesar terrenos escarpados o montañosos pueden usar del 15 al 27% de sus calorías al recolectar agua.

Pero la recolección de agua es solamente una de las muchas tareas que demandan energía de la mujer. El cuadro 1-4 resume las demandas calóricas de estas tareas. El amamantamiento de niños y el embarazo, cuando se combinan a la recolección de agua, pueden representar una parte considerable de la demanda calórica. Se estima que la recolección o cultivo de alimentos y la recolección de leña requieren en conjunto el mismo número de calorías que demanda sólo la recolección de agua (en base al estimado que la distancia recorrida para dichas tareas es aproximadamente la misma que para la recolección de agua y que ambas tareas se realizan en forma simultánea). Cuando estos números se suman, el porcentaje acumulado para las mujeres embarazadas es del 25% y el porcentaje para las mujeres que están amamantando a sus hijos es de 53%, es decir, más de la mitad de su ingestión diaria de calorías. Si se agrega el 30% que se requiere para el metabolismo nocturno, a la mujer que da de lactar sólo le queda un 7% de su calorías diarias para destinarlas a otras tareas y a la mujer embarazada le queda el 45%.

Si una madre puede reducir ese 9% o más de su consumo de calorías destinado a tareas de recolección de agua llevándolo a quizás un 1%, entonces

**Cuadro 1-4** Demanda calórica que requieren las mujeres del África Oriental para realizar diversas tareas domésticas. (En kilocalorías y como porcentaje del consumo diario de calorías.)

| Tarea                                | Demanda (Kcal/día) | Consumo diario (Porcentaje) |
|--------------------------------------|--------------------|-----------------------------|
| Metabolismo nocturno                 | 840                | 30                          |
| Embarazo                             | 200                | 7 <sup>1</sup>              |
| Crianza de niños (lactancia)         | 1,000              | 35 <sup>2</sup>             |
| Recolección de alimentos/cultivo     | 120                | 4.5                         |
| Recolección de leña                  | 120                | 4.5                         |
| Recolección y transporte de agua     | 240                | 9 <sup>3</sup>              |
| Otras labores domésticas             | 60                 | 2                           |
| Actividad comercial                  | 60                 | 2                           |
| Consumo promedio de calorías por día | 2,840 <sup>4</sup> |                             |

<sup>1</sup> Academia Nacional de Ciencias (1970).

<sup>2</sup> Ver nota 1.

<sup>3</sup> White, G. y otros (1972).

<sup>4</sup> Gale, G.W. (1960).

<sup>1</sup> Esta sección se basa en gran medida en las ideas desarrolladas por el Dr. Raymond B. Iseley, Director Asociado del proyecto WASH, Rosslyn, Va.

ella tendría esa energía adicional para su embarazo, para amamantar al niño, para realizar otras tareas caseras o para ella misma. Un comentario sugestivo sobre estas relaciones se encuentra en el estudio de White y otros (1972) en el África Oriental. Cuando se preguntó a las mujeres de zonas rurales qué harían con el tiempo que ahorrarían teniendo un sistema entubado de agua, ellas casi sin dudarlo estuvieron de acuerdo en que preferirían dedicarlo a las labores domésticas (como la costura y la cocina) y casi no manifestaron pesar ante la potencial pérdida del contacto social en el río, pozo o manantial.

El agua puede contaminarse en diversos puntos, incluyendo a la misma fuente (manantial, pozo o laguna), el receptáculo, los recipientes domésticos de almacenamiento, o la taza (White y otros, 1972). Si el infante se alimenta artificialmente, el agua contaminada puede conducir a una rápida multiplicación de organismos en una fórmula preparada antihigiénicamente. El agua contaminada empleada para mezclar la mazamorra o la papilla para niños de tierna edad es otro peligro potencial.

Por lo tanto, la prevención de la diarrea requiere más que un simple mejoramiento de la calidad del agua en la fuente o inclusive de su accesibilidad; también comprende la protección del agua de la fuente en los recipientes de transporte, en los almacenamientos y durante la manipulación. La prevención implica utilizar agua confiable en el lavado de las manos, utensilios y recipientes, así como el empleo de medios sanitarios apropiados para la disposición de aguas residuales, tales como letrinas de pozo y fosos de basura. Este no es un problema relacionado sólo con el agua sino con el uso del agua y con toda la conducta humana asociada a ello. Si el Decenio del Agua Potable y del Saneamiento logra su objetivo de mejorar la salud de los niños, será solamente a través de un enfoque integral respecto a la prevención de la diarrea.

## ABASTECIMIENTO DE AGUA Y NUTRICIÓN

La interacción entre diarrea y desnutrición es bien conocida. La relación entre los sistemas de abastecimiento de agua contaminados y la desnutrición causada por la mala absorción de alimentos, la que a su vez está asociada a episodios de enfermedades entéricas graves o frecuentes, ha sido bien establecida (Chen, 1980).

## AGUA, SANEAMIENTO Y ATENCIÓN PRIMARIA DE LA SALUD

La disponibilidad y uso de sistemas de abastecimiento de agua potable adecuados, así como de medios higiénicos de disposición de residuos, constituyen partes integrales de la atención primaria de la salud, reconocidas y recomendadas en la Conferencia Internacional sobre Atención Primaria de la Salud llevada a cabo por la OMS y UNICEF en Alma Ata en 1978 (VII Declaración).

Las medidas tomadas en el abastecimiento de agua y el saneamiento deben estar integradas con otras actividades de la atención primaria de la salud, particularmente con la educación y promoción de la salud tanto en el hogar como en la comunidad, al igual que con la atención materno-infantil. Los ejemplos que parecen ser obvios, pero que con frecuencia no se toman en cuenta, incluyen la protección sanitaria del almacenamiento doméstico de agua contra la contaminación y reproducción de mosquitos, el fomento a la alimentación del niño con leche materna, el uso de agua potable en la preparación de los alimentos de crianza para niños pequeños, al igual que el fomento al uso de agua potable y a la disposición sanitaria de excretas. Debido a que en muchos países los sistemas de agua y saneamiento pueden estar a cargo de autoridades no pertenecientes al sector salud, el diseño del proyecto requerirá especial atención en cuanto a la relación y coordinación entre agencias y en cuanto a la capacitación complementaria de los trabajadores sanitarios de la comunidad (por ejemplo, enseñarles cómo realizar estudios sanitarios simplificados).

No podrá conseguirse un total cumplimiento de los objetivos de la atención primaria de la salud tan sólo mediante informaciones respecto al abastecimiento de agua u otro tipo de atención primaria de la salud. La mayor parte de los programas concretos a nivel mundial incorporarán una combinación de actividades; sin embargo, para muchos países pobres, el programa será necesariamente incompleto. Esto significa que el nivel y la cobertura de las actividades de atención primaria de la salud deben sopesarse de acuerdo a su contribución con los objetivos nacionales vigentes, en cuanto a la salud y otros aspectos. Esto no puede determinarse a priori, sino que debe adaptarse a las circunstancias específicas, incluyendo la capacidad de las instituciones locales, su personal y su interés

en encontrar fuentes; de igual manera, a la infraestructura ya existente, a las necesidades y los deseos expresados por la población local y a la fuerza de otros sectores relevantes como agricultura, educación y otros.

### Bibliografía sobre agua y salud humana

- Baker, William H. "Perspectives on Acute Enteric Disease Epidemiology and Control" (Perspectivas en la epidemiología y control de las enfermedades entéricas agudas) *Pan American Health Organization Bulletin*. 9(2): 148-156. 1975.
- Benenson, Abram S., editor. *Control of Communicable Diseases in Man* (Control de enfermedades transmisibles del hombre), 12a. edición. American Public Health Association. Washington. 413 págs. 1975.
- Chen, Lincoln C. "Estimating the Health Benefits of Improved Water Supply Through Assessment of Nutritional Status in Developing Countries" (Estimación de los beneficios de un abastecimiento mejorado de agua sobre la salud mediante la evaluación del estado nutricional en los países en vías de desarrollo). Ensayo Inédito. 20 págs. 1980.
- Comité Mixto UNICEF-OMS sobre Política de Salud. "UNICEF/WHO Joint Study on Water Supply and Sanitation Components of Primary Health Care" (Estudio Conjunto UNICEF/OMS sobre los Componentes de Abastecimiento de Agua y Saneamiento de la Atención Primaria de la Salud). *JC 22/UNICEF-WHO 79.3*. Organización Mundial de la Salud. Ginebra. 30 págs. 1979.
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua. "Report on Community Water Supplies" (Informe sobre sistemas comunitarios de abastecimiento de agua). E/Conf. 70/14. Nueva York, 1977.
- Cvjetanovic, B. "Epidemiology and Control of Water—and Food-Borne Infections" (Epidemiología y control de las infecciones transmitidas mediante agua y alimentos). En: Hobson, W., editor. *The Theory and Practice of Public Health*. 4ta. edición. Oxford University Press, Londres. Pp. 216-231. 1975.
- Environmental Protection Agency. *National Interim Primary Drinking Water Regulations* (Normas nacionales transitorias sobre agua potable). EPA-570/9-76-003. 1976.
- Feachem, Richard G., Bradley, Davis J., Garelick, Hemda y Mara, D. Duncan. "Health Aspects of Excreta and Sullage Management —A state of the Art Review" (Aspectos sanitarios del manejo de excretas y aguas grises —Una revisión del avance tecnológico). *Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation*. World Bank, Washington. 317pp. 1980.
- Frost, Wade Hampton, *Papers of Wade Hampton Frost M.D. A Contribution to Epidemiological Methods* (Una contribución a los métodos epidemiológicos). Kenneth F. Maxcy, editor. Commonwealth Fund. Nueva York. 628pp. 1941.
- Gale, G.W. "Food Balance Sheets for the African Populations of East Africa" (Hojas de control del equilibrio alimenticio de las poblaciones del África Oriental). *East African Medical Journal* 37: 410-17. 1981.
- Gwatkin, Davison. "How Many Die? A Set of Demographic Estimates of the Annual Number of Infant and Child Deaths in the World" (¿Cuántos mueren? Un conjunto de estimados demográficos sobre el número de muertes anuales de infantes y niños en el mundo). *American Journal of Public Health*. 70: 1286-1289. 1980.
- Hughes, James M. "Potential Impacts of Improved Water Supply and Excreta Disposal on Diarrhoeal Disease Morbidity: An Assessment Based on a Review of Published Studies" (Impactos potenciales de los sistemas mejorados de abastecimiento de agua y de saneamiento sobre la morbilidad debido a enfermedades diarreicas: Una evaluación en base a la revisión de estudios publicados). World Health Organization, Diarrhoeal Disease Control Programme. Ginebra, 36pp. 1981.
- Isley, Raymond B. "The Relationship Between Accesible Safe Water And Adequate Sanitation and Maternal and Child Health —Looking Forward to the Drinking Water and Sanitation Decade" (La relación entre un abastecimiento de agua potable accesible y un saneamiento adecuado con la salud materno-infantil —Hacia el Decenio del Agua Potable y el Saneamiento). *Water Supply and Management*. 5(6): 417-424. 1981.
- Johnson, George A. "The Typhoid Toll" (Las muertes por tifoidea). *Journal of the American Water Works Association*. 3(2): 249-313. 1916.
- Kawata, Kazuyoshi. "Water and Other Environmental Interventions —the Minimum Investment Concept" (Agua y otras medidas ambientales —el concepto de la mínima inversión). *American Journal of Clinical Nutrition*. 31: 2114-2123. 1978.
- Koch, R. Professor Koch on the Bacteriological Diagnosis of Cholera, Water Filtration and Cholera, and the Cholera in Germany During the Winter of 1892-1893 (El profesor Koch respecto al diagnóstico bacteriológico del cólera, las filtraciones de agua y el cólera en Alemania durante el invierno de 1892-93). Traducido al inglés por G. Duncan. David Douglas, editor. Edinburgh. 1894.
- McJunkin, F. Eugene. *Community Water Supply in Developing Countries* (Abastecimientos comunales de agua en los países en vías de desarrollo). Agency for International Development. Washington. 85pp. 1969.
- McKeown, Thomas y Record, R.G. "Reasons for the Decline of Mortality in England and Wales during the Nineteenth Century" (Razones para el descenso en la mortalidad en Inglaterra y Gales durante el siglo XIX). *Population Studies*. 16(2): 94-122. 1962.
- Miller, Arthur P. *Water and Man's Health* (Agua y salud del hombre). Agency for International Development. Washington. 92pp. 1962.
- Nash, T.A.M. "The Ecology of the West African Riverine Species of TseTse in Relation to Man-fly contact" (La ecología de las especies ribereñas de moscas TseTse del África Oriental en relación con el contacto hombre-mosca). Capítulo 32 en Mulligan, H.W., editor. *The African*

- Trypanosomiasis. Wiley Interscience, Nueva York. Pp. 602-613. 1970.
- National Academy of Sciences. Maternal Nutrition and the Course of Pregnancy (Nutrición materna durante el embarazo). National Academy of Sciences. Washington. 1970.
- National Academy of Sciences. Drinking Water and Health (Agua potable y salud). Washington. 939pp. 1977.
- Organización Mundial de la Salud. International Standards for Drinking Water (Normas internacionales para el agua potable). 3ra. ed. Organización Mundial de la Salud, Ginebra. 1971.
- Organización Mundial de la Salud. "Community Water Supply and Wastewater Disposal (Mid-Decade)" (Sistemas comunitarios de abastecimiento de agua y disposición de aguas residuales (Mediados del Decenio)). World Health Statistics Report. Vol 29, No. 10. 1976.
- Organización Mundial de la Salud, Oficina Regional para el Asia Sudoriental. "Community Water Supply and Excreta Disposal in South-East Asia" (Sistemas comunitarios de abastecimiento de agua y disposición de aguas residuales en el Asia sudoriental). WHO Regional Publication, South-East Asia Series, No. 4. Nueva Delhi, 1977.
- Organización Mundial de la Salud. Primary Health Care (Atención primaria de la salud) (Informe de la Conferencia Internacional OMS-UNICEF sobre Atención Primaria de la Salud, Alma Ata, URSS, 6-12 de septiembre de 1978). Organización Mundial de la Salud, Ginebra. 79pp. 1978a.
- Organización Mundial de la Salud; "Control of Diarrhoeal Diseases: WHO's Program Takes Shape" (Control de enfermedades diarreicas: El programa de la OMS toma forma). *WHO Chronicle*. 32: 369-372, 1978b.
- Organización Mundial de la Salud. "Environmental Health and Diarrhoeal Disease Prevention" (Salud ambiental y prevención de enfermedades diarreicas). (Informe de un grupo científico). WHO Document No. WHO/DDO/80.5. Ginebra. 32pp. 1980.
- Pineo, C.S. y Subramanyan, D.V. "Community Water Supply and Excreta Disposal in the Developing Countries: A Commentary" (Sistemas comunales de abastecimiento de agua y saneamiento en los países en vías de desarrollo: Un comentario). WHO Offset Publication No. 15, Ginebra. 1975.
- Rohde, Jon Eliot y Northrup, Robert S. "Taking Science Where the Diarrhoea Is" (Llevando la ciencia a donde existe diarrea). En: *Acute Diarrhea in Childhood*. Elsevier, Amsterdam. Pp. 339-366. 1976.
- Rowland, M.G.M. y McCollum, J.P.K. "Malnutrition and Gastroenteritis in the Gambia" (Desnutrición y gastroenteritis en Gambia). *Transactions Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*. 71(3): 199-203. 1977.
- Saunders, Robert J. y Warford, Jeremy J. "The Goal of Improved Health". (La meta de una salud mejorada) Cap. 2, pp. 31-85 y "Improved Water Supply and Sanitation: Studies of Its Impact on Health" (Sistemas mejorados de abastecimiento de agua y de saneamiento: Estudios sobre sus impactos en la salud). Apéndice A, pp. 205-221. En: *Village Water Supply, Economics and Policy in the Developing World*. Banco Mundial/Johns Hopkins Univ. Press, Baltimore, 279pp. 1976.
- Sedgewick, W.T. y MacNut, J. Scott. "On The Mills-Reincke Phenomenon and Hazen's Theorem Concerning the Decrease in Mortality from Diseases Other than Typhoid Fever Following the Purification of Public Water Supplies" (Sobre el fenómeno Mills-Reincke y el teorema de Hazen respecto al descenso en la mortalidad por otras enfermedades aparte de la fiebre tifoidea luego de la purificación de los sistemas públicos de abastecimiento de agua). *Journal of Infectious Diseases*. 7(4): 489-564. 1910.
- Snow, John. On the Mode of Communication of Cholera (Sobre las formas de contagio del cólera). Segunda edición ampliada. John Churchill, Londres. 162pp. 1854. Reimpreso con material adicional por The Commonwealth Fund, Nueva York. 1936.
- Unrau, G.O. "Water Supply and Schistosomiasis in St. Lucia" (Abastecimiento de agua y esquistosomiasis en Santa Lucía). *Progress in Water Technology*. 11(1/2): 181-190. 1978.
- Vigésima Novena Asamblea Mundial de la Salud. "Community Water Supply And Wastewater Disposal (Mid-Decade Progres Report)" (Sistemas comunitarios de abastecimiento de agua y disposición de aguas residuales. (Informe de avance a mediados del decenio)). Doc. A29/12 Rev. 1. World Health Organization, Ginebra. 15 págs. más anexos. 6 de mayo de 1975.
- Wain, Harry. A History of Preventive Medicine (Historia de la medicina preventiva). Charles C. Thomas, editor. Springfield, III. 405pp. 1970.
- Wall, Hohn W. y Keeve, J.P. "Water Supply, Diarrheal Disease, and Nutrition: A Survey of the Literature and Recommendations for Research" (Abastecimiento de agua, diarrea y nutrición: Un estudio bibliográfico y recomendaciones para la investigación). Banco Internacional para la Reconstrucción y el Desarrollo, Washington. Mimeo-grafiado. 30pp. más la bibliografía anotada (71pp.). -Septiembre 1974.
- White, Gilbert F., Bradley, David J. y White 'Anne U.; Drawers of Water, Domestic Water Use in East Africa (Recolectores de agua, uso doméstico del agua en el África Oriental)' University of Chicago Press, Chicago. 30pp. 1972.
- Zaheer, Mohd, Prasad, B.G', Govil, K.K. y Bhadury, T. "A Note on Urban Water Supply in Uttar Pradesh" (Una observación sobre el abastecimiento urbano de agua en Uttar Pradesh)' *Journal Indian Medical Association*. 38(4): 177-182. 1962.

# Enfermedades transmitidas a través del agua

## INTRODUCCIÓN

### Definición

Estas son enfermedades en las cuales el patógeno, es decir, un agente o microorganismo productor de enfermedad, ingresa al cuerpo como un componente pasivo del agua ingerida. En una definición pragmática, se deben incluir otros dos criterios:

1. Un porcentaje significativo de la enfermedad es transmitida por vía del agua ingerida y
2. como corolario, la eliminación del patógeno presente en el agua ingerida tendrá en muchos casos un impacto significativo sobre la incidencia de la enfermedad; en otras palabras, el suministro de agua potable segura tendrá un efecto significativo sobre la transmisión de la enfermedad.

Las enfermedades transmitidas por el agua pueden además categorizarse como aquellas originadas por organismos microbiológicos y aquellas producidas por sustancias tóxicas inanimadas suspendidas o disueltas en el agua. Una diferencia importante entre las dos subcategorías es que las enfermedades producidas por organismos microbiológicos generalmente se manifiestan en los individuos en episodios agudos, mientras que las producidas por sustancias químicas tóxicas pueden manifestarse tanto en forma aguda como en forma acumulativa crónica, dependiendo de su concentración en el agua.

### Enfermedades microbiológicas transmitidas por el agua: transmisión fecal-oral

Muchas de estas enfermedades se transmiten por

vía “fecal-oral” o “ano-a-boca”. Las fuentes de agua potable son contaminadas por excretas humanas (o en algunas enfermedades “zoonóticas” por excretas de animales) evacuadas por alguien con una infección. Esa persona puede estar enferma o ser un “portador”. Un portador hospeda dentro de su cuerpo los organismos patógenos sin manifestar síntomas. Frecuentemente, los portadores son más importantes en la transmisión que las personas realmente enfermas. Mary “Tifoidea” Mallon es un ejemplo clásico. Trabajando como cocinera en casas y hospitales del estado de Nueva York hace medio siglo, Mary Mallon transmitió la fiebre tifoidea a miles de infortunadas víctimas.

La mayoría de las enfermedades de vía fecal-oral se manifiestan en el tracto intestinal, es decir, son “enfermedades entéricas”. El síndrome más frecuente es la diarrea, es decir, deposiciones sueltas frecuentes. El agente etiológico, es decir, el patógeno, podría ser uno de los muchos organismos candidatos, incluyendo a los virus. Estas enfermedades también pueden propagarse a otras partes del cuerpo.

### Otras vías

Los animales también transmiten algunas enfermedades relacionadas con el agua. La leptospirosis, por ejemplo, puede transmitirse por vía de agua contaminada por la orina de ratas infectadas. La tularemia puede transmitirse por la orina de conejos infectados.

La filaria o dracontiasis, una enfermedad importante aunque localizada, se transmite exclusivamente a través del agua ingerida. Los huevos de la lombriz ingresan al agua procedentes de la lombriz

madre cuando ésta sale de la piel de una persona infectada que está recolectando agua en un pozo, un estanque o una corriente no protegidos. Los huevos son ingeridos por un pequeño crustáceo de la especie de los *ciclopodos* que habita en el agua, desarrollándose hasta su etapa de infección. El hombre ingiere los copépodos infectados al beber agua de la fuente contaminada. Las larvas de la filaria se liberan durante la digestión y migran a través de las vísceras hacia los tejidos subcutáneos debajo de la piel. Desde aquí, la lombriz hembra grávida sale a través de una ampolla ulcerada en la piel, descargando los huevos en el agua y reiniciando el ciclo.

### Enfermedades transmitidas por el agua mediante agentes químicos o físicos

Las enfermedades debido a agentes químicos o físicos son causadas por la ingestión de agua que contiene sustancias dañinas o tóxicas. No es común que el daño sea agudo sino que normalmente se presenta luego de una ingestión a largo plazo de bajas concentraciones. Muchas de las sustancias tóxicas provienen de actividades del hombre, como la fumigación de pesticidas. Otras pueden presentarse en forma natural —el arsénico es un ejemplo, afortunadamente poco frecuente.

En los Estados Unidos, la atención de las investigaciones se ha centrado recientemente en el papel que desempeña el abastecimiento de agua en la incidencia del cáncer y de enfermedades cardiacas. Existirá una relación entre algunos tipos de cáncer y la gran cantidad de productos químicos orgánicos que encuentran su vía de acceso en los sistemas de abastecimiento de agua de las áreas industriales. ¿Estarán las enfermedades cardiacas relacionadas con la dureza del agua u otros parámetros de calidad del agua? Hasta el momento, los estudios son conflictivos y controversiales. Aun bajo los supuestos más negativos, sólo un reducido número de personas se verían afectadas. El costo de eliminar algunos productos químicos del agua potable requeriría enormes inversiones.

En los países pobres, donde mueren grandes cantidades de niños debido a enfermedades convencionales transmitidas por el agua, la prioridad se manifiesta en “un abastecimiento adecuado para la mayoría más que un abastecimiento perfecto para las minorías”. En muchos lugares, todo el problema podría obviarse con una selección juiciosa de las fuentes de agua.

### Resumen de las enfermedades transmitidas por el agua

El cuadro 2-1 resume las enfermedades transmitidas por el agua. En un orden aproximado, las más importantes son las enfermedades diarreicas, el cólera, la tifoidea, la disentería bacilar o shigelosis, la filaria y la leptospirosis. Las diarreas frecuentemente no son específicas, pero en la mayoría de los casos los agentes son bacterias *E. coli* y virus entéricos, particularmente los rotavirus.

## AMEBIASIS

### Introducción

Aunque el término amebiasis realmente significa infección con amebas, por lo general, dicha palabra se utiliza para designar la infección del intestino grueso, producida por la *entameba histolytica*, ya que es la única de las seis especies de amebas que parasitan naturalmente en el intestino humano que causa una enfermedad significativa. No obstante, la *Dientameba fragilis* aparentemente puede causar síntomas intestinales leves.

La amebiasis se encuentra en todo el mundo, afectando quizás a un 10% de la población mundial. La prevalencia en áreas con higiene o saneamiento deficiente es mucho mayor, frecuentemente un 30%, y en algunos países en vías de desarrollo llega hasta un 83% (OMS, 1969).

En la mayoría de los individuos afectados, la amebiasis se encuentra en un estado portador asintomático, pero puede producir enfermedades que van desde diarreas crónicas leves hasta disenterías fulminantes. Pueden presentarse complicaciones extraintestinales a través de la propagación de amebas por vía de la corriente sanguínea o de una ulceración y perforación intestinal causadas por la ameba invasora. Las complicaciones más frecuentes son abscesos al hígado y peritonitis. El índice de casos fatales generalmente es menor del 5% (Plorde, 1977).

### Transmisión

El hombre se contagia con la *E. histolytica* al ingerir los quistes (los únicos portadores del contagio) que llegan a su boca a través de alimentos, agua y otros objetos contaminados fecalmente, por ejemplo, los dedos. La transmisión es mayor en áreas con saneamiento deficiente.

Cuadro 2-1 Enfermedades transmitidas por el agua<sup>1</sup>

| <i>Fuentes microbiológicas enfermedad o síndrome<sup>3</sup></i> | <i>Vías de tipo fecal-oral<sup>2</sup></i>  |
|--|---|
| <i>Disentería amébrica (Amebiasis)</i>                           | Epidémicamente es transmitida principalmente a través del agua, endémicamente se propaga a través del agua, alimentos y contacto mano-a-boca. Es resistente a la cloración.   |
| Ascariasis (Lombriz gigante)                                     | Generalmente transmitida a través del suelo, pero también en ocasiones por el agua.   |
| <i>Disentería bacilar (Shigellosis)</i>                          | También a través de comidas, leche, moscas y contacto directo.  |
| Disentería balantidial (Balantidiasis)                           | Epidémicamente, principalmente a través del agua. Endémicamente, a través de agua, comidas y moscas.  |
| Enteritis campilobacteriana                                      | Sólo recientemente se le ha reconocido como una causa importante de la diarrea pediátrica.  |
| Cólera (Clásico y El tor)  | Enfermedad clásica transmitida por el agua. Actualmente pandémica. Alto índice de mortalidad en los casos no tratados.  |
| Coccidiosis  | Rara, benigna.  |
| Diarreas (Incluye diarreas infantiles y gastroenteritis)         | Síndromes clínicos de etiología variada, generalmente no identificada; ataca especialmente en los países menos desarrollados donde aparece con frecuencia como una de las principales causas de muerte. Principalmente de vía fecal-oral.   |
| <i>E. coli</i> (Enteroinvasiva, enteropatógena y enterotóxica)   | Creciente comprensión de su rol en las diarreas de niños y viajeros.  |
| <i>Virus entéricos</i>   | Muchos son patógenos. Su rol no es bien comprendido. Pueden causar enfermedades del sistema nervioso central.   |
| <i>Giardiasis</i>  | Recibe cada vez mayor atención. Es resistente a la cloración.   |
| Virus de hepatitis A.  | Varias rutas de transmisión. Incluyendo la fecal-oral. En 1955-56 se produjo en Nueva Delhi una epidemia de 30,000 casos.   |
| Anquilostomiasis y estrongiloidiasis                             | Normalmente, la larva del suelo penetra en la piel desnuda, generalmente del pie. También puede transmitirse por agua.  |
| Enfermedad hidatídica (Echinococcosis)                           | Se transmite mediante la ingestión de huevos infectados en agua y alimentos contaminados por heces de perros.   |
| <i>Otros vibriones aparte del cólera</i>                         | Cada vez más reconocidos como una causa de diarreas.  |
| <i>Infección viral Norwalk</i>                                   | Aparentemente, una causa significativa de diarreas.   |
| <i>Fiebre paratifoidea</i>                                       | Contacto directo o indirecto con heces y orina de paciente o portador. Generalmente se propaga indirectamente a través de alimentos, especialmente leche y mariscos, y ocasionalmente a través del suministro de agua.  |
| Poliomielitis  | Se ha observado transmisión vía agua, pero es rara.   |
| <i>Infección de rotavirus</i>                                    | Agente de diarrea infantil recientemente identificado. Probablemente fecal-oral.  |
| <i>Salmonelosis</i>  | Enfermedad gastroenterítica aguda, infecciosa; generalmente se propaga a través de alimentos contaminados fecalmente. Se sabe de epidemias transmitidas por agua; por ejemplo, 15,000 casos en Riverside, California, en 1966, debido a la contaminación de un sistema público de agua. |
| Esquistosomiasis   | Puede transmitirse a través del agua, pero la penetración por la piel es la principal puerta de entrada.  |
| <i>Diarrea de viajeros</i>                                       | Frecuentemente causada por uno de los muchos serotipos de bacteria <i>E. coli</i> .   |
| Tricuriasis (Lombriz latigoforme)                                | Generalmente se transmite por el suelo, pero ocasionalmente también por el agua.  |
| <i>Fiebre tifoidea</i>   | Se transmite a través de agua y alimentos contaminados. Los portadores urinarios son frecuentes en áreas con <i>S. hematobium</i> .   |
| Yersinosis   | De alcance mundial, pero escasamente reconocida.  |

<sup>1</sup> Transmitidas por ingestión de agua potable contaminada.<sup>2</sup> En algunas enfermedades de vía fecal-oral, los organismos patógenos pueden encontrarse también en la orina (como en la tifoidea) o en el vómito (como en el cólera).<sup>3</sup> Las enfermedades de mayor importancia se encuentran en cursivo.

Cuadro 2-1 (Continuación).

| <i>Otras vías</i>  |   |   |
|--|---|---|
| <i>Enfermedad o síndrome</i>   | <i>Observaciones</i>  |   |
| Antrax<br>Brucelosis<br>Cisticercosis<br>(Lombrices de la vejiga)<br>Gongilonomiasis<br>(Lombricilla filiforme<br>escutiforme)<br>Filariasis<br>(Dracontiasis)<br><br>Sanguijuelas (Hirudiniasis)<br><i>Leptospirosis</i><br>(Enfermedad de Weil)<br>Enfermedad del tremátodo<br>(Clonorchiasis y otras)<br><br>Melioidosis<br>Sparganosis<br><br><i>Tularemia</i> | <p>Transmisión por agua potable, dudosa, aunque citada por varios autores. Documentada, pero probablemente muy escasa.</p> <p>Ingestión de los huevos a través de alimentos o agua. Infección larval con <i>T. solium</i>. Otras vías de transmisión. Enfermedad grave.</p> <p>Rara. Ingestión de agua que contiene larvas de insectos huéspedes desintegrados.</p> <p>Ruta de transmisión compleja con vector intermedio (ciclópodo). No utiliza vía fecal-oral. Se encuentra sólo en los países en vías de desarrollo y se transmite sólo por agua.</p> <p>Infestación a través de sanguijuelas acuáticas de corta edad.</p> <p>Una zoonosis. Su transmisión más frecuente es por el contacto de la piel con agua contaminada.</p> <p>Ocasionalmente por ingestión de agua potable que contiene metacercaria de pescado descompuesto. La mayoría de casos se da por comer pescado crudo.</p> <p>Rara. Sudeste asiático.</p> <p>Ingestión de agua que contiene ciclópodos infectados con ciertas larvas cestodas. Otras rutas de transmisión.</p> <p>Ingestión de agua no tratada de cuencas donde dicha infección predomina entre los animales silvestres; los conejos constituyen uno de los varios mecanismos de transmisión.</p> |   |
| <i>Fuentes químicas y otras</i>  |   |   |
| <i>Fuente</i>  | <i>Enfermedad o síndrome</i>  | <i>Observaciones</i>  |
| Metales  | Toxicosis   | Ingestión de metales (provenientes de fuentes naturales o de actividades humanas) con el agua potable, los alimentos o el aire. Estos incluyen arsénico, cadmio, cobre, cromo, plomo, mercurio, selenio, vanadio, zinc y otros. Puede ser de importancia a nivel regional; por ejemplo, el arsénico en lugares de la Argentina. |
| Productos químicos orgánicos   | Toxicosis, cánceres, mutaciones y defectos congénitos   | Ingestión de ciertos productos químicos, especialmente ciertas sustancias químicas orgánicas sintéticas, incluyendo algunos pesticidas. También algunos subproductos trihalometanos de la cloración son posibles cancerígenos. En la actualidad no representa un problema de alta prioridad en los países subdesarrollados.     |
| Radionúclidos  | Cánceres  | Radioactividad natural y artificial. En la actualidad no son de alta prioridad en los países subdesarrollados.  |
| Dureza   | <i>Enfermedades cardiovasculares</i>  | Cierta evidencia epidemiológica indica una correlación inversa entre las enfermedades cardiovasculares y la dureza del agua potable.  |
| Otras  | Fluorosis   | Daño producido en los dientes y en los huesos como resultado de la ingestión a largo plazo de altas concentraciones de fluoruros naturales.   |
|  | Metahemoglobinemia  | Grave, algunas veces conduce a un envenenamiento mortal en los niños que ingieren agua de pozos con contenido de nitratos (NO <sub>3</sub> ) en concentraciones mayores a 45 mg/litro   |



Cuadro 2-1 Enfermedades transmitidas por el agua<sup>1</sup>

| Fuentes químicas y otras |  |   |
|--------------------------|--|---|
| Fuente                   | Enfermedad o Síndrome  | Observaciones   |
|                          | Bocio endémico,<br>asbestosis y<br>mesotelioma<br>Hipertensión | Agua deficiente en yodo o con bociógenos. Se sabe que el asbesto en los pulmones produce cáncer. Aún no se conoce su efecto en el tracto intestinal.<br>Se requieren dietas bajas en sodio para ciertos sectores de la población. |

Entre las posibles fuentes de contagio tenemos la contaminación del agua utilizada para beber y preparar comidas, el uso de excrementos como fertilizantes para vegetales que se comen crudos, la falta de lavado de las manos, especialmente en el caso de personas encargadas de manipular alimentos y la contaminación mecánica de los alimentos por parte de moscas y cucarachas. El estado general de salud y nutrición de la población afectada es un factor importante en la gravedad de la enfermedad. De igual manera, los tipos de *E. histolytica* aislados en áreas tropicales generalmente son más virulentos que aquellos de zonas templadas (OMS, 1969).

### Abastecimiento de agua

Ciertos factores son relevantes para comprender el rol que desempeña el abastecimiento de agua en la transmisión y prevención de la amebiasis:

1. La amebiasis se manifiesta principalmente en forma endémica. El período de incubación varía desde unos cuantos días hasta varios meses o años, aunque lo más común es que dure de 2 a 4 semanas. Por lo tanto, los "picos" epidémicos casi no son visibles y con frecuencia pasan despercebidos por la comunidad. Además, muchas personas hospedan la *E. histolytica* sin desarrollar la enfermedad, pero pueden ir transmitiendo los quistes durante años. De igual manera, múltiples fuentes de infección son comunes.
2. Un abastecimiento de agua contaminado con *E. histolytica* puede dar como resultado una epidemia de amebiasis. El primer brote reconocido como transmitido por el agua ocurrió en 1933 en Chicago, donde una conexión cruzada dió como resultado una epidemia de 1,409 casos con 98 muertes (Bundesen 1936).

A pesar de brotes espectaculares de este tipo, la mayoría de casos tienen como origen probablemente una contaminación acumulativa y crónica. Sin embargo, estas epidemias sirven para recordar la necesidad de supervigilar la calidad del agua potable.

3. Los quistes de *E. histolytica* pueden sobrevivir durante semanas en el agua.
4. Los quistes sobreviven a la cloración normal. Para garantizar su eliminación, se requiere de una filtración preferentemente a través de tierra diatomea (Chang y Fair, 1941).
5. El "refrescamiento" de los vegetales crudos mediante el rociado de agua contaminada con quistes puede derivar en una transmisión.
6. Es importante el lavado de las manos luego de la defecación.

Existe poca información cuantitativa disponible sobre la relación existente entre amebiasis y abastecimiento de agua. Un estudio en Lagos, Nigeria (Oyerinde y otros, 1979) estimó que la prevalencia de la amebiasis en personas que tenían agua de grifo en sus viviendas era del 12.6%. El índice entre aquellos que bebían agua de pozo era del 23.4%. Los autores sugieren que el mayor índice de prevalencia de la amebiasis entre los usuarios de agua de pozo podría tener como causa la contaminación originada por las letrinas de foso cercanas a los pozos y por los recipientes usados para extraer el agua. Aquellos que utilizan papel higiénico para la limpieza luego de la defecación presentan un índice de infección menor (9.9%) que los que emplean agua (14.6%).

### Bibliografía sobre amebiasis

- Boyd, John. "Some Observations on Human Amoebiasis" (Algunas observaciones sobre la amebiasis humana). *The*

- Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 64: 1-13, 1961.
- Bundesen, Herman N. y otros. "Epidemic Amebic Dysentery. The Chicago Outbreak of 1933" (Disentería amebica epidémica. La epidemia de Chicago de 1933). *National Institute of Health Bulletin* No. 166. 187 págs., más 3 gráficos. 1936.
- Chang, Shih Lu. "Viruses, Amebas and Nematodes and Public Water Supplies" (Virus, amebas y nemátodos y abastecimientos de agua). *Journal American Water Works Association*. 53: 288-296. 1961.
- Chang, S.L. y Fair, Gordon M. "Viability and Destruction of the Cysts of *Endameba histolytica*" (Viabilidad y destrucción de los quistes de *Endameba histolytica*). *Journal American Works Association*. 33(10): 1705-1715, 1941.
- Dive, D., Picard, J.P. y Leclerc, H. "Les Amibes dans les Eaux d'Alimentation: Evaluation des Risques". *Annales de Microbiologie*. 130A(4): 487-498. 1979.
- Faust, E.C. Amebiasis. Charles C. Thomas, Springfield, III. 154 págs. 1954.
- Juniper, Kerrison, Jr. "Amebiasis". Capítulo 63 en: Hoepflich, Paul D., editor, *Infectious Diseases*, segunda edición, Harper & Row, impresores, Hagerstown, Md. págs. 575-582. 1977.
- Le Maistre, Charles A., Sappenfield, Robert, Culbertson, Carl, Carter, F.N.R., Offutt, Andrew, Black, Harold y Brooke, Marion M. "Studies of a Water-Borne Outbreak of Amebiasis, South Bend, Indiana. I. Epidemiological Aspects" (Estudios sobre una epidemia de amebiasis transmitida por agua en South Bend, Indiana. I. Aspectos epidemiológicos). *American Journal of Hygiene*. 64: 30-45. 1956.
- MacFadzean, James A. y Pugh, I.M.L. "Amebiasis". Capítulo 24 en: Cruickshank, Robert y otros, *Epidemiology and Community Health in Warm Climate Countries*. Churchill Livingstone, Edimburgo. págs. 279-289. 1976.
- Monroe, Lee S. "Amebiasis" en: Bockus, Henry L., editor, *Gastroenterology*, Vol. 4., tercera edición, W.B. Saunders Co., Filadelfia. págs. 195-219. 1976.
- Newton, Walter L. "Water Treatment Measures in Control of Amebiasis" (Medidas de tratamiento de agua en el control de la amebiasis). *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 6: 487-498. 1957.
- Offutt, Andrew C., Poole, Blucher A. y Fassnacht, George G. "A Water-Borne Outbreak of Amebiasis" (Una epidemia de amebiasis transmitida por agua). *American Journal Public Health*. 45: 488-491. 1955.
- Organización Mundial de la Salud. "Amebiasis". Technical Report Series No. 421. Ginebra. 52 págs. 1969.
- Oyerinde, J.P.O., Alonge, A.A., Adegbite-Hollist, A.F. y Ogunbi, O. "The Epidemiology of *Entamoeba histolytica* in a Nigerian Urban Population" (La epidemiología de la *Entamoeba histolytica* en una población urbana de Nigeria). *International Journal of Epidemiology*. 8(1): 55-59. 1979.
- Platou, R.V. y Beaver, P.C. "Intestinal Protozoa" (Protozoarios intestinales). En: Jelliffe, D.B., editor, *Diseases of Children in the Subtropics and Tropics*, William & Wilkins Co., Baltimore. págs. 429-434. 1970.

Plorde, James J. "Amebiasis". Capítulo 214 en: Thorn, George W. y otros, editores, *Harrison's Principles of Internal Medicine*, octava edición, McGraw-Hill Book Co., Nueva York. págs. 1066-1971. 1977.

Singh, B.N. *Pathogenic and Non-Pathogenic Amoebae* (Amebas patógenas y no patógenas). John Wiley & Sons. Nueva York. 235 págs. 1975.

## DISENTERÍA BACILAR (SHIGELOSIS)

### Introducción

La shigelosis es una enfermedad aguda, principalmente del intestino grueso, caracterizada por presentar diarreas, fiebre, náuseas, algunas veces calambres, vómitos y tenesmo. La shigelosis es una enfermedad grave con un índice significativo de mortalidad, especialmente en infantes y niños. Existen cuatro especies en su género: *Shigella Dysenteriae*, *S. flexneri*, *S. boydii* y *S. sonnei*. El tipo 1, *S. dysenteriae*, es el "bacilo shiga", aislado por Kiyoshi Shiga durante una severa epidemia que azotara al Japón en 1897, y que está asociado a un índice de mortalidad del 25%. La *S. dysenteriae* desapareció virtualmente después de 1920, hasta su reaparición en Centroamérica en 1969, con un estimado de 112,000 casos, de los cuales murieron, sólo en Guatemala, 8,300 durante los primeros 10 meses (Gangarosa y otros, 1970). La *S. sonnei* y la *S. flexneri*, en este orden, son las formas predominantes en los Estados Unidos. La enfermedad siempre ha encontrado su caldo de cultivo en las condiciones de sobrepoblación con saneamiento deficiente.

### Baja dosis de infección

Esta enfermedad sólo afecta a los humanos y algunos primates. Basta con ingerir una mínima proporción de organismos shigella para que se origine una enfermedad clínica. En el caso de la *S. dysenteriae*, es suficiente una cantidad tan reducida como de 10 a 100 bacterias para producir una enfermedad sintomática en un 10 a 40% de voluntarios adultos. Debido a que se requiere una cantidad minúscula de inoculación, la shigella puede propagarse por contacto, sin necesidad de un vehículo, tal como los alimentos, el agua o la leche, que amplifique la dosis de infección (Keusch, 1979). Lo único que se requiere es una capa delgadísima de heces infectadas sobre los dedos. Horas después de la

inoculación experimental de la bacteria en la piel, se ha cultivado regularmente de los dedos shigellas viables (Christie, 1968). Sin embargo, la probabilidad de transmisión se ve acrecentada cuando el saneamiento es pobre o existe la posibilidad de que los organismos lleguen al agua o a los alimentos. Se ha descubierto que la shigelosis epidémica con frecuencia se origina debido a dichas circunstancias, pudiéndose también incluir la existencia de sistemas defectuosos de abastecimiento de agua y saneamiento.

### Importancia de la cantidad del agua

La importancia de que la dosis de infección sea baja se mostró en una serie de estudios durante la década de 1950, los cuales se muestran en el cuadro 2-2. Los estudios realizados en base a comunidades pobres de los Estados Unidos y Guatemala mostraron que la adecuabilidad, e implícitamente la cantidad de agua disponible, así como la disposición apropiada de los excrementos tenían un impacto significativo sobre la prevalencia de la shigelosis. La prevalencia de dicha enfermedad en la comunidad podía variar hasta en 12 veces, dependiendo, por ejemplo, de la localización de las instalaciones de agua y de saneamiento.

### El rol del agua

Los estudios descritos en el cuadro y la baja dosis de infección han dado como resultado que se

tipifique a la shigelosis como una enfermedad "relacionada a la higiene con agua", Sin embargo, también es una enfermedad transmitida a través del agua. Black, Craun y Blake (1978), en un estudio de 15 años (1961-1975) sobre 110 brotes de shigelosis en los Estados Unidos, encontraron que 38 se transmitieron a través del agua, principalmente en pequeños abastecimientos de agua "semi-públicos". Un estudio realizado por Rosenberg y otros (1976) encontró que la transmisión se debía en mayor grado al contacto persona a persona; pero, la transmisión a través del agua tenía aún considerable importancia. Existe bibliografía sobre varias epidemias de gran magnitud transmitidas a través del agua, incluyendo aquellas que ocurrieron en Newton, Kansas (Kinneman y Beelman, 1944); con 3,000 casos en Roosevelt, Utah (Drachman y otros, 1960) y en Montrose, Escocia (Green y otros, 1968).

### Bibliografía sobre disentería bacilar (shigelosis)

- Baine, William B. y otros. "Waterborne Shigellosis at a Public School" (Shigelosis transmitida por el agua en una escuela fiscal). *American Journal of Epidemiology*. 101(4): 323-332. 1975.
- Beaty, Harry N. "Shigellosis". Cap. 141 en: Thorn, George W., y otros, editores. *Harrison's Principles of Internal Medicine*, octava edición, Mc. Graw-Hill Book Co. Nueva York. págs. 847-849. 1977.
- Beck, M.D., Muñoz, J.A. y Scrimshaw, N.S. "Studies on Diarrhoeal Diseases in Central America. Preliminary Findings on Cultural Survey of Normal Population Groups in Guatemala" (Estudios sobre enfermedades diarreicas

**Cuadro 2-2** Tasas de prevalencia<sup>1</sup> de *Shigella* de acuerdo a los niveles de abastecimiento de agua y saneamiento.

| <i>Instalaciones sanitarias por vivienda</i> | <i>Kentucky 1954-56 %</i> | <i>Guatemala 1955-56 %</i> | <i>California 1952-53 %</i> | <i>Georgia 1949-53 %</i> | <i>Media de medias %</i> | <i>Ratios de medias respecto a la menor mayor</i> |      |
|--|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|---|------|
| Agua interior/inodoro con tanque             | 1.1                       | —                          | 1.6                         | 0.4                      | 0.4                      | 1.0   | 0.15 |
| Agua interior/letrina exterior               | 2.4                       | 6.3                        | 3.0                         | 2.2                      | 2.2                      | 3.5   | 0.54 |
| Agua exterior/letrina exterior               | 5.9                       | 9.4                        | 5.8                         | 5.0                      | 5.0                      | 6.5   | 1.0  |
| Agua en los predios                          | 5.8                       | —                          | —                           | 4.1                      | 4.1                      | 5.0   | 0.70 |
| Agua fuera de los predios                    | 6.0                       | —                          | —                           | 5.8                      | 5.8                      | 5.9   | 0.89 |

<sup>1</sup> Cultivos positivos de niños en edad pre-escolar en Kentucky y de niños de 10 años y menores en Guatemala. Para Guatemala, el servicio de agua al interior de la vivienda con letrina exterior corresponde a las instalaciones de más del 50% de las viviendas; el caso de agua y letrina exteriores corresponde a las instalaciones de menos del 50% de viviendas.

Fuentes: Schliessman y otros (1958); Beck, Muñoz y Scrimshaw (1957); Hollister y otros (1955); Stewart y otros (1955).

- en Centroamérica. Descubrimientos preliminares a partir de estudios de cultivos en grupos con población normal en Guatemala). *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 6:67-71. 1957.
- Black, Robert E., Craun, Gunther F. y Blake, Paul A. "Epidemiology of Common-Source Outbreaks of Shigellosis in the United States, 1961-75" (Epidemiología de los brotes de shigelosis de fuente común en los Estados Unidos, 1961-75). *American Journal of Epidemiology*. 108(1): 47-52. 1978.
- Drachman, Robert H. y otros. "An Outbreak of Water-Borne Shigella Gastroenteritis" (Una epidemia de gastroenteritis causada por shigella transmitida en el agua). *American Journal of Hygiene*. 72: 321-334. 1960.
- Fairley, N. Hamilton y Boyd, J.S.K. "Dysentery in the Middle East with Special Reference to Sulphaguanidine Treatment" (Disentería en el Medio Oriente con referencia especial al tratamiento a base de sulfaguanidina). *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*. 36(5): 254-278. 1943.
- Gangarosa, Eugene J. "Shigellosis". Cap. 61 en: Top Franklin H. y Wehrle, Paul F., editores, Communicable and Infectious Diseases, octava edición, C.V. Moaby Company, Saint Louis. págs. 612-622. 1976.
- Gangarosa, Eugene J. y otros. "Epidemics Shiga Bacillus Dysentery in Central America. II. Epidemiologic Studies in 1969" (Disentería epidémica causada por el bacilo shiga en Centroamérica. II. Estudios epidemiológicos en 1969). *The Journal of Infectious Diseases*. 122(3): 181-190. 1970.
- Green, D.M. y otros. "Water-borne Outbreak of Viral Gastroenteritis and Sonne Dysentery" (Epidemias de gastroenteritis viral y disentería Sonne transmitidas por el agua). *Journal of Hygiene (Cambridge)*. 66: 383-392. 1968.
- Hardy, Albert V. "Shigellosis (Bacillary Dysentery) Among Institutional Inmates" (Shigelosis entre reclusos). *The Psychiatric Quarterly*. 19(3): 377-397. 1945.
- Hollister, Arthur C., Jr., Beck, M. Dorothy, Gittelsohn, Alan M. y Hemphill, Emmarie C. "Influence of Water Availability on Shigella Prevalence in Children of Farm Labor Families" (La influencia de la disponibilidad de agua en la prevalencia de la shigella en niños de familias agrícolas). *American Journal of Public Health*. 45(3): 354-362. 1955.
- Keusch, Gerald T. "Shigella Infections". *Clinics in Gastroenterology*. 8(3): 645-662. 1979.
- Kinnaman, C.H. y Beelman, F.C. "An Epidemic of 3,000 Cases of Bacillary Dysentery Involving a War Industry and Members of the Armed Force" (Una epidemia de 3,000 casos de disentería bacilar que afectó a una industria militar y a miembros de las fuerzas armadas). *American Journal of Public Health*. 34: 948-954. 1944.
- Rosenberg, Mark L. y otros. "Shigellosis in the United States: Ten Year Review of Nationwide Surveillance, 1964-1973" (Shigelosis en los Estados Unidos: Revisión de 10 años de control a nivel nacional, 1964-1973). *American Journal of Epidemiology*. 104(5): 543-551. 1976.
- Schliessmann, D.J., Atchley, F.O., Wilcomb, M.J. y Welch, S.F. "Relation of Environmental Factors to the Occurrence of Enteric Diseases in Areas of Eastern Kentucky" (Relación entre los factores ambientales y la presencia de enfermedades entéricas en la región este de Kentucky). *Public Health Monograph No. 54*. Publicado al mismo tiempo en *Public Health Reports* 73(11). Washington, 33 págs. 1958.
- Shiga, Kiyoshi. "Ueber den Disenterie-bacillus (Bacillus dysenteriae)". *Zentralblatt für Bacteriologie*. 24: 913-918. 1898.
- Stewart, William H., McCabe, Leland Jr., Hemphill, Emmarie C. y DeCapito, Thelma. "The Relationship of Certain Environmental Factors to the Prevalence of Shigella Infection" (Relación entre ciertos factores ambientales y la prevalencia de la infección de shigella). *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 4(4): 718-724. 1955.
- Vijil, Camilo. "Epidemic Shiga Dysentery in Central America". *The Lancet*. pág 838. 9 de octubre, 1971.
- Wilson, Graham S. y Miles, Ashley. "Bacillary Dysentery". Cap. 69 en: (Topley and Wilson's) Principles of Bacteriology, Virology, and Immunity, sexta edición, Williams & Wilkins Co., Baltimore. Vol. 2. págs. 2040-2055. 1975.
- Young, Viola Mae. "Shigellosis". En: Jelliffe, D.B., editor, Diseases of Children in the Subtropics and Tropics, Williams & Wilkins Co., Baltimore. págs. 413-419. 1970.

## ENTERITIS CAMPILOBACTERIANA

La diarrea causada por la infección de *Campylobacter jejuni* (feto vibrión) es una enfermedad entérica aguda, autolimitante, caracterizada por diarreas, dolor abdominal, malestar, fiebre, náuseas y vómitos. La transmisión se produce a través de alimentos o agua contaminados —y por contacto con animales o infantes infectados.

Las medidas preventivas contra la campilobacteriana incluyen la cocción total de los alimentos, la pasteurización de la leche, el control de las infecciones en mascotas y animales domésticos, la correcta elección de las personas encargadas de manipular alimentos y el correcto lavado de las manos.

A pesar de ser bien conocidas por los veterinarios, el rol de las campilobacterias en la diarrea humana sólo fue comprendido durante la década de los 70, debido en parte a las técnicas especiales de laboratorio que requiere su identificación.

Butzler y Skirrow (1979) citan varios brotes transmitidos por agua, siendo el más espectacular el de un pueblo de Vermont con 15,900 habitantes, donde 3,000 personas fueron afectadas, existiendo una abrumadora evidencia de que el sistema de abastecimiento de agua fue el responsable (Tiehan y Voght, 1978). Longfield y otros (1979) describen el caso de una persona que bebió agua de un manantial natural en Virginia Occidental.

## Bibliografía sobre enteritis campilobacteriana

- Butzler, J.P. y Skirrow, M.B. "Campylobacter Enteritis" *Clinics in Gastroenterology*. 8(3): 737-765. 1979.
- Longfield, Robert y otros. "Acute Colitis and Bacteremia Due to Campylobacter fetus" (Colitis y bacteremia agudas debido a feto de campilobacteria). *Digestive Diseases and Sciences*. 24(12): 950-953. 1979.
- Skirrow, M.B. "Campylobacter Enteritis: A New Disease" (Enteritis campilobacteriana: Una nueva enfermedad). *British Medical Journal*. 2: 9-11. 2 de julio de 1977.
- Tiehan, W. y Voght, R.L. "Waterborne Campylobacter Gastroenteritis - Vermont" (Gastroenteritis campilobacteriana transmitida por agua - Vermont). *Morbidity and Mortality Weekly Report*. 27: 207. 1978.

## CÓLERA

### Introducción

El cólera es una enfermedad aguda provocada por la colonización de intestino delgado por parte del *Vibrio cholerae*, el bacilo del cólera. La enfermedad se caracteriza porque se presenta en forma epidémica y porque produce, en los casos más graves, diarrea masiva con una rápida depleción de fluido extracelular y electrolitos.

El *Vibrio cholerae* produce proteína enterotoxina que parece ser la responsable de todos los *procesos patofisiológicos* en el cólera. El período de incubación toma por lo general de 6 a 48 horas. Éste es seguido por un repentino ataque de diarrea acuosa, generalmente sin dolor. En los casos más severos, la evacuación inicial de deposiciones diarreicas puede ser superior a 1,000 ml y en horas se pueden perder muchos litros de líquidos, conduciendo rápidamente a un estado de shock profundo. Generalmente, el acceso de diarrea va seguido de vómitos, aunque algunas veces éstos lo preceden; la característica del vómito es que no va acompañado de dolor ni es precedido por náuseas. A medida que la depleción salina progresa, se presentan severos calambres musculares, que por lo general atacan a las pantorrillas.

### Epidemiología

El cólera ha sido endémico durante un siglo y medio en la región del Delta del Ganges en Bengala Occidental y Bangladesh y con frecuencia es epidémico en toda el Asia sur y sudeste. La séptima y más reciente propagación pandémica de esta en-

fermedad, entre 1961 y 1975, se extendió desde Célebes hacia el norte hasta Corea y hacia el oeste a toda el África y la zona sur de Europa. La última epidemia importante de cólera en el hemisferio occidental tuvo lugar durante 1866-1867.

La mayoría de las principales epidemias se han producido claramente a través del agua, pero probablemente también la contaminación directa de alimentos por heces infectadas contribuyó a su propagación. El saneamiento deficiente parece ser el principal responsable de la continua presencia del cólera, pero los factores huéspedes, tales como la aclorhidria (ausencia de ácido clorhídrico), también desempeñan un papel importante en la susceptibilidad del individuo al contagio. En áreas endémicas, el cólera es predominantemente una enfermedad infantil. En Bangladesh, los índices de incidencia de la enfermedad son diez veces mayores en grupos cuyas edades fluctúan entre uno a cinco años que en aquellos mayores de catorce años. Sin embargo, cuando la enfermedad se propaga a áreas que no han sido previamente atacadas, los índices de incidencia son en un principio cuando menos tan altos en adultos como en niños.

### Bibliografía sobre la relación entre el abastecimiento de agua y el cólera

- Agencia Internacional para el Desarrollo. Interim Report of the Task Force on Cholera (Informe intermedio de la Comisión ad. hoc. para el cólera). Washington, D.C. 149 págs. 1971.
- Ahmed, S.Z. "Water Studies in Connection with Cholera Epidemics" (Estudios de agua en conexión con epidemia de cólera). *East Pakistan Medical Journal*. 7: 13-15. 1963.
- Araoz, J. y Subrahmanyam, D.V. "Environmental Sanitation Measures Against Cholera" (Medidas de saneamiento ambiental contra el cólera) En: Principles and Practice of Cholera Control (Public Health Paper No. 40). Organización Mundial de la Salud, Ginebra. págs. 95-110. 1970.
- Azurin, J.C. y Alvero, M. "Field Evaluation of Environmental Sanitation Measures Against Cholera" (Evaluación de campo de las medidas de saneamiento ambiental contra el cólera). *Bulletin World Health Organization*. 51: 19-26. 1974.
- Barua, Dhiman y Burrows, William, editores. Cholera. W.B. Saunders Co., Filadelfia. 458 págs. 1974.
- Briscoe, John. "Public Health in Rural India: The Case of Excreta Disposal" (Salud pública en la India rural: El caso de la disposición de excretas). Research Paper Number 12. Center for Population Studies, Harvard University. Cambridge. 414 págs. Febrero, 1976.
- Briscoe, John. "The Role of Water Supply in Improving Health in Poor Countries (With Special Reference to Ban-

- gladesh)" (El rol de los abastecimientos de agua en la mejora de la salud en los países pobres (Con una referencia especial a Bangladesh). Working Paper No. 6. Cholera Research Laboratory. Dacca, 33 págs., 1978 y con adendum en: *American Journal Clinical Nutrition*. 31: 2100-2113. 1978.
- Briscoe, J., Ahmed, S. y Chakraborty, M. "Domestic Water Use in Village in Bangladesh, I: A Methodology and a Preliminary Analysis of Use Patterns During the "Cholera Season" (Uso del agua doméstica en las aldeas de Bangladesh, I, Una metodología y un análisis preliminar de los patrones de uso durante la "temporada de cólera"). *Progress in Water Technology*, 11(1/2): 131-141. 1978.
- Comité del Cólera de Filipinas. "Study on the Transmission of El Tor Cholera During an Outbreak in Can-Hom Community in the Philippines" (Estudio de la transmisión del cólera durante una epidemia en la comunidad de Can-Hom en Las Filipinas). *Bulletin World Health Organization*. 43: 413-419. 1970.
- Comité del Cólera de Las Filipinas. "Summary of the Preliminary Report of Effectiveness of Environmental Sanitation in Cholera Control" (Resumen del control del cólera). Capítulo 5 en: "Strategy of Cholera Control", Organización Mundial de la Salud. Documento mimeografiado BD/CHOLERA/ 71.1, págs. 36-39. 1971.
- Curlin, George T., Aziz, K.M.A. y Khan, M.R. "The Influence of Drinking Tubewell Water on Diarrheal Rates in Matlab Thana, Bangladesh" (La influencia del agua potable de pozos tubulares sobre los índices de diarrea en Matlab Thana, Bangladesh). *Working Paper No. 1*. Cholera Research Laboratory, Dacca. 18 págs. 1977.
- Dupont, H.L. y Hornick, R.B. "Clinical Approach to Infectious Diarrhea" (Enfoque clínico de la diarrea infecciosa). *Medicine*. 52. 265-270. 1973.
- Feacham, Richard. "Is Cholera Primarily Water-borne?" (¿Es el cólera transmitido principalmente por el agua?) (Carta al editor). *Lancet*. Octubre 30(02): 957-958, 1976.
- Felsenfeld, O. "Some Observations on the Cholera (El Tor) Epidemics in 1961-62" (Algunas observaciones sobre las epidemias de cólera (El Tor) en 1961-62.) *Bulletin World Health Organization*. 28: 289-296. 1963.
- Forbes, G.I. "An Outbreak of Cholera El Tor in Hong Kong: The Temple Street Well" (Una epidemia de cólera El Tor en Hong Kong: El pozo de la calle del templo). *Public Health*. 80: 188-193. 1965.
- Forbes, G.I., Lockhar, J.D.F. y Bowman, R.K. "Cholera and Nightsoil Infection in Hong Kong" (Cólera e infección de heces en Hong Kong). *Bulletin World Health Organization*. 36: 367-373. 1967.
- Gangarosa, Eugene J. "The Epidemiologic Basis of Cholera Control" (La base epidemiológica del control del cólera). *Bulletin Pan American Health Organization*. 36: 367-373. 1967.
- Gangarosa, Eugene J. y Mosley, Wiley, H. "Epidemiology and Surveillance of Cholera" (Epidemiología y supervigilancia del cólera). Capítulo 22 en: 'Cholera', Drihman Barua y William Burrows, editores. W.B. Saunders Co., Filadelfia. págs. 381-403. 1974.
- Harris, S.A. "The Effect of Pipe Water Supplies on the Reduction of Cholera in Urban Areas" (El efecto de los abastecimientos entubados de agua en la reducción del cólera en las áreas urbanas). *Proceedings Second All-India Conference*. Vol. 3: 204-212. 1913.
- Hoops, A.L. "Round Table Discussion on Cholera" (Mesa redonda sobre el cólera). En: *Transactions of The Ninth Congress of the Far Eastern Association of Tropical Medicine*. Nanking. Vol. 1, pág. 442. 1934. Citado por Pollitzer.
- Hughes, James M., Boyce John M., Levine, Richard J., Khan, Moslemuddin y Curlin, George T. "Water and the Transmission of El Tor Cholera in Rural Bangladesh" (El agua y la transmisión del cólera El Tor en el Bangladesh rural). *Working Paper No. 2*. Cholera Research Laboratory, Dacca. 24 págs. 1977.
- Joseph, P.R., Tamayo, J.F., Mosley, W.H., Alvero, M.G., Dizon, J.J. y Henderson, D.A. "Studies of Cholera El Tor in the Philippines. II. A Retrospective Investigation of an Explosive Outbreak in Bacolod City and Talisay" (Estudios sobre el cólera El Tor en las Filipinas. II. Una investigación retrospectiva de un brote explosivo en Bacolod City y Talisay). *Bulletin World Health Organization*. 33: 637-643. 1965.
- Kawata, Kazuyoshi. "Of Typhoid Fever and Telephone Poles: Deceptive Data on the Effect of Water Supply and Privies on Health in Tropical Countries" (Sobre la fiebre tifoidea y los postes telefónicos: Datos engañosos sobre el efecto del abastecimiento de agua y las letrinas en la salud en los países tropicales). *Progress in Water Technology*, 11(1/2): 37-43. 1978.
- Khan, M.U., Chakraborty, J., Sardar, A.M. y Khan, M. R. "Water Sources and the Incidence of Cholera in Rural Bangladesh" (Fuentes de agua e incidencia del cólera en el Bangladesh rural). Cholera Research Laboratory, Dacca. 31 págs. 1975.
- Koch, R. En: "Die Konferenz zur Erörterung der Cholerafrage". *Berl. Klin. Wschr*; 21: 477, 493, 509. 1884. Traducido por Pollitzer.
- Kocher, V.K. "Human Factors in the Ecology and Epidemiology of Hookworm Infection in Rural West Bengal" (Factores humanos en la ecología y epidemiología del contagio de filariasis en la región rural occidental de Bengala). Tesis. John Hopkins University, Baltimore, 1975.
- Kolle, W. "Cholera Asiatica". En: 'Handbuch der Pathogenen Mikroorganismen'. Jena. Vol. 3, pág. 1 ff. (resumido por Pollitzer). 1904.
- Levine, Richard J., Khan, Motiur R., D'Souza, Stanislaus y Nalin, David R. "Cholera Transmission Near a Cholera Hospital" (Transmisión del cólera cerca a un hospital para enfermos de cólera). *Lancet*. Julio 10(2): 84-86. 1976.
- Levine, Richard J., Khan, Motiur R., D'Souza, Stanislaus y Nalin, David R. "Failure of Sanitary Wells to Protect Against Cholera and Other Diarrhoeas in Bangladesh" (Ineficacia de los pozos sanitarios para proteger contra el cólera y otras diarreas en Bangladesh). *Lancet*. Julio 10(2): 86-89. 1976.
- MacCormack, W.H. y Curlin, G.T. "Infectious Diseases: Their Spreads and Control" (Enfermedades infecciosas: Su propagación y control). En: *Disaster in Bangladesh*:

- Health Crisis in Developing Nations, Lincoln Chen, editor. Oxford University Press, Nueva York. 1973.
- Martin, Albert R., Mosley, Wiley H., Sau, Binipani Biswas, Ahmad, Shamsa y Huq, Imdadol. "Epidemiological Analysis of Endemic Cholera in Urban East Pakistan 1964-1966" (Análisis epidemiológico del cólera endémico en la región urbana oriental del Pakistán). *American Journal of Epidemiology*. 89: 572-582. 1969.
- McCabe, De Soto B. "Water and Wastewater Systems to Combat Cholera in East Pakistan" (Sistemas de agua y desagüe para combatir el cólera en el Pakistán oriental). *Journal Water Pollution Control Federation*. 42: 1968-1981. Noviembre, 1970.
- McCormack, William M., Moxley, Wiley H., Fahimuddin, Mohammad y Benenson, Abram S. "Endemic Cholera in Rural East Pakistan" (Cólera endémico en el Pakistán oriental rural). *American Journal of Epidemiology*. 89: 393-404. 1969.
- Mendelson, R.W. y Tait, R. Johnston. "The Recent Cholera Epidemic in Bangkok, Siam" (La reciente epidemia de cólera en Bangkok, Siam) *Journal Tropical Medicine and Hygiene*. 24: 1-16. 1921.
- Mosley, W.H. "Epidemiology of Cholera" (Epidemiología del cólera). En: Principles and Practice of Cholera Control (Public Health Paper No. 40). Organización Mundial de la Salud. Ginebra. págs. 24-27. 1970.
- Mosley, W. Henry y Khan, Moslemuddin. "Cholera Epidemiology — Some Environmental Aspects" (Epidemiología del cólera — Algunos aspectos ambientales). Cholera Research Laboratory, Dacca. 8 págs. 1978.
- Organización Mundial de la Salud. Principles and Practice of Cholera Control (Principios y práctica en el control del cólera) (Public Health Paper No. 40). Ginebra. 1970.
- Organización Mundial de la Salud. "Strategy on Cholera Control" (Estrategia para el control del cólera). Documento inédito BD/CHOLERA/71.5 Rev. 1. Ginebra. 36 págs. 1971.
- Organización Mundial de la Salud. "Observations for Consideration on the Implementation of Basic Sanitary Measures in Cholera Control" (Observaciones para la evaluación de la implementación de medidas sanitarias básicas para el control del cólera) (documento preparado por el Secretario de la OMS para una "Consulta Informal sobre el Desarrollo de Planes para el Programa de Control del Cólera a Corto y Largo Plazo de la OMS"). Ginebra. 9 págs., más anexos, 24-27 octubre 1972.
- Organización Mundial de la Salud, Oficina Regional para el Asia Sudoriental. "Relationship Between Cholera, Typhoid, Disentery and Number of Tubewells" (Relación entre el cólera, la tifoidea, la disentería y el número de pozos tubulares). Apéndice II de: Report on Rural Water Supply Bangladesh, Documento EH/SEARO/74.1. Nueva Delhi. 26 págs., más 14 anexos. 26 de julio de 1974.
- Pandit. C.G., Pal, S.C., Murti, G.V.S., Mistra, B.S., Murtz, D.K. y Shrivastav. "Survival of V. Cholerae biotype El Tor in Well Water" (Supervivencia del vibrión de cólera El Tor en el agua de pozo). *Bulletin World Health Organization*. 37: 681-685. 1967.
- Pollitzer, R. Cholera (WHO Monograph Series No. 43). Organización Mundial de la Salud, Ginebra. 1019 págs. 1959.
- Shousha, A.T. "Cholera Epidemic in Egypt (1974). A Preliminary Report" (Epidemia de cólera en Egipto. Un informe preliminar). *Bulletin World Health Organization*. 1: 353-381. 1948.
- Shrivastav, J.B. "Prevention and Control of Cholera" (Prevención y control del cólera). Cap. 23 en: 'Cholera', Dhiman Barna y William Burrows, editores. W.B. Saunders Co., Filadelfia. Págs. 405-426. 1974.
- Skoda, John D., Mendis, J. Bertrand y Chia, Michael. "A Survey in Rural Bangladesh on Diarrhoeal Morbidity, Water usage and Related Factors" (Un estudio en el Bangladesh rural sobre la morbilidad por diarrea, el uso de agua y factores relacionados). Primer informe. UNICEF, Dacca. 46 págs. 1977.
- Snow, John. On the Mode of Communication of Cholera (Sobre el modo de contagio del cólera). Segunda edición, ampliada. John Churchill, Londres. 164 págs. 1855. Reimpreso en 'Snow on Cholera'. Commonwealth Fund, Nueva York xviii + 191 págs. 1936.
- Sommar, Alfred y Woodward, William E. "The Influence of Protected Water Supplies on the Spread of Classical/Inaba and El Tor/Ogawa Cholera in Rural East Bengal" (La influencia de los abastecimientos de agua protegidos en la diseminación del cólera clásico/Inaba y El Tor/Ogawa en la región oriental rural de Bengala). *Lancet*. Nov. 11(2): 985-987. 1972.
- Stock, R.F. "Cholera in Africa". African Environmental Special Report 3. International African Institute, Londres. 1976.
- Subrahmanyam, K. "Note to the Importance of Environmental Sanitation in the Campaign Against Cholera" (Anotación sobre la importancia del saneamiento ambiental en la campaña contra el cólera). Documento mimeografiado WHO/Cholera/12. Organización Mundial de la Salud, Ginebra, 1951.
- Wood, W.E. "Cholera Control Through Environmental Sanitation" (Control del cólera mediante saneamiento ambiental). Documento inédito WHO/EH/70.1. Organización Mundial de la Salud, Ginebra, 11 págs. 1970.

## ENFERMEDADES DIARREICAS

### Introducción

Los dramáticos síntomas de las enfermedades diarreicas han concitado la atención del hombre desde tiempos inmemorables. En la actualidad, todos los países reconocen que estas enfermedades se deben en gran medida a un medio ambiente insalubre. La falta de agua confiable y adecuada, la falta de protección contra los excrementos humanos, los alimentos contaminados, la suciedad y las moscas —todo esto es lo que fomenta la diarrea.

La diarrea es tan universal y resulta de tantas etiologías (véase cuadro 2-3) que no tiene una definición más precisa que la evacuación anormalmente frecuente de deposiciones sueltas, acuosas. Los hábitos del intestino de las personas saludables pueden variar considerablemente, de modo que el término diarrea tiene un significado limitado a menos que se le considere como un cambio en el patrón de costumbres del individuo.

El acceso súbito de diarrea en personas que no tienen otro problema de salud está relacionado la mayoría de las veces con un proceso infeccioso. Frecuentemente está acompañada de una variedad de síntomas, que incluyen fiebre, dolor de cabeza, anorexia, vómitos, malestar y mialgia, pero éstos no siempre pueden usarse para distinguir con certeza el agente causante de la diarrea.

Fue sólo durante la última década que la ciencia médica pudo identificar con una certeza razonable a los organismos patógenos de muchas de las más importantes enfermedades diarreicas, por ejemplo, los rotavirus. El rol de la *Escherichia coli* ha resultado ser mucho más importante de lo que se creyó originalmente. En forma similar, la enteritis campilobacteriana, la yersiniosis y la diarrea viral del tipo Norwalk han recibido un mayor reconocimiento.

**Cuadro 2-3** Algunas causas potenciales de diarrea.

| <i>Con agentes infecciosos</i>  |
|---|
| Gastroenteritis infecciosa aguda no específica  |
| Amebiasis (disentería amébrica)   |
| Balantidiasis (disentería balantidial)  |
| Enteritis campilobacteriana   |
| Capilariasis intestinal   |
| Cólera  |
| Clonorquiasis (lombriz china)   |
| Coccidiosis   |
| Difilobotriosis (lombriz cestoda de peces)  |
| Diarrea por <i>Escherichia coli</i><br>(Enteroinvasiva, enteropatógena, enterotoxígena) |
| Fasciolopsiasis   |
| Giardiasis  |
| Filariasis (dracontiasis)   |
| Leishmaniasis   |
| Malaria perniciosa  |
| Enfermedades causadas por vibriones, aparte del cólera                                  |
| Opisthorchiasis   |
| Fiebre paratifoidea   |
| Gastroenteritis por rotavirus   |
| Salmonelosis  |
| Esquistosomiasis  |
| Shigelosis  |

**Cuadro 2-3** (continuación)

| <i>Con agentes infecciosos</i>  |
|---|
| Estrongiloidosis  |
| Triquinosis   |
| Tuberculosis  |
| Tricuriasis   |
| Tularemia   |
| Fiebre tifoidea (estreñimiento más común que diarrea)   |
| Diarrea viral (tipo Norwalk)  |
| Yersiniosis   |
| Y otras.  |
| <i>Con agentes no infecciosos</i>   |
| Amilodiosis   |
| Cáncer  |
| Catarsis  |
| Enfermedad de Crohn   |
| Diverticulitis  |
| Drogas  |
| Desórdenes endocrinos   |
| Colon errático  |
| Desórdenes por mala absorción (por ejemplo: psilosis)   |
| Envenenamiento  |
| Químico   |
| Alimenticio (por ejemplo: toxinas estafilococales y botulinales, toxinas naturales en pescados, hongos y otros) |
| Radiación   |
| y otras   |

## El intestino

El aparato digestivo del cuerpo humano es un tubo muscular que empieza en la garganta y transporta los alimentos y fluidos hasta el ensanchamiento en forma de saco formado por el estómago; luego se prolonga unos 21 pies (6.4 metros) por el tortuoso y libremente movable intestino delgado, el que alcanza en el adulto un diámetro de 1.5 pulgadas (3.8 cm); éste desemboca en el intestino grueso, de un diámetro considerablemente mayor y 5 pies (1.5 m) de longitud, el cual termina en el ano. El estómago y los intestinos delgado y grueso son, junto con el hígado, los órganos de mayor tamaño que llenan la cavidad abdominal. Ésta se encuentra separada de la cavidad pectoral, que contiene al corazón y los pulmones, por medio del diafragma muscular.

El intestino delgado (duodeno, yeyuno e íleon, en orden) digiere los alimentos que contiene y absorbe sus nutrientes. El intestino grueso, o colon, convierte el efluente líquido del íleon en material



fecal sólido y lo conduce mediante contracciones rítmicas hacia el recto, donde es evacuado por el ano. Durante estos procesos, el colon absorbe fluidos (agua en exceso) y electrolitos.

En un adulto normal, ingresan al duodeno cada día aproximadamente ocho litros de agua (unos 8.5 cuartos de galón), compuestos por aproximadamente un litro de saliva, dos de jugos gástricos, dos de jugo pancreático y uno de bilis, conjuntamente con quizás dos litros de alimentos y bebidas. En el intestino delgado se agrega más líquido, pero la absorción es tal que al intestino grueso ingresa de 0.5 a 1.0 litros de agua. Allí, la absorción neta da como resultado que en las evacuaciones aparezca solamente 0.1 litros como agua fecal (Rowland, 1978; Goldfinger, 1977).

La pérdida excesiva de agua durante la diarrea da como resultado la deshidratación, la cual puede constituir una seria amenaza para la salud, incluso para la vida. Así, a pesar de su diferente etiología, la mayoría de las enfermedades diarreicas pueden considerarse como una entidad simple debido a que la terapia de reemplazo de fluido básico y de electrolitos que se requiere para evitar un resultado fatal es similar para todas.

### Diarrea infantil

Las enfermedades diarreicas constituyen un problema particularmente devastador durante la primera infancia y la niñez; ellas causan la muerte de 10 a 20 millones de niños anualmente, la mayor parte de ellos de los países en vías de desarrollo. El niño posee una reserva nutricional menor, una inmunidad más débil y frecuentemente cuenta con una menor protección contra la acidez gástrica y la peristalsis intestinal. Quizás lo más importante es que el niño tiene un volumen relativamente grande de fluido extracelular así como una amplia área superficial de intestino delgado en proporción al peso de su cuerpo, a diferencia del adulto. Los efectos de las pérdidas fecales de agua y solutos en un niño se aproximan a los niveles peligrosos mucho más rápidamente que en un adulto. "La deshidratación, el desequilibrio electrolítico, la acidosis y el shock pueden progresar a la velocidad de la luz" (Gall y Hamilton, 1977).

Los índices de mortalidad ocasionados por enfermedades diarreicas agudas entre los niños de corta edad en los países en vías de desarrollo podrían ser aún mayores si no fuera por la casi universal

práctica de la lactancia materna. De este modo se proporciona una alimentación buena y limpia en lugares donde la nutrición y el saneamiento constituyen las principales deficiencias de la salud pública. Sin embargo, generalmente debe agregarse una alimentación complementaria cuando la lactancia se prolonga más allá de los 6 meses aproximadamente.

Existe una relación tan estrecha entre los alimentos de baja calidad nutritiva preparados bajo condiciones insalubres y la diarrea pediátrica que la enfermedad tiene un nombre especial "diarrea del recién destetado" (Gordon, Chitkara y Wyon, 1963).

### Bibliografía sobre enfermedades diarreicas

- Bullen, Catherine y Willis, A.T. "Resistance of the Breast-fed Infant to Gastroenteritis" (Resistencia de los infantes de pecho a la gastroenteritis). *British Medical Journal*. 3(5770): 338-343. 1971.
- Drachman, Robert H. "Acute Infectious Gastroenteritis" (Gastroenteritis infecciosa aguda). *Pediatric Clinics of North America*. 21: 717-737. 1974.
- DuPont, Herbert L. "Enteropathogenic Organisms. New Etiologic Agents and Concepts of Disease" (Organismos enteropatógenos. Nuevos conceptos etiológicos y conceptos de enfermedad). *Medical Clinics of North America*. 62(5): 945-960. 1978.
- Gall, D.G. y Hamilton, J.R. "Infectious Diarrhoea in Infants and Children" (Diarrea infecciosa en infantes y niños). *Clinics in Gastroenterology*. 6(2): 431-444. 1977.
- Gangarosa, Eugene J. "Recent Developments in Diarrheal Diseases" (Avances recientes en las enfermedades diarreicas). *Postgraduate Medicine*. 62(2): 113-117. 1977.
- Goldfinger, Stephen E. "Constipation, Diarrhea, and Disturbances of Anorectal Function" (Estreñimiento, diarrea y perturbaciones de la función anorrectal). Cap. 41 en: Thorn, George W. y otros, editores, 'Harrison's' Principles of Internal Medicine', octava edición, McGraw-Hill Book Co., Nueva York. Págs. 211-214. 1977.
- Gordon, John E., Chitkara, Ishwari D. y Wyon, John B. "Weanling Diarrhea" (Diarrea del recién destetado). *American Journal of Medical Sciences*. 245: 345-377. 1963.
- Jelliffe, D.B. "Weanling Diarrhoea". En: Jelliffe, D.B., editor, 'Diseases of Children in the Subtropics and Tropics', Williams & Wilkins Co., Baltimore. Págs. 441-444. 1970.
- Lambert, H.P., editor. "Infections of the GI Tract" (Infecciones del tubo gastrointestinal). *Clinics in Gastroenterology*. 8(3): 539-838. 1979.
- Organización Mundial de la Salud. "Enteric Infections" Technical Report Series No. 288. Ginebra. 34 págs. 1964.
- Organización Mundial de la Salud. "Treatment and Prevention of Dehydration in Diarrhoeal Diseases. A Guide for Use at the Primary Level" (Tratamiento y prevención de la deshidratación en las enfermedades diarreicas. Guía para el nivel primario). Ginebra. 31 págs. 1976.

Ross Institute of Tropical Hygiene, The. "Inflammatory Diseases of the Bowel" (Enfermedades inflamatorias del intestino). *Bulletin No. 9*. Londres. 22 págs. 1975.

Rowland, H.A.K. "The Pathogenesis of Diarrhoea" (La patogénesis de la diarrea). *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*. 72(3): 289-302. 1978.

## DIARREA POR ESCHERICHIA COLI

### Introducción

El patógeno *E. coli* comprende por lo menos tres tipos (OMS, 1979):

- *E. coli enterotoxígena (ECET)*. Hasta 1968, no se reconocía la importancia de la ECET como una causa de la diarrea. Estos organismos constituyen una causa importante de las enfermedades diarreicas en los niños de los países en vías de desarrollo y son de lejos la causa más común de la diarrea de los viajeros. Asimismo, son responsables de una grave enfermedad infantil similar al cólera. Si bien son una causa común de la diarrea en el tercer mundo, no constituyen una causa frecuente de diarrea en los países desarrollados, con excepción de las áreas donde el saneamiento es deficiente. Su transmisión parece darse a través del agua, alimentos y, en las guarderías infantiles, de persona a persona.
- *E. coli enteropatógena (ECEP)*. Desde la década de los 40, se conocía ya que algunos serotipos ECEP causaban enteritis infantil. En la actualidad, la ECEP epidémica prácticamente no existe en los países desarrollados y su epidemiología no está bien definida en los países en vías de desarrollo. Se sabe de brotes transmitidos a través del agua.
- *E. coli enteroinvasiva (ECEI)*. Los serotipos *E. coli* que ocasionan las enfermedades del tipo Shigella se reconocieron en 1967. Se sabe que la ECEI es causante de epidemias transmitidas a través del agua.

### El rol del agua

Estos organismos se propagan a través de alimentos contaminados, el agua y los vómitos. La falta de lavado de las manos y las deficiencias en la higiene personal y el saneamiento ambiental son facto-

res que contribuyen a la propagación de la enfermedad.

Para que se produzca la enfermedad se requiere de una inoculación de  $10^6$ - $10^9$  organismos. Por esta razón, solamente el agua y los alimentos, no así el contacto persona a persona, constituyen los medios de transmisión de la *E. coli* diarreica. (Gangarosa, 1978).

Rowe (1979), observando la gran incidencia de la ECEI cuando los infantes dejan la leche materna en los países en vías de desarrollo, sugiere que esto se debe a la exposición de los infantes a "los peligros de la contaminación ambiental, especialmente de los alimentos y del agua". La ECEI ha sido asociada a varios brotes transmitidos a través del agua y la ECET a muchos (Rowe, 1979).

### Bibliografía sobre diarrea por Escherichia coli

- Culp, Russell L. "Disease Due to 'Nonpathogenic' Bacteria" (Enfermedad provocada por una bacteria no patógena). *Journal American Water Works Association*. 61(3): 157. 1969.
- Gangarosa, Eugene J. "Epidemiology of *Escherichia coli* in the United States" (Epidemiología de *Escherichia coli* en los Estados Unidos). *The Journal of Infectious Diseases*. 137(5): 634-638. 1978.
- Gangarosa, Eugene J. y Merson, Michael H. "Epidemiological Assessment of The Relevance of the So-Called Enteropathogenic Serogroups of *Escherichia coli* in Diarrhea" (Evaluación epidemiológica de la importancia de los llamados serogrupos enteropatógenos de la *Escherichia coli* en la diarrea). *New England Journal of Medicine*. 296: 4 págs. 1977.
- Gorbach, Sherwood I. y otros. "Travelers' Diarrhea and Toxigenic *Escherichia coli*" (La diarrea de los viajeros y la *E. coli* toxígena). *The New England Journal of Medicine*. 292(18): 933-936. 1975.
- Joe, Lie Kian, Sahab, K., Yauw, Gan-oei Siok y Makaliwy, C. "Diarrhea Among Infants and Children in Jakarta, Indonesia, with Special Reference to Pathogenic *Escherichia coli*" (Diarrea entre infantes y niños en Yakarta, Indonesia, con referencia especial a la *E. coli* patógena). *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 9: 626-632. 1960.
- Levine, Myron M., Rennels, Margaret B., Cisneros, Luis, Hughes, Timothy P., Nalin, David R. y Young, Charles R. "Lack of Person-to-Person Transmission of Enterotoxigenic *Escherichia coli* Despite Close Contact" (La no transmisión persona a persona de la *E. coli* enterotoxígena a pesar del contacto cercano). *American Journal of Epidemiology*. 111(3): 347-355. 1980.
- Rosenberg, Mark L. y otros. "Epidemic Diarrhea at Crater Lake from Enterotoxigenic *Escherichia coli*" (Diarrea epidémica en Crater Lake debido a la *E. coli* enterotoxígena). *Annals of Internal Medicine*. 86: 714-718. 1977.

- Rowe, Bernard. "The Role of *Escherichia coli* in Gastroenteritis". *Clinics in Gastroenterology*. 8(3): 625-644. 1979.
- Ryder, Robert W. y cols. "Enterotoxigenic *Escherichia coli* and Reovirus-Like Agent in Rural Bangladesh" (*E. coli* enterotoxigénica y un agente similar al reovirus en el Bangladesh rural). *The Lancet*. I(1961):659-662. Mzo. 27, 1976.
- Ryder, Robert W. y otros. "Infantile Diarrhea Produced by Heat-Stable Enterotoxigenic *Escherichia coli*" (Diarrea infantil producida por la *E. coli* enterotoxigénica estable en calor). *New England Journal of Medicine*. 295(16): 849-853. 1976.
- Schroeder, Steven A. y otros. "A Waterborne Outbreak of Gastroenteritis in Adults Associated with *Escherichia coli*" (Un brote de gastroenteritis de adultos transmitido por agua y asociado con la *E. coli*). *The Lancet*. I: 737-740. Abril 6, 1968.
- Turck, Marvin y otros. "Studies on the Epidemiology of *Escherichia coli* 1960-1968" (Estudios sobre la epidemiología de la *E. coli* 1960-1968). *The Journal of Infectious Diseases*. 120 (1): 13-16. 1969.
- Turck, Marvin y Petersdorf, Robert G. "The Epidemiology of Non-Enteric *Escherichia coli* Infections: Prevalence of Serological Groups" (La epidemiología de las infecciones de *E. coli* no entéricas: Prevalencia de grupos serológicos). *Journal of Clinical Investigation*. 41(9): 1760-1765. 1962.
- Wheeler, Warren E. "Diarrhea, Infantil, Caused by Enteropathogenic *Escherichia coli*" (Diarrea infantil causada por *E. coli* enteropatógena). Cap. 21 en: Top, Franklin H. y Wehrle, Paul F., editores, 'Communicable and Infectious Diseases', octava edición, C.V. Mosby Company, Saint Louis. Págs. 218-222. 1976.
- Lee, James A. y otros. "International Conference on the Diarrhea of Travelers —New Directions in Research: A Summary" (Conferencia internacional sobre diarrea de los viajeros —Nuevas direcciones en la investigación: Un resumen). *The Journal of Infectious Diseases*. 137(3): 355-369. 1978.
- Lowenstein, Matthew S., Balows, Albert y Gangarosa, Eugene J. "Turista at an International Congress in Mexico" (Turista en un congreso internacional en México). *The Lancet*. I: 529-531. Marzo 10, 1973.
- Merson, Michael H. "Toxigenic Turista". *The New England Journal of Medicine*. 292(18) Parte (2): 969-970. 1975.
- Merson, Michael y otros. "Travelers' Diarrhea in Mexico" (Diarrea de los viajeros en México). *The New England Journal of Medicine*. 294(24): 1299-1305. 1976.
- Merson, Michael H. y Gangarosa, Eugene J. "Travelers' Diarrhea". *Journal of the American Medical Association*. 234(2): 200-201. 1975.
- Neumman, H.H. "Travellers' Diarrhoea". *The Lancet*. I: 420. Febrero 21, 1970.
- Nye, F.J. "Traveler's Diarrhoea". *Clinics in Gastroenterology*. 8(3): 767-781. 1979.
- Rowe, B., Taylor, Joan y Bettelheim, K.A. "An Investigation of Travellers' Diarrhoea" (Una investigación sobre la diarrea de los viajeros). *Lancet*. I: 1-5. 1970.
- Rust, James H. "The Diarrhea of Travelers —New Directions in Research" (Diarrea de los viajeros —Nuevos rumbos en la investigación). Decimosexta Reunión del Comité Asesor sobre Investigación Médica de la OPS. 32 págs. 1977.
- Ryder, Robert W., Wells, Joy G., Gangarosa, Eugene J. "A Study of Travelers' Diarrhea in Foreign Visitors to the United States" (Un estudio sobre la diarrea de los viajeros en turistas que visitan los Estados Unidos). *The Journal of Infectious Diseases*. 136(4): 605-607. 1977.

## DIARREA DE LOS VIAJEROS

Como se anotó anteriormente, se cree que más del 70% de los casos de diarrea de viajeros son resultado de una infección provocada por la *E. coli* enterotoxigénica.

Merson (1975) describe la diarrea de los viajeros de la siguiente manera:

El síndrome clínico de la diarrea de los viajeros sigue generalmente un patrón típico. Dentro de las dos semanas posteriores a su arribo a un país extranjero, y frecuentemente durante la primera semana, el viajero experimenta un acceso agudo de diarrea acuosa que algunas veces comprende hasta 10 a 20 episodios diarios. Esta diarrea frecuentemente va acompañada por cólicos abdominales, náuseas, malestar, vómitos, escalofríos o fiebre, con temperaturas de hasta 39.4°C. La enfermedad por lo general es autolimitante aunque en casos severos puede incapacitar al visitante que de otra manera estaría muy activo.

### Bibliografía sobre diarrea de los viajeros/turistas

- Kean, B.H. "Turista in Teheran". *The Lancet*. II: 583-584. Septiembre, 13, 1969.

## VIRUS

### Introducción

"Han transcurrido treinta años desde que se iniciaron, en forma seria, los estudios sobre la presencia de virus entéricos en el agua; sin embargo, el significado que tiene tal contaminación en la salud pública necesita aún ser evaluado" (OMS, 1979). Se sabe que en las heces humanas se expulsan más de 100 tipos diferentes de virus. Una persona infectada podría expulsar más de 1'000,000 de partículas de virus infecciosas por gramo de heces. Los virus son comunes en las aguas residuales. Estos pueden sobrevivir durante meses en el agua, el suelo y los mariscos, pudiendo resistir a algunos procesos de tratamiento.

En el cuadro 2-4 se resumen los virus humanos que pueden estar presentes en el agua. Estos virus

**Cuadro 2-4** Virus entéricos del hombre que pueden estar presentes en el agua.

| <i>Grupo de virus</i>                                     | <i>No. de tipos</i> | <i>Enfermedad causada</i>   |
|---|---------------------|---|
| Enterovirus:  |                     |   |
| Virus de la polio   | 3                   | Parálisis, meningitis, fiebre.  |
| Ecovirus  | 34                  | Meningitis, enfermedades respiratorias, erupciones, diarrea, fiebre.  |
| Coxsackievirus A  | 24                  | Herpangina, enfermedades respiratorias, meningitis, fiebre.   |
| Coxsackievirus B  | 6                   | Miocarditis, anomalías cardíacas congénitas, erupciones, fiebre, meningitis, enfermedades respiratorias, pleurodinia. |
| Enterovirus nuevos  | 4                   | Meningitis, encefalitis, enfermedades respiratorias, conjuntivitis hemorrágica aguda, fiebre.                         |
| Hepatitis tipo A<br>(probablemente un enterovirus)        | 1                   | Hepatitis infecciosa.   |
| Virus de la gastroenteritis<br>(agentes del tipo Norwalk) | 2                   | Vómitos y diarreas epidémicos, fiebre.  |
| Rotavirus<br>(familia Reoviridae)                         | ?                   | Vómitos y diarreas epidémicos, principalmente en niños.   |
| Reovirus  | 3                   | No claramente establecido.  |
| Adenovirus  | + de 30             | Enfermedades respiratorias, infecciones a los ojos.   |
| Parvovirus<br>(asociado a los adenovirus)                 | 3                   | Asociados a enfermedades respiratorias infantiles, pero sin etiología claramente establecida.                         |

*Nota:* Otros virus que debido a su estabilidad pueden contaminar el agua son los siguientes:

1. Papovavirus del tipo SV40, que aparecen en la orina. El subtipo JC está asociado con la leucoencefalopatía multifocal progresiva.
  2. Virus de la enfermedad de Creutzfeld-Jacob (C-J). Al igual que el virus de la comezón de las ovejas (scrapie), el virus C-J resiste al calor y al formaldehído. Produce una encefalopatía esponjiforme, caracterizada por una severa demencia progresiva y ataxia.
- Fuente:* Organización Mundial de la Salud. "Human Viruses in Water, Wastewater and Soil". WHO Technical Report Series 639. Ginebra. P.7. 1979.

se asocian con una larga lista de enfermedades, incluyendo enfermedades sistémicas y del sistema nervioso central. Sin embargo, los informes autenticados son escasos. Los virus para los cuales el agua desempeña probablemente un rol importante en la transmisión de la enfermedad son: el virus A de la hepatitis, el virus tipo Norwalk de la gastroenteritis y los rotavirus. La evidencia para estos virus es tan grande que el Grupo Científico de la OMS recomienda que "todos los abastecimientos de agua provenientes de fuentes contaminadas con virus deben ser desinfectadas".

### Virus A de la hepatitis

La hepatitis viral, una enfermedad a nivel mundial, es común en los lugares con saneamiento ambiental deficiente. Se presenta a una edad temprana y es transmitida de persona a persona. Frecuentemente se producen brotes de vehículo común debido a agua o alimentos contaminados, especialmente leche y mariscos. La enfermedad varía de leve hasta fulminante, con fiebre, anorexia, malestar e ictericia. El índice de mortalidad es bajo. Las

medidas preventivas recomendadas incluyen educación sobre higiene y salud, higiene personal, adecuada disposición de las excretas y un cuidadoso lavado de las manos.

### Diarreas virales

Los agentes virales que comúnmente causan diarrea incluyen por lo menos dos tipos con diferencias epidemiológicas distintivas: enfermedades del tipo Norwalk y rotavirus.

### ENFERMEDADES VIRALES DEL TIPO NORWALK

Estas son enfermedades que presentan una aguda gastroenteritis de origen viral y que reciben su nombre del lugar en el cual fueron identificadas por primera vez (Norwalk, Hawaii; Ditchling y otros). Sus propiedades biofísicas son similares a las de los parvovirus. Actualmente se encuentran diseminadas a nivel mundial. No se conoce completamente su forma de transmisión, pero es probable que sea fe-

cal-oral. Algunos brotes sugieren fuertemente una transmisión a través de alimentos y el agua. Todos los grupos generacionales parecen ser vulnerables. Estos virus probablemente *no* constituyen una causa importante de las enfermedades diarreicas graves de los infantes y niños (Kapikian y otros, 1972). Esta enfermedad también se conoce como "mal invernal del vómito".

## ROTAVIRUS

Los rotavirus se asocian con enfermedades diarreicas severas que afectan principalmente a infantes y niños pequeños, con un alto índice de mortalidad en los países en vías de desarrollo. Ellos fueron identificados sólo la década pasada (1973); sin embargo, desde hace mucho tiempo se pensaba en un patógeno viral de la diarrea. La estabilidad del virus, junto con las grandes cantidades que se expulsan en las excretas, hacen que la contaminación ambiental sea casi inevitable (Banatvala, 1979).

### Bibliografía sobre virus entéricos

- Banatvala, J.E. "The Role of Viruses in Acute Diarrhoeal Disease" (El rol de los virus en las enfermedades diarreicas agudas). *Clinics in Gastroenterology*. 8(3): 569-598. 1979.
- Berg, Gerald. "The Virus Hazard in Water Supplies" (El peligro de los virus en los abastecimientos de agua). *Journal New England Water Works Association*. 78(2): 79-104. 1964.
- Berg, Gerald, editor. *Transmission of Viruses by the Water Route* (Transmisión de virus por la ruta del agua). Interscience Publishers, Nueva York, 256 págs. 1966.
- Berg, Gerald y otros, editores. *Viruses in Water* (Virus en el agua). American Public Health Association, Washington. 256 págs. 1976.
- Bitton, Gabriel. "Survival of Enteric Viruses" (Supervivencia de virus entéricos). En: Mitchell, Ralph, editor. 'Water Pollution Microbiology', Vol. 2, John Wiley & Sons, Nueva York. Págs. 273-299. 1978.
- Chang, Shih L. "Waterborne Viral Infections and Their Prevention" (Infecciones virales transmitidas por el agua y su prevención). *Bulletin World Health Organization*. 38: 401-414. 1968.
- Comité de la AWWA sobre Virus en el Agua Potable. "Viruses in Drinking Water" (Virus en el Agua Potable). *Journal American Water Works Association*. 71(18): 441-444. 1979.
- Fox, John P. "Epidemiological Aspects of Coxsackie and Echo Virus Infections in Tropical Areas" (Aspectos epidemiológicos de las infecciones por virus Coxsackie y Echo en áreas tropicales). *American Journal of Public Health*. 54(7): 1134-1142. 1964.
- Johnson, Karl M. "Enteroviruses: Coxsackie and ECHO Virus Infections" (Virus entéricos: Infecciones de los virus Coxsackie y ECHO). Cap. 24 en: Top, Franklin H. y Wehrle, Paul F., editores, 'Communicable and Infectious Diseases', octava edición, C.V. Mosby Company, Saint Louis. Págs. 252-259. 1976.
- Kapikian, A.Z. y otros. "Visualization by Immune Electron Microscopy of a 27-nm Particle Associated with Acute Infectious Gastroenteritis" (Visualización mediante un microscopio de electrones inmune de una partícula de 27-nm asociada a la gastroenteritis infecciosa aguda). *Journal Virology*. 10(5): 1075-1081. 1972.
- Lerner, A. Martin. "Enteric Viruses: Coxsackie Viruses, Echo Viruses, Reoviruses" (Virus entéricos: Coxsackie, Echo y Reovirus). Cap. 193 en: Thorn, George W. y otros, editores, 'Harrison's Principles of Internal Medicine', octava edición, McGraw-Hill Book Co., Nueva York. Págs 981-987. 1977.
- Melnick, Joseph L. "Detection of Virus Spread by the Water Route" (Detección de la propagación de los virus mediante la ruta del agua). En: Snoeyink, Vernon y Griffin, Virginia, editores, 'Virus and Water Quality (Proceedings, 13th Water Quality Conference)', University of Illinois, Urbana-Champaign. Págs. 114-125. 1971.
- Mosley, James W. "Transmission of Viral Diseases by Drinking Water" (Transmisión de enfermedades virales mediante el agua potable). En: Berg, Gerald, editor, 'Transmission of Viruses by the Water Route', Interscience Publishers, Nueva York. Págs. 5-23. 1966.
- Rao, N.U. "Geographic Considerations in Virus Removal in Asia" (Consideraciones geográficas en la eliminación de virus en Asia). En: Berg, Gerald y otros, editores, 'Viruses in Water', American Public Health Association, Washington. Págs. 236-246. 1976.
- Slade, J.S. "Enteroviruses in Slow Sand Filtered Water" (Virus entéricos en agua con filtración lenta). *Journal Institution of Water Engineers and Scientists*. 32(6): 530-536. 1978.
- Snoeyink, Vernon y Griffin, Virginia, editores. 'Virus and Water Quality' (Virus y calidad del agua) (Actas de la 13a. Conferencia sobre Calidad del Agua). University of Illinois, Urbana-Champaign. 224 págs. 1971.
- Sobsey, Mark D. "Source Document on Enteric Viruses" (Documento fuente sobre virus entéricos). 'Report to Environmental Services Corp', Chapel Hill, N.C. 79 págs. 1979.
- Top, Franklin H., Johnson, Karl M. y Wehrle, Paul F. "Enteroviruses. Poliomyelitis". Cap. 25 en: Top, Franklin H. y Wehrle, Paul F., editores, 'Communicable and Infectious Diseases', octava edición, C.V. Mosby Company, Saint Louis. Págs. 260-278. 1976.
- Winstein, Louis, "Poliomyelitis". Cap. 198 en: Thorn, George W. y otros, editores, 'Harrison's Principles of Internal Medicine', octava edición, McGraw-Hill Book Co., Nueva York. Págs. 999-1005. 1977.
- Work, Telford H. "Enteric Virus Diseases" (Enfermedades por virus entéricos). Cap. 2 en: Hunter, George W., III, Swartzwelder, J. Clyde y Clyde, Davis F. 'Tropical Medicine'. Quinta edición. W.B. Saunders, Filadelfia. Págs. 57-70. 1976.

### Bibliografía sobre rotavirus y virus Norwalk

- Bolívar, R. y otros. "Rotavirus in Travellers' Diarrhoea: Study of an Adult Student Population in Mexico" (Rotavirus en la diarrea de viajeros: Estudio de una población de estudiantes adultos en México). *Journal of Infectious Diseases*. 137: 324-327. 1978.
- Dolin, Raphael. "Viral Gastroenteritis Caused by Norwalk-like Agents and Rotaviruses" (Gastroenteritis viral causada por agentes del tipo Norwalk y rotavirus). En: Beeson, Paul B., McDermott, Walsh y Wyngaarden, James B., editores, 'Cecil Textbook of Medicine', 15ta. edición, W.B. Saunders Co., Filadelfia. Págs. 305-306. 1979.
- Foster, S.O. y otros. "Gastroenteritis Due to Rotavirus in an Isolated Pacific Island Group: An Epidemic of 3,439 Cases" (Gastroenteritis debido a rotavirus en un archipiélago aislado en El Pacífico: Una epidemia de 3,439 casos). *Journal of Infectious Diseases*. 141(1): 32-39. 1980.
- Kapikian, A.Z. y otros. "Human Reovirus-like Agent as the Major Pathogen Associated with 'Winter' Gastroenteritis in Hospitalized Infants and Young Children" (Agente del tipo Reovirus en el hombre como el principal patógeno asociado a la gastroenteritis de invierno en infantes y niños pequeños hospitalizados). *New England Journal of Medicine*. 294: 965-972. 1976.
- Metselaar, D., Sack, D.A., Kapikian, A.Z. y Muller, A.S. "Machakos Project Studies/Agents Affecting Health of Mother and Child in a Rural Area of Kenya. XI. Antibodies Against Rotaviruses in Sera from Children Living in the Machakos District of Kenya" (Estudios Proyecto Machakos/Agentes que afectan la salud materno-infantil en un área rural de Kenya. XI. Anticuerpos contra rotavirus en sueros de niños pobladores del distrito Machakos de Kenya). *Tropical and Geographic Medicine*. 30(4): 531-535. 1978.
- Paniker, C.K.J. y otros. "Epidemic Gastroenteritis in Children Associated with Rotavirus Infection" (Gastroenteritis epidémica en niños, asociada con infección por rotavirus). *Indian Journal Medical Research*. 66(4): 525-529. 1977.
- Walker-Smith, John. "Rotavirus Gastroenteritis". *Archives of Disease in Childhood*. 53: 335-362. 1978.
- Wyatt, Richard G. y otros. "Diarrhea Associated with Rotavirus in Rural Guatemala: A Longitudinal Study of 24 Infants and Young Children" (Diarrea asociada con rotavirus en la Guatemala rural: Un estudio longitudinal de 24 infantes y niños pequeños). *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 28(2): 325-328. 1979.
- geniería del peligro de los virus en el agua). *Journal Sanitary Engineering Division, American Society Civil Engineers*. 96(SAI): 11-161. 1970.
- Fox, John P. "Human-Associated Viruses in Water" (Virus asociados al hombre en el agua). En: Berg, Gerald y otros, editores, 'Viruses in Water', American Public Health Association, Washington. Págs. 39-49. 1976.
- Goldfield, Martin. "Epidemiological Indicators for Transmission of Viruses by Water" (Indicadores epidemiológicos de la transmisión de virus por agua). En: Berg, Gerald y otros, editores, 'Viruses in Water', American Public Health Association, Washington. Págs. 70-85. 1976.
- Green, D.M. y otros. "Waterborne Outbreak of Viral Gastroenteritis and Sonne Dysentery" (Brotos transmitidos por agua de gastroenteritis viral y disentería de Sonne). *Journal of Hygiene (Cambridge)*. 66: 383-392. 1968.
- Grupo Científico de la Organización Mundial de la Salud. "Human Viruses in Water, Wastewater and Soil" (Virus del hombre en el agua, aguas residuales y el suelo). WHO Technical Report Series 639. Ginebra. 50 págs. 1979.
- Kakulas, Byron y Adams, Raymond D. "Viral Infections of the Nervous System: Aseptic Meningitis and Encephalitis" (Infecciones virales del sistema nervioso: Meningitis y encefalitis asépticas). Cap. 338 en: Thorn, George W. y otros, editores, 'Harrison's Principles of Internal Medicine', octava edición, McGraw-Hill Book Co., Nueva York. Págs. 1895-1899. 1977.
- Kapikian, Albert Z. y otros. "Viral Diarrhea, Etiology and Control" (Diarrea viral, etiología y control). *American Journal Clinical Nutrition*. 31(12): 2219-2236. 1978.
- Lund, E. "The Survival of Viral Pathogens in Water and Waste in the Tropics" (La supervivencia de patógenos virales en el agua y los residuos en el trópico). *Progress in Water Technology*. 11(1/2): 73-79. 1978.
- Mahdy, M.S. "Viruses in the Water Environment: An Underestimated Problem" (Virus en el ambiente acuático: Un problema subestimado). *Journal American Water Work Association*. 71(8): 445-449. 1979.
- Melnick, Joseph L., Gerba, Charles P. y Wallis, Craig. "Viruses in Water". *Bulletin World Health Organization*. 56(4): 499-508. 1978.
- Metcalf, Theodore G. "Indicators for Viruses in Natural Waters" (Indicadores de virus en aguas naturales). En: Mitchell, Ralph, editor, 'Water Pollution Microbiology', Vol. 2, John Wiley and Sons, Nueva York. Págs. 301-324. 1978.
- Westwodd, J.C.N. y Sattar, S.A. "The Minimal Infective Dose" (La dosis infecciosa mínima). En: Berg, Gerald y otros, editores, 'Viruses in Water', American Public Health Association, Washington. Págs. 61-69. 1976.

### Bibliografía sobre virus (incluyendo polio)

- Chaturvedi, U.C. y otros. "The Problem of Paralytic Poliomyelitis in the Urban and Rural Population Around Lucknow, India" (El problema de la poliomiélitis parálitica en la población urbana y rural alrededor de Lucknow, India). *Journal Hygiene (Cambridge)*. 81: 179-187. 1978.
- Comité de Control de la Calidad Ambiental. "Engineering Evaluation of Virus Hazard in Water" (Evaluación de in-

## GIARDIASIS

### Introducción

La giardia-enteritis es una infección del intestino delgado superior causada por un protozoo

(*Giardia lamblia*). Frecuentemente asintomática, puede presentar diarrea crónica, esteatorrea, cólicos abdominales, frecuentes deposiciones sueltas, pálidas, grasosas y fétidas, fatiga y pérdida de peso. Esta enfermedad se presenta a nivel mundial en áreas de saneamiento deficiente. Desde 1970, en los Estados Unidos se han reportado aproximadamente 30 brotes transmitidos por agua, afectando a más de 10,000 personas. La Giardiasis es frecuente en el trópico, afectando a los niños en un mayor porcentaje que a los adultos. Los índices más altos se presentan en los niños que sufren de desnutrición (Knight, 1978).

La transmisión es fecal-oral, a través del agua, los alimentos y de mano a boca, siendo el agua una fuente común de las epidemias, debido en parte a que las concentraciones usuales de cloro empleadas para la desinfección del agua no matan a los quistes de la giardia. Asimismo existe alguna evidencia de contaminación de los abastecimientos de agua por parte de animales, en particular, castores.

### El rol del agua

Los informes a partir de 1970 sobre giardiasis epidémica transmitida por el agua a personas que viajaban a la Unión Soviética pueden haber sido responsables de la mayor atención que se viene prestando a esta enfermedad en el interior de los Estados Unidos. Desde entonces, se cuenta con información sobre una gran cantidad de pequeños brotes de giardia transmitida por el agua, incluyendo una epidemia producida en Rome, Nueva York, en 1974-75 y que afectara a unas 5,000 personas (Craun, 1979). Los brotes de *Giardia* se han producido también en comunidades con abastecimientos de agua filtrados: Camas, Washington (Kirner y otros, 1978) y Berlín, New Hampshire (Lippy, 1978).

Un Symposium sobre Transmisión de Giardiasis a través del Agua, llevado a cabo en 1978, brinda un excelente panorama del conocimiento que se tiene actualmente sobre esta enfermedad (Jakubowski y Hoff, 1978).

### Bibliografía sobre giardiasis

- Beard, Rodney R. "Epidemic Giardiasis". *New England Journal of Medicine*. 281: 853. 1969.  
Craun, Gunther F. "Waterborne Giardiasis in the United States: A Review" (Giardiasis transmitida por agua en

- los Estados Unidos. Una revisión). *American Journal of Public Health*. 69(8): 817-819. 1979.  
Jakubowski, W. y Hoff, J.C., editores. 'Waterborne Transmission of Giardiasis' (Transmisión por agua de la giardiasis). U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati. 306 págs. 1978.  
Juranak, D. "Waterborne Giardiasis" (Giardiasis transmitida por agua). En: Jakubowski, W. y Hoff, J.C., editores 'Waterborne Transmission of Giardiasis', US. Environmental Protection Agency, Cincinnati. Págs. 150-161. 1978.  
Juniper, Kerrison, Jr. "Nonamebic Protozoal Enteritides" (Enteritidis protozoarias no amebicas). Cap. 64 en: Hoeprich, Paul D., editor, 'Infectious Diseases', segunda edición, Harper & Row, Publishers, Hagerstown, Md. Págs. 583-587. 1977.  
Kirner, J.C., Littler, J.D. y Angelo, L.A. "A Waterborne Outbreak of Giardiasis in Camas, Wash". (Una epidemia de giardiasis transmitida por agua en Camas, Washington). *Journal American Water Works Association*. 70(1): 35-40. 1978.  
Knight, R. "Giardiasis, Isoporiasis and Balantidiasis". *Clinics in Gastroenterology*. 7(1): 31-47. 1978.  
Lippy, E.C. "Water Supply and Problems Associated with A Waterborne Outbreak of Giardiasis" (Abastecimiento de agua y problemas asociados con una epidemia de giardiasis transmitida por el agua). En: Jakubowski, W. y Hoff, J.C., editores. 'Waterborne Transmission of Giardiasis', US Environmental Protection Agency, Cincinnati. Págs. 164-173. 1978.  
Lippy, Edwin C. "Tracing a Giardiasis Outbreak at Berlin, New Hampshire" (Rastreado un brote de giardiasis en Berlín, New Hampshire). *Journal American Water Works Association*. 70(9): 512-520. 1978.  
Meyer, Ernest A. y Jarroll, Edward L. "Giardiasis". *American Journal of Epidemiology*. 111(1); 1-12. 1980.  
Moore, Gordon T. y otros. "Epidemic Giardiasis at a Ski Resort" (Giardiasis epidémica en un campo de esquí). *The New England Journal of Medicine*. 281(8): 402-407. 1969.  
Schultz, Myron G. "Giardiasis". *Journal American Medical Association*. 233(13): 1383-1384. 1975.  
Wanner, R.G., Atchley, F.O. y Wasley, M.A. "Association of Diarrhea with *Giardia lamblia* in Families Observed Weekly for Occurrence of Enteric Infections" (Asociación entre diarreas y *Giardia lamblia* en familias observadas semanalmente para detectar la presencia de infecciones entéricas). *American Journal Tropical Medicine and Hygiene*. 12: 851-853. 1963.  
Wolfe, Martin S. "Giardiasis". *Journal American Medical Association*. 233(13): 1362-1365. 1975.

### OTROS VIBRIONES APARTE DEL CÓLERA

Gran parte de los casos de gastroenteritis son ocasionados por especies de vibriones que no son el vibrión cólera, es decir, la bacteria que produce

el cólera. Ellos causan casos esporádicos y brotes de enfermedades similares al cólera, pero no se han asociado a epidemias grandes o pandemias. Comprenden por lo menos seis especies, siendo las más comunes: *V. cholerae* (no 01) y *V. parahemolyticus*.

Al *V. cholerae* (no 01), se le denomina así debido a que no se aglutina en el antisuero 1 grupo 0 *V. cholerae*, una prueba bioquímica para identificar al *V. cholerae*. A los *V. cholerae* (no 01) siempre se les ha conocido como "otros vibriones aparte del cólera" (NAG). Las cepas de *V. cholerae* (no 01) están ampliamente distribuidas en el medio ambiente asiático, europeo y norteamericano, especialmente en las aguas residuales, las aguas estuarias y los mariscos (Blake, 1980). Parecen ser especies bacterianas estuarias autóctonas (de origen local). Son patógenos (Spira, en impresión), pero se desconoce la proporción de enfermedades diarreicas asociadas a estos organismos (Blake, 1980). La transmisión probablemente se produzca casi exclusivamente a través de alimentos o agua contaminados (Blake, 1980). Se ha informado documentalmente sobre un brote producido en Sudán debido a un pozo de agua contaminado (OMS, 1969).

El *V. parahemolyticus* se reconoció primero como una causa de la toxicidad de los alimentos a principio de la década de los 50 en Japón; desde entonces, se ha descubierto que es una causa importante de enfermedades diarreicas en muchos lugares del mundo. Parece ser que se transmite casi exclusivamente a través de alimentos, particularmente de aquellos del medio ambiente marino.

#### Bibliografía sobre otros vibriones aparte del cólera

- Blake, Paul A., Weaver, Robert E. y Hollis, Dannie G. Diseases of Humans (Other Than Cholera) Caused by Vibrios" (Enfermedades del hombre (aparte del cólera) causados por vibriones). *Annual Review of Microbiology*. 1980.
- Hughes, James M. y otros. "Vibrio Parahemolyticus Enterocolitis in Bangladesh: Report of an Outbreak" (Enterocolitis causada por *V. parahemolyticus* en Bangladesh: Informe de un brote). *American Journal Tropical Medicine and Hygiene*. 27(1): 106-112. 1978.
- Hughes, James M., Hollis, Dannie G., Gangarosa, Eugene J. y Weaver, Robert E. "Non-Cholera Vibrios Infections in the United States, Clinical Epidemiologic, and Laboratory Features" (Infecciones causadas por vibriones aparte del cólera en los Estados Unidos, características clínicas, epidemiológicas y de laboratorio). *Annals of Internal Medicine*. 88(6): 602-606. 1978.

Organización Mundial de la Salud. "Outbreak of Gastroenteritis by Non-Agglutinable (NAG) Vibrios" (Brotos de gastroenteritis debido a vibriones no aglutinables (NAG)). *WHO Weekly Epidemiological Record*. 44: 10. 1969.

Spira, W.M. y Daniel, R.R. 'Proceedings 15th Joint Conference on Cholera, US-Japan Cooperative Medical Science Program' (Actas de la 15a. Conferencia Conjunta sobre el Cólera, Programa Científico de Cooperación Médica EE.UU. -Japón). En impresión.

## FIEBRE TIFOIDEA

### Introducción

La fiebre tifoidea es una enfermedad infecciosa sistémica, caracterizada por presentar fiebre continua, dolor de cabeza, anorexia, pulso débil, manchas rosadas en el tronco, estreñimiento más comúnmente que diarreas y, en ocasiones, hemorragia o perforación intestinal. El índice de mortalidad en el caso de enfermedades no tratadas puede llegar al 10%. Se producen casos leves y poco evidentes, especialmente en las áreas endémicas (Benenson, 1981). El agente infeccioso es el *Salmonella typhi* o bacilo de la tifoidea.

Esta enfermedad se presenta a nivel mundial, propagándose a través de alimentos o agua contaminados por las heces u orina de un paciente o portador. Los moluscos y la leche son también importantes vehículos de transmisión.

### Historia

El hecho de que la tifoidea es una enfermedad transmisible por agua fue descubierto ya en 1839 por el Dr. William Budd, un médico inglés, quién describió su transmisión a través del agua unas tres décadas antes de que se identificara al bacilo. En realidad, el famoso informe de Budd fue precedido por el del Dr. Austin Flint, en base a un estudio poco conocido de una epidemia en North Boston, Nueva York, un año antes del informe de Budd.

De esta manera, la tifoidea fue la primera enfermedad identificada como transmisible por agua, junto con el cólera. Sin embargo, después de su aparición pandémica en 1873, raramente se identificó al cólera en los Estados Unidos. La tifoidea se convirtió en la unidad normativa de todas las enfermedades transmitidas por medio del agua en los Estados Unidos, por lo que fue estudiada profundamente por los primeros ingenieros sanitarios y epi-



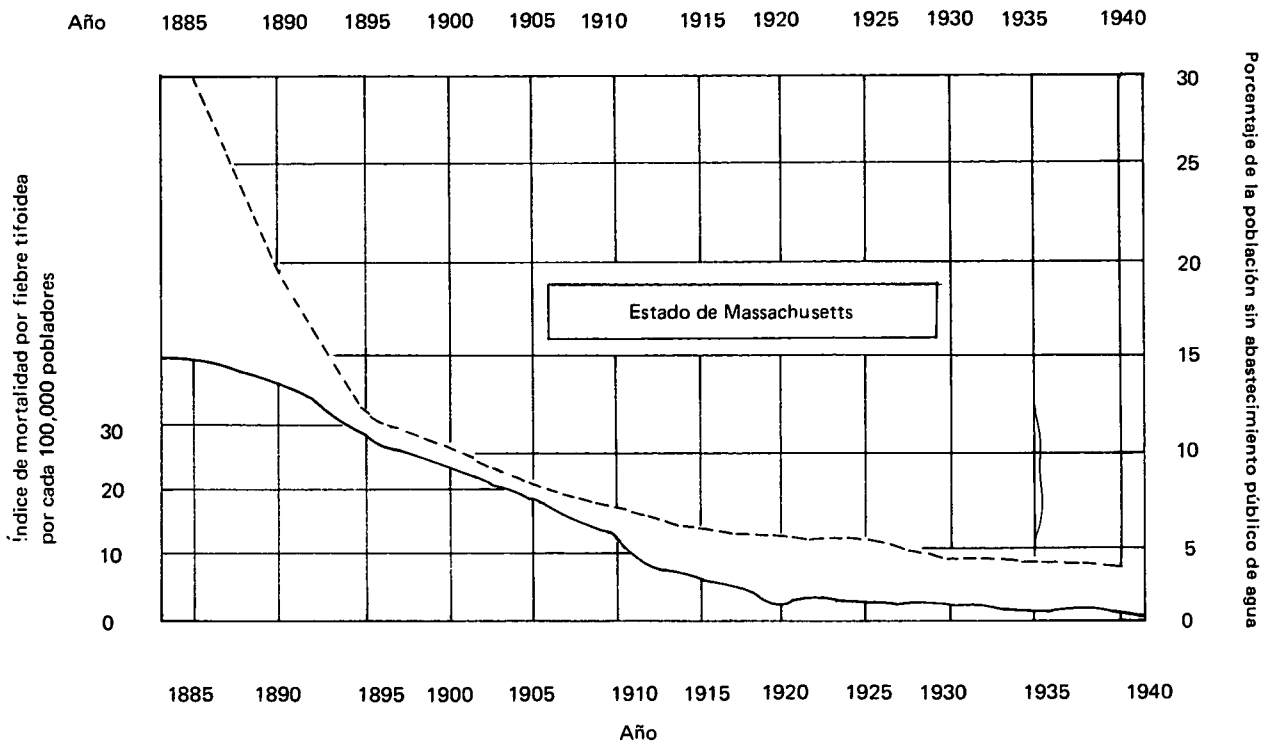


Figura 2-1 Tasa de incidencia de la tifoidea versus abastecimiento de agua a través del tiempo: Massachusetts. (Fuente: Fair y colaboradores, 1966.)

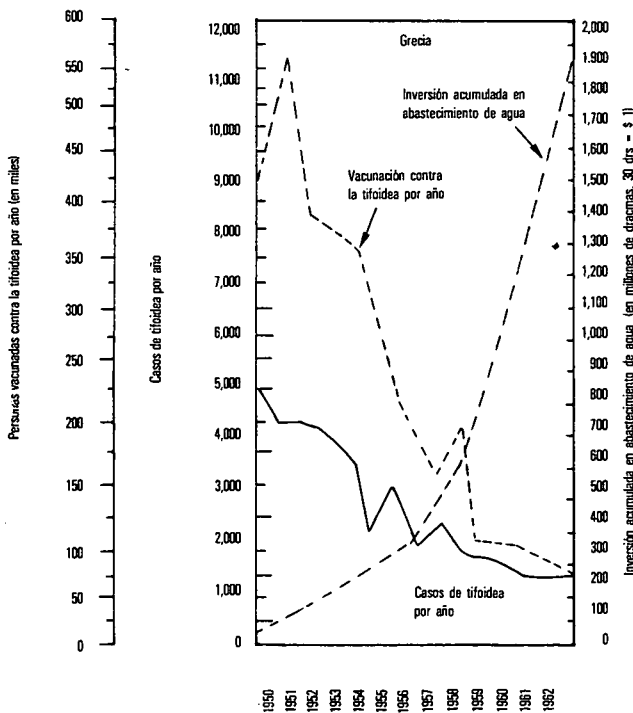


Figura 2-2 Casos de tifoidea y vacunación vs. Abastecimiento de agua en el tiempo: Grecia. (Fuente: Costopoulos, 1968.)

demiólogos, incluyendo a pioneros como William T. Sedgewick (1892), James H. Fuertes (1901), George C. Whipple (1907) y Wade Hampton Frost (1914). El trabajo de la estación experimental Lawrence del Departamento de Salud del estado de Massachusetts, trabajo dirigido por Sedgewick, estableció desde un principio la vinculación entre tifoidea y agua potable. La figura 2-1 es ilustrativa. La figura 2-2 repitió la experiencia para la Grecia de post-guerra durante la reconstrucción.

El cuadro 2-5 muestra los primeros estudios realizados por Wade Hampton Frost, entonces con el Servicio de Salud Pública de los Estados Unidos, en el río Ohio, donde la iniciación del tratamiento del agua redujo el índice de muertes por tifoidea en más de un 80%. Un estudio de Johnson para otras ciudades (1916) mostró una reducción del 64% (véase el cuadro 2-6).

Para los Estados Unidos, “la mejora de los sistemas públicos de abastecimiento de agua ha sido el factor individual más importante en el descenso de la tifoidea” (Anderson, Arnstein y Lester, 1962, pág. 220). Europa tuvo experiencias similares (Moore, 1971).

**Cuadro 2-5** Índices de mortalidad por tifoidea en 26 ciudades del río Ohio sin plantas de tratamiento de agua en 1906 y para las mismas ciudades en 1914 luego de iniciado el tratamiento del agua en 16 de ellas.

| <i>Número de ciudades/estado<br/>del tratamiento de agua</i> | <i>Índice de mortalidad por tifoidea<br/>por cada 1,000 pobladores</i> |                |
|--|--|----------------|
|  | <i>en 1906</i>   | <i>en 1914</i> |
| 10 ciudades  |  |                |
| Sin tratamiento en 1906                                      | 76.8   | 74.5           |
| Sin tratamiento en 1914                                      |  |                |
| 16 ciudades  |  |                |
| Sin tratamiento en 1906                                      | 90.5   | 15.3           |
| Sin tratamiento en 1914                                      |  |                |

*Nota:* La fuente de abastecimiento de agua no cambió entre 1906 y 1914 en ninguna de las ciudades.  
*Fuente:* Frost (1941).

**Cuadro 2-6** Reducción de los índices de mortalidad por fiebre tifoidea en ciudades norteamericanas luego de adoptar el sistema de filtración en su abastecimiento público de agua (promedios para cinco años antes y cinco años después de la filtración).

| <i>Ciudad</i>        | <i>Tasas promedio de<br/>mortalidad por fiebre<br/>tifoidea</i> |                                     | <i>Porcentaje de reducción en<br/>las tasas de mortalidad por<br/>fiebre tifoidea luego de la<br/>filtración de los sistemas<br/>de abastecimiento de agua</i> |
|----------------------|---|-------------------------------------|--|
|                      | <i>Antes de la<br/>filtración</i>                               | <i>Después de la<br/>filtración</i> |  |
| Albany, N.Y.         | 109   | 28                                  | 74   |
| Charleston, S.C.     | 106   | 62                                  | 41   |
| Cincinnati, O.       | 56  | 11                                  | 80   |
| Columbus, O.         | 83  | 17                                  | 78   |
| Harrisburg, Pa.      | 72  | 33                                  | 54   |
| Hoboken, N. J.       | 18  | 13                                  | 28   |
| Indianapolis, Ind.   | 46  | 28                                  | 39   |
| Lawrence, Mass.      | 110   | 23                                  | 79   |
| Louisville, Ky.      | 57  | 24                                  | 58   |
| New Haven, Conn.     | 40  | 25                                  | 38   |
| New Orleans, La.     | 39  | 26                                  | 33   |
| Paterson, N.J.       | 29  | 9                                   | 69   |
| Philadelphia, Pa.    | 63  | 20                                  | 68   |
| Pittsburgh, Pa.      | 132   | 19                                  | 85   |
| Providence, R.I.     | 19  | 13                                  | 31   |
| Reading, Pa.         | 53  | 35                                  | 34   |
| Scranton, Pa.        | 25  | 10                                  | 60   |
| Springfield, Mass.   | 22  | 22                                  | 0  |
| Washington, D.C.     | 55  | 31                                  | 43   |
| Washington, Del.     | 35  | 24                                  | 31   |
| Promedios ponderados | 60  | 21                                  | 65   |

*Fuente:* Johnson (1916).

Las campañas militares y los desastres producían con frecuencia brotes virulentos. Durante el siglo XIX, en muchas campañas, el número de muertos por tifoidea excedía al de caídos en la batalla.

La tifoidea dio también su nombre a su más famosa portadora, Mary "Tifoidea" Mallon, una cocinera de las familias de clase alta de Nueva York y de los hospitales, que fue responsable de numerosos brotes.

En los Estados Unidos, la tifoidea es rara. Sin embargo, en los países que todavía tienen sistemas inadecuados de abastecimiento de agua y saneamiento, ella continúa siendo un significativo problema para la salud pública.

Tanto en los Estados Unidos como en Inglaterra, la tifoidea y el cólera fueron factores importantes en sus reformas sanitarias, sintetizadas en el trabajo de Edwin Chadwick y Lemuel Shattuck.

### Causas de la tifoidea

La fiebre tifoidea, a diferencia de la mayor parte de las otras salmonelosis, se limita estrictamente al hombre. La infección se produce por la ingestión de *S. typhi*, en un rango delimitado experimentalmente entre los 1,000 a 100,000 organismos. La dosis de infección es probablemente menor en los contagios naturales. Las fuentes de infección las constituyen los enfermos o, más frecuentemente, los portadores, que eliminan los *S. typhi* en sus deposiciones y orina.

La epidemiología de la tifoidea ha sido exhaustivamente estudiada. Las numerosas observaciones no dejan duda en cuanto al rol de los alimentos y el agua (Cvjetanovic, 1973). La infección se transmite frecuentemente a través de agua contaminada. Como el *S. typhi* puede sobrevivir en el agua de mar, son particularmente peligrosos los mariscos, especialmente aquellos dotados de conchas, recolectados en las cercanías de las desembocaduras de desagües.

### Prevención contra la tifoidea

Las medidas preventivas incluyen la detección y el tratamiento de portadores, la inmunización y la higiene personal y comunitaria, particularmente en cuanto al suministro de sistemas adecuados de agua y disposición de excretas. La inmunización es efectiva, pero pierde su efecto ante grandes dosis de organismos *S. typhi*,  $10^9$  o más (Cvjetanovic,

1973). Un modelo epidémico (Cvjetanovic, Grab y Uemura, 1971) que utilizó datos de costos para el sudeste asiático, demostró que el saneamiento es una medida de control más efectiva en cuanto a costos que la inmunización, si se considera la influencia del saneamiento sobre el control de otras enfermedades.

El éxito de las instalaciones de abastecimiento en los Estados Unidos en la reducción de la incidencia de la fiebre tifoidea se ha repetido en muchas regiones del mundo en desarrollo. Bahl (1976); Misra (1971), Zaheer y otros (1962) y Zebec (1980, informando sobre trabajos en la década de los 20), describen reducciones espectaculares de la tifoidea en ciudades de Zambia, India y Yugoslavia, luego de la introducción de abastecimientos comunitarios de agua.

## FIEBRE PARATIFOIDEA

### Introducción

La fiebre paratifoidea es una fiebre entérica bacteriana, similar clínicamente a la fiebre tifoidea, pero generalmente más suave y con un menor índice de mortalidad. Presenta infecciones leves y asintomáticas.

Se reconocen tres grupos principales de agentes infecciosos:

- *Salmonella paratyphi A*,
- *Salmonella paratyphi B (S. schottmulleri)*,
- *Salmonella paratyphi C (S. hirschfeldii)*,

todas ellas de origen predominantemente humano.

La transmisión es fecal-oral, a través de los alimentos o de las personas que los manipulan. Los brotes ocasionales están relacionados con sistemas de abastecimiento de agua, incluyendo el agua para nadar.

### Prevención

Las medidas preventivas son similares a las de la tifoidea. Sin embargo, las vacunas normales son menos efectivas.

### Bibliografía sobre tifoidea y paratifoidea

Anderson, Gaylord W., Arnstein, Margaret G. y Lester, Mary R. 'Communicable Disease Control' (Control de en-

- fermedades contagiosas), cuarta edición, McMillan Co., Nueva York. 606 págs. 1962.
- Bahl, M.R. "Impact of Piped Water Supply on the Incidence of Typhoid Fever and Diarrhoeal Diseases in Lusaka" (Impacto del abastecimiento entubado de agua sobre la incidencia de la fiebre tifoidea y de las enfermedades diarreicas en Lusaka). *Medical Journal of Zambia*. 10(4): 98-99. 1976.
- Baine, William B. "Legionnaires Disease: Epidemiology and Clinics Characteristics" (La enfermedad de los legionarios: Epidemiología y características clínicas). En: Jones, Gilda L. y Hevert, G. Ann, editores, "Legionnaires"/The Disease, the Bacterium and Methodology' ("Legionarios"/La enfermedad, la bacteria y la metodología), Center for Disease Control, Atlanta, págs. 23-28. 1978.
- Baine, William B. y otros. "Typhoid Fever in the United States Associated with the 1972-1973 Epidemic in Mexico" (La fiebre tifoidea en los Estados Unidos asociada con la epidemia de 1972-1973 en México). *The Journal of Infectious Diseases*. 135(4): 649-653. 1977.
- Bender, U. von. "Paratyphusepidemie durch Havarie im Trinkwassernetz". *Zeitschrift für die Gesamte Hygiene und Ihre Grenzgebiete*. 21: 778-782. 1975.
- Benenson, Abram S., editor. 'Control of Communicable Diseases in Man' (Control de las enfermedades contagiosas del hombre). 13a. edición. American Public Health Association, Washington. 443 págs. 1981.
- Bernard, R.P. "The Zermatt Typhoid Outbreak in 1963" (La epidemia de tifoidea de 1963 en Zermatt). *Journal of Hygiene (Cambridge)*. 63(4): 537-563. 1965.
- Budd, William. 'Typhoid Fever: Its Nature, Mode of Spreading and Prevention' (Fiebre tifoidea: Su naturaleza, su modo de difusión y su prevención). Londres, 184 págs. 1874. Reimpreso para Delta Omega por la American Public Health Association. 1931.
- Cvjetanovic, C. "Control of Enteric Fever". *Singapore Medical Journal*. 17: 38-39. 1976.
- Cvjetanovic, B. "Typhoid Fever and Its Prevention" (La fiebre tifoidea y su prevención). *Public Health Reviews*. II(3): 229-246. 1973.
- Cvjetanovic, B., Grab, B. y Uemura, K. "Epidemiological Model of Typhoid Fever and its Use in the Planning and Evaluation of Antityphoid Immunization and Sanitation Programmes" (Un modelo epidemiológico de la fiebre tifoidea y su uso en la planificación y evaluación de los programas de inmunización contra la tifoidea y de saneamiento). *Bulletin World Health Organization*. 45: 53-75. 1971.
- Costopoulos, J.M. "Water Supply and Public Health" (Abastecimientos de agua y salud pública). International Conference on Water for Peace. 7: 952-958. US Government Printing Office, Washington. 1968.
- Fair, Gordon M. Geyer, John C. y Okun, Daniel A. 'Water and Wasterwater Engineering' (Ingeniería de agua y aguas residuales), Vol. 1, pág. 1-16. Wiley, Nueva York. 1966.
- Flint, Austin. 'Clinical Reports on Continued Fever, Based on Analyses of One Hundred and Sixty-Four Cases... to Which is Added a Memoir on the Transportation and Diffusion by Contagion of Typhoid Fever' (Informes clínicos sobre fiebre continua, basados en el análisis de ciento sesenta y cuatro casos... añadiéndose una nota sobre el transporte y la difusión por contagio de la fiebre tifoidea). Lindsay & Blakiston, Filadelfia, 309 págs. 1855.
- Franklin, Joseph P. y Halliday, C.H. "A Water-borne Outbreak of Paratyphoid A Fever" (Un brote de fiebre paratifoidea A transmitida por agua). *Canadian Public Health Journal*. 28: 82-87. 1937.
- Frost, Wade Hampton. 'Papers of Wade Hampton Frost, M. D. A Contribution to Epidemiological Methods' (Documentos del Dr. Wade Hampton Frost. Una contribución a los métodos epidemiológicos). Kenneth F. Maxey, editor. Commonwealth Fund, Nueva York, 628 págs. 1941.
- González-Cortéz, Abel y otros. "Water-Borne Transmission of Chloramphenicol-Resistant Salmonella typhi in Mexico" (Transmisión por agua de Salmonella typhi resistente al cloranfenicol en México). *The Lancet*. II: 605-607. Septiembre 15, 1973.
- Healy, William A. y Grossman, Richard P. "Water-Borne Typhoid Epidemic at Keene, New Hampshire" (Tifoidea epidémica transmitida por agua en Keene, New Hampshire). *Journal New England Water Works Association*. 75: 38-52. 1961.
- Hornick, Richard B. "Typhoid Fever". Capítulo 61 en: Hoeprich Paul D., editor, 'Infectious Diseases', 2da. edición, Harper & Row, Hagerstown, Md. Págs. 562-571. 1977.
- Hornick, Richard B. y Gregg, Michael B. "Typhoid Fever" Capítulo 1 en: Tice's Practice of Medicine, Vol. III. Harper & Row, Hagerstown, Md. 13 págs. 1075.
- Johnson, George A. "The Typhoid Toll" (Mortalidad por tifoidea). *Journal of the American Water Works Association*. 3(2): 249-313. 1916.
- Kawata, Kazuyoshi. "Of Typhoid Fever and Telephone Poles: Deceptive Data on the Effect of Water Supply and Privies on Health in Tropical Countries" (Sobre la fiebre tifoidea y los postes telefónicos: Datos engañosos sobre el efecto del abastecimiento de agua y las letrinas en la salud en los países tropicales). *Progress in Water Technology*. 11(1/2): 37-43. 1978.
- Mandal, Bibha K. "Typhoid and Paratyphoid Fever". *Clinics in Gastroenterology*. 8(3): 715-735. 1979.
- Mills, Hiram F. "Typhoid Fever in its Relation to Water Supplies" (Fiebre tifoidea en relación con los abastecimientos de agua). 22nd Annual Report, Massachusetts State Board of Health, Boston. Págs. 523-543. 1890. Resumido en: Whipple, George Chandler. 'State Sanitation'. Harvard University Press, Cambridge. Págs. 131-138. 1917.
- Misra, K.K. "Safe Water in Rural Areas, An Experiment in Promoting Community Participation in India" (Agua confiable en áreas rurales, un experimento para fomentar la participación comunal en la India). *International Journal of Health Education*. 18(1): 53-59. 1971.
- Moore, B. "Typhoid: Epidemiological Investigation and Control Measures" (Tifoidea: Investigación epidemiológica y medidas de control). *Public Health*, London. 85: 152-158. 1971.
- Nadkarni, M.G. y Joshi, B.N. "An Outbreak of Enteric Fever in Village Kautholi of Sangli District" (Un brote de

- fiebre entérica en la aldea Kautholi del distrito de Sangli). *Indian Journal of Medical Sciences*. 21: 597-602. 1967.
- Pfeiffer, Kenneth R. "The Homestead Typhoid Outbreak" (Epidemia de tifoidea en granjas). *Journal American Water Works Association*. 65: 803-805. 1973.
- Rice, Peter A., Baine William B. y Gangarosa Eugene J. "Salmonella typhi Infections in the United States, 1967-1972: Increasing Importance of International Travelers" (Infecciones de Salmonella typhi en los Estados Unidos, 1967-1972: Creciente importancia de los viajeros internacionales). *American Journal of Epidemiology*. 106(2): 160-166. 1977.
- Saslaw, Milton S., Nitzkin, Joel L., Feldman, Ronald, Baine, William, Pfeiffer, Kenneth y Pearson, Margaret. "Typhoid Fever". *American Journal of Public Health*. 65(11): 1184-1191. 1975.
- Savage, William. "Paratyphoid Fever: An Epidemiological Study" (Fiebre paratifoidea: Un estudio epidemiológico). *Journal of Hygiene (Cambridge)*. 42: 393-410. 1942.
- Sedgewick, William T. "On Recent Epidemics of Typhoid Fever in the Cities of Lowell and Lawrence Due to Infected Water Supply" (Sobre epidemias recientes en las ciudades de Lowell y Lawrence debido a abastecimientos de agua infectados). 24th Annual Report, Massachusetts State Board of Health, Boston. Págs. 665-704. 1892. Reeditado en 'Clean Water and the Health of th Cities'. Arno Press, Nueva York. 1977.
- Sedgewick, William T. "On the Rise and Progress of Water-Supply Sanitation in the Nineteenth Century" (Sobre el aumento y el progreso en el saneamiento de los sistemas de abastecimiento de agua durante el siglo XIX). *New England Water Works Association*. 15: 315-337. 1901.
- Whipple, George Chandler. 'Typhoid Fever - Its Causation, Transmission and Prevention' (Fiebre tifoidea: Sus causas, su transmisión y su prevención). John Wiley & Sons Inc., Nueva York, 407 págs. 1908.
- Wilson, Graham S. y Miles, Ashley. "Enteric Infections". En '(Topley and Wilson's) Principles of Bacteriology, Virology and Immunity', Vol. 2. 6ta. edición, Williams and Wilkins Co., Baltimore. Págs. 2005-2039. 1975.
- Wolman, Abel y Groman, Arthur E. "The Significance of Waterborne Typhoid Fever Outbreak, 1920-1930" (El significado de los brotes de fiebre tifoidea transmitidos por agua, 1920-1930). *Journal American Water Works Association*. 23(2): 160-201. 1931.
- Zaheer, Mohd, Prasad, B.G., Govil, K.K. y Bhadury, T. "A Note on Urban Water Supply in Uttar Pradesh" (Un informe sobre el sistema urbano de abastecimiento de agua en Uttar Pradesh). *Journal Indian Medical Association*. 38(4): 177-182. 1962.
- Zubec, M., Bujevic y Cvjetanovic, B. "Mraclin, 50 Years of Rural Drinking Water and Sanitation Programme in Croatia" (Mraclin, 50 años de un programa rural de agua potable y saneamiento en Croacia). Anexo 2 (22 págs) en: Cvjetanovic, Branko, 'Effect of Water Supply and Sanitation on Health in Less Developed Countries', informe inédito. Zagreb. 42 págs. + Anexos. Junio 1980.

## SALMONELOSIS

### Introducción

La salmonelosis es una enfermedad aguda, infecciosa, de origen bacteriano que presenta accesos repentinos de dolor abdominal, diarreas, náusea, fiebre y algunas veces vómitos. El índice de mortalidad es reducido, excepto entre los muy jóvenes, los ancianos y las personas debilitadas. Más de 2,000 serotipos de Salmonella son patógenos, siendo el más común el *S. typhimurium*. La fiebre tifoidea y paratifoidea son tipos de salmonelosis, pero se discuten en una sección aparte. La salmonelosis está muy asociada con los animales, al igual que con el hombre.

### Transmisión

La transmisión es fecal-oral de persona a persona y vía agua o alimentos contaminados. Las epidemias generalmente se originan por los alimentos o la leche. En algunas epidemias de gran magnitud ha intervenido la contaminación fecal de abastecimientos públicos de agua clorada. En todo el mundo se pueden encontrar los diferentes tipos de salmonella.

Uno de los más notables brotes de salmonelosis transmitida por agua fue el de Riverside, California, en 1965 (Ross, Campbell y Ongerth, 1966; Greenberg y Ongerth, 1966) que afectó a un estimado de 18,000 personas. Esta epidemia se atribuyó al *S. typhimurium*.

### Bibliografía sobre salmonella

- Feldman, Roger A. y Pollard, Robert A. "Uses of Epidemiology in the Control of Salmonellosis in Humans" (Usos de la epidemiología en el control de la salmonelosis en humanos). *Actas del Symposium sobre Salmonella de la US Health Assoc.* 9 págs. + 6 cuadros y 2 figuras.
- Greenberg, Arnold E. y Ongerth, Henry J. "Salmonellosis in Riverside, Calif." *Journal American Water Works Association*. 58: 1145-1150. 1966.
- Hook, Edward W. y Guerrant, Richard L. "Salmonella Infections". Cap. 140 en: Thorn, George W. y otros, editores, 'Harrison's Principles of Internal Medicine', 8va. edición, McGraw-Hill Book Co., Nueva York, Págs. 839-847. 1977.
- Koplan, J.P., Deen, R. Doug, Swanston, W.H. y Tota, B. "Contaminated Roof-collected Rainwater as Possible Cause of an Outbreak of Salmonellosis" (La contami-



Figura 2-3 Distribución geográfica de la filariasis. (Fuente: Muller, R., 1971.)

- nación del agua de lluvia recolectada en el techo como posible causa de un brote de salmonelosis). *Journal Hygiene* (Cambridge). 81(2): 303-309. 1978.
- Overturf, Gary D. y Mathies, Allen W., Jr. "Salmonellosis". Cap. 59 en: Top, Franklin H. y Wehrle, Paul F., editores, 'Communicable and Infectious Diseases', 8va edición, C.V. Mosby Company, Saint Louis, Págs. 598-611. 1976.
- Prost, E y Riemann, H. "Food-Borne Salmonellosis" (Salmonellosis transmitida por alimentos). *Annual Review Microbiology*. 21: 495-528. 1967.
- Ross, Everett C., Campbell, Kirham W. y Ongerth, Henry J. "Salmonella typhimurium Contamination of Riverside, Calif., Water Supply" (Contaminación por *S. typhimurium* del sistema de abastecimiento de agua de Riverside, Calif.). *Journal American Water Works Association*. 58: 165-174. 1966.
- Ryder, Robert W., Merson, Michael H., Pollard, Robert A., Jr. y Gangarosa Eugene J. "Salmonellosis in the United States: 1968-1974". *The Journal of Infectious Diseases*. 133(4): 483-486. 1976.
- Yaziz, M.I. y Lloyd, B.J. "The Removal of Salmonellas in Conventional Sewage Treatment Processes" (La eliminación de salmonelas en los procesos convencionales de tratamiento de aguas residuales). *Journal of Bacteriology*. 46(1): 131-142. 1979.

## FILARIASIS

### Antecedentes

La filaria (*Dracunculus medinensis*) es una lombriz parásita filiforme que mide de 30 a 120 centímetros (12 a 48 pulgadas) de largo y que habita en los tejidos subcutáneos e intramusculares cerca a la piel de su huésped humano. Se ha detectado su

presencia en el África, el Asia y el Medio Oriente (véase figura 2-3). Si bien no es una enfermedad mortal, excepto cuando aparece el tétano como secuela, sí puede incapacitar severamente al enfermo. No son raras las complicaciones artríticas. Kale (1977) señala que la duración promedio de la incapacidad de realizar trabajo efectivo es de 100 días en la región occidental de Nigeria. La reinfección anual es común.

La filariasis es el ejemplo por excelencia de una enfermedad cuya transmisión puede interrumpirse completamente mediante la provisión de un abastecimiento de agua potable confiable. En este aspecto, se ha promovido la erradicación de esta enfermedad como parte del Decenio Internacional del Abastecimiento de Agua Potable y del Saneamiento por los Centros para el Control de Enfermedades del Servicio de Salud Pública de los Estados Unidos (1981a, 1981b), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (1981) y la Organization Centrale Contre les Grand Endemies (OCCGE, 1980) (África Occidental). Se estima que de 10 a 48 millones de personas son afectadas por esta enfermedad cada año.

### Transmisión

El ciclo de vida del parásito, *D. medinensis*, mostrado en la figura 2-4, es la razón por la cual su transmisión se puede detener tan rápidamente mediante un abastecimiento de agua potable confiable. Dicha enfermedad cesaría si se pudiera proteger el agua contra la contaminación que se produce a

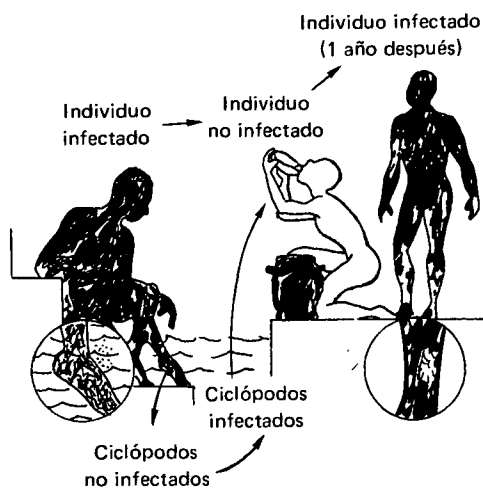


Figura 2-4 Ciclo de vida de la medinensis dracuncula.

través de la larva proveniente de una filaria alojada en una persona enferma. Bastaría sellar los pozos cavados y escalonados con coberturas sanitarias e instalar bombas de mano, para que se detenga la transmisión a través de estos pozos. Las filarias y sus huéspedes intermedios, los cocépodos, se eliminan fácilmente del agua potable mediante la filtración. De igual manera, la ebullición y la cloración del agua los destruyen rápidamente.

#### Efectividad de los sistemas de abastecimiento de agua

Existen numerosos ejemplos que muestran la efectividad de los sistemas de abastecimiento de agua contra la filariasis. La filariasis endémica se eliminó en Tashkent y Samarkand mediante el rellenado de los pozos escalonados y el suministro de pozos protegidos. La construcción de un sistema de agua entubada para un pueblo de 30,000 habitantes en Nigeria redujo en dos años la incidencia de la filariasis de más del 60% a cero.

Anualmente se producen en el mundo un estimado de 10 a 48 millones de casos de filariasis.

La filariasis se distribuye esporádicamente en áreas rurales pobres de África, el Medio Oriente y Asia.

- La lombriz hembra adulta penetra en la piel de la parte baja de la pierna produciendo una úlcera.
- Cuando la úlcera entra en contacto con el agua, las larvas se descargan en ésta.

- Las larvas infectan al ciclopododo, un pequeño crustáceo.
- El agua, contaminada con los ciclopododos infectados, es consumida.
- Las larvas ingeridas maduran en los humanos en un año.
- La filariasis se transmite únicamente mediante el agua ingerida.
- El agua contaminada proviene generalmente de fuentes superficiales abiertas como lagunas estancadas o "pozos escalonados".

#### Bibliografía sobre filariasis (dracunculiasis)

- Anon. "War on Guinea Worm" (Guerra a la filariasis). *Africa*. 99-101. Noviembre 1981.
- Ansari, A.R. y Nasir, A.S. "A Survey on Guinea Worm Disease in the Sind Desert (Tharparkar District) of West Pakistan" (Un estudio sobre la filariasis en el desierto del Sind (distrito de Tharparkar) en la región occidental de Pakistán). *Pakistan Journal Health*. 13: 152-167. 1963.
- Belcher, Donald W., Wurapa, Frederick K., Ward, William B. y Lourie, Irvin M. "Guinea Worm in Southern Ghana: Its Epidemiology and Impact on Agricultural Productivity" (Filariasis en el sur de Ghana: Su epidemiología y su impacto sobre la productividad agrícola). *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 24(2): 243-249. 1975.
- Benenson, Abram S., editor. 'Control of Communicable Diseases in Man' (Control de enfermedades contagiosas del hombre). American Public Health Association, Washington. 435 págs. 1980.
- Bourne Peter G. "Global Eradication of Guinea Worm" (Erradicación mundial de la filariasis) (Editorial). *Journal Royal Society of Medicine*. 75: 1-6. 1982.
- Centros para Control de Enfermedades. "Guinea Worm (Dracunculiasis)", Atlanta. 22 págs. Enero. 1981a.
- Centros para Control de Enfermedades. "Guinea Worm (Dracunculiasis) and the International Water Supply and Sanitation Decade" (Filariasis y el Decenio Internacional del Abastecimiento de Agua Potable y del Saneamiento). *Morbidity and Mortality Weekly Report*. 30(26): 327. 1981b.
- Centros para Control de Enfermedades. "Program to Eradicate Dracunculiasis-India" (Programa para erradicar la dracunculiasis —India). *Morbidity and Mortality Weekly Report*. 30(44): 549. 1981c.
- Faust, Ernest Carroll, Russell, Paul Farr y Jung, Rodney Clifton. 'Clinical Parasitology', 8va. edición. Lea & Febiger, Filadelfia. 479 págs. 1975.
- Faust, Ernest Carroll, Beaver, Paul Chester y Jung, Rodney Clifton. 'Animal Agents and Vectors of Human Disease' (Agentes y vectores animales de enfermedades del hombre). 4ta. edición. Lea & Febiger, Filadelfia, 890 págs. 1970.
- Gilles, H.M. y Ball, P.A.J. "Guinea-worm Infection and Gastric Function" (Infección por filaria y funcionamiento gástrico). *Annals Tropical Medicine and Parasitology*. 58: 72-78. 1964.

- Henderson, D.A. "Discussion" (de Yekutieli, 1981). *World Health Forum*. 2(4): 482-484. 1981.
- Johnson, M.F. "Guinea-worm Arthritis on Knee Joint" (Artritis en la rodilla debido a filariasis) (Corr.) *British Medical Journal*. I: 314. 1968.
- Johnson, Silvester y Joshi, Vinod. "Dracontiasis in Rajasthan. VI. Epidemiology of Dracontiasis in Barmer District Western Rajasthan, India". *International Journal of Epidemiology*. 11 (1): 26-30. 1982.
- Kale, Oladale O. "The Clinico-Epidemiological Profile of Guinea Worm in the Ibadan District of Nigeria" (Perfil clínico-epidemiológico de la filariasis en el distrito Ibadan de Nigeria). *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 26(2): 208-214. 1977.
- Lindberg, K. "Enquete Epidemiologique sur la Dracunculose dans un Village de Deccan (Inde)". *Bulletin Societe Pathologie Exotique*. 39: 318-328. 1946.
- Lyons, G.R.L. "Guineaworm Infection in the Wa District of North-Western Ghana" (Filariasis en el distrito Wa del noroeste de Ghana). *Bulletin World Health Organization*. 47: 601-610. 1972.
- Muller, Ralph. "Dracunculus and Dracunculiasis". *Advances in Parasitology*. 9: 73-151. 1971.
- Muller, Ralph. "Guinea Worm Disease: Epidemiology, Control and treatment" (Filariasis: Epidemiología, control y tratamiento). *Bulletin World Health Organization*. 57: 683-689. 1979.
- Nnochiri, Enginnaya. 'Parasitic Disease and Urbanization in a Developing Community' (Enfermedades parasitarias y urbanización en una comunidad en vías de desarrollo). Oxford University Press, Londres. 204 págs. 1968.
- Onabamiro, S.D. "The Transmission of *Dracunculus medinensis* by *Thermocyclops nigerianus* as Observed in a Village in Southwest Nigeria" (La transmisión de *Dracunculus medinensis* por medio de *Thermocyclops nigerianus* según observaciones en un caserío del suroeste de Nigeria). *Annals Tropical Medicine and Parasitology*. 45: 1-10. 1951.
- Organización Mundial de la Salud. "Dracunculiasis Surveillance" (Supervigilancia de la dracunculiasis). *Weekly Epidemiological Record*. 57(9): 65-67. 1982.
- Patnaik, K.C. y Kapoor, P.N. "Incidence of Guinea-worm in India". *Indian Journal of Medical Research*. 55: 1231-1242. 1967.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 'Prevention of Guinea Worm Disease Adopted as Major Target for Decade' (Prevención de la filariasis adoptada como un objetivo principal del Decenio). Nueva York, 6 págs. Mayo 1981.
- Rao, C.K. y Reddy, G.V.M. "Dracontiasis in West Godovari and Kurnool Districts, Andhra Pradesh". *Bulletin India Society Malaria and Communicable Diseases*. 2: 275-293. 1965.
- Rao, C.K. y otros. "Guinea Worm Disease in India —Current Status and Strategy of Its Eradication" (La filariasis en la India —Estado actual y la estrategia para su erradicación). *Journal Communicable Diseases*. 13(1): 1-7. 1981.
- Reddy, C.R.R.M., Narasaiah, I.L. y Parvathi, G. "Epidemiological Studies on Guinea-worm Infections" (Estudios epidemiológicos sobre filariasis). *Bulletin World Health Organization*; 40: 521-529. 1969.
- Roy, G.C. y Saha, A.L. "Persistent Guineaworm Infection in a Village in West Bengal" (Filariasis persistente en un caserío del oeste de Bengala). *Indian Journal Public Health*. 16(1): 7-10. 1972.
- Sahba, G.H., Arfaa, F. Fardin, A. y Ardlan, A. "Studies on Dracontiasis in Iran". *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 22(3): 343-347. 1973.
- Scott, D. "An Epidemiological Note on Guinea Worm Infection in North-West Ashanti, Ghana" (Un informe epidemiológico sobre la filariasis en Ashanti, al noroeste de Ghana). *Annals Tropical Medicine and Parasitology*. 54: 32-43. 1960.
- Sharma, M.I.D. "Lessons Learnt from the Intensified Campaign Against Smallpox in India and Their Possible Applicability to Other Health Programmes with Particular Reference to Eradication of Dracunculiasis" (Lecciones aprendidas en la campaña intensificada contra la viruela en la India y su posible aplicabilidad a otros programas de salud, con mención especial a la erradicación de la dracunculiasis). *Journal Communicable Diseases*. 12(2): 59-64. 1980.
- Ward, W.B., Blecher, D.W., Wurapa, F.K. y Pappoe, M.E. "Perception and Management of Guinea Worm Disease Among Ghanaian Villagers" (Percepción y manejo de la filariasis entre aldeanos de Ghana). *Tropical and Geographical Medicine*. 31: 155-164. 1979.
- White, Gilbert F., Bradley, David J. y White, Anne U. 'Drawers of Water, Domestic Water Use in East Africa' (Aca-readores de agua, usos domésticos del agua en el África occidental). University of Chicago Press, Chicago. 306 págs. 1972.
- Wilcocks, Charles y Manson-Bahr, P.E.C. 'Manson's Tropical Diseases' (Enfermedades tropicales de Manson). Williams and Wilkins Co., Baltimore. 1164 págs. 1972.
- Yekutieli, Pérez. "Lessons from the Big Eradication Campaigns" (Lecciones de las Grandes Campañas de Erradicación). *World Health Forum*. 2(4): 465-481. 1981.

## LEPTOSPIROSIS

### Introducción

Como leptospirosis se conoce a un grupo de enfermedades causadas por varios serovars (antes serotipos) de *Leptospiras*, por ejemplo, el *L. icterohaemorrhagiae*. Los síntomas incluyen fiebre, dolor de cabeza, escalofríos, malestar severo, vómitos, mialgia y otros. Los casos fatales son pocos, a excepción de los casos que presentan ictericia o lesiones al riñón.

Los patógenos se transmiten a través del contacto de la piel con agua, suelo o vegetación contaminados con la orina de ratas infectadas u otros huéspedes o, en algunos casos, a través de la ingestión.



La exposición está estrechamente vinculada al tipo de ocupación, siendo los más expuestos los agricultores, los pescadores y otras personas que tienen contacto frecuente con aguas contaminadas o con animales infectados y su orina. La exposición por motivos recreacionales también es importante, por ejemplo, en el caso de quienes nadan en aguas contaminadas.

### El rol del abastecimiento de agua

“La leptospirosis en el hombre se asocia con tanta frecuencia al agua que a menudo se la ha clasificado como una zoonosis transmitida a través del agua” (Crawford y otros, 1971). El primer informe sobre epidemia de leptospirosis transmitida a través del agua en los Estados Unidos se dio en 1939 (Havens y otros, 1941). Crawford y otros (1971) estudiaron otras 2 epidemias en los Estados Unidos, todas ellas atribuibles a la práctica de la natación en aguas contaminadas. En la mayoría de las epidemias, las fuentes probables de leptospiros fueron las reses o los puercos.

Chistie (1974) sugiere que “en la gran mayoría de los casos, la leptospirosis en el hombre se origina del agua o del suelo contaminados por ratas”. También señala que los trabajadores del alcantarillado han contraído la enfermedad e informa sobre la transmisión de la misma mediante el agua ingerida.

Sin embargo, Gilliespie (1963) y Diesh (1956) enfatizan el peligro que representa el *L. pomona* procedente del ganado vacuno doméstico.

### Bibliografía sobre leptospirosis

- Broom, J.C. “Leptospirosis in Tropical Countries” (Leptospirosis en países tropicales). *Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*. 47(4): 273-286. 1953.
- Christie, A.B. “Leptospiral Infections” Cap. 23 en: ‘Infectious Diseases: Epidemiological and Clinical Practice’, 2da. edición. Churchill Livingstone, Edinburgh. Págs. 907-933. 1974.
- Crawford, Richard P., Heinemann, Jack M., McCulloch, William F. y Diesh, Stanley L. “Human Infections Associated with Waterborne Leptospire, and Survival Studies on Serotype *pomona*”. (Infecciones humanas asociadas a leptospiros transportados por agua y estudios de supervivencia del serotipo *pomona*). *Journal American Veterinary Medical Association*. 159(11): 1477-1484.
- Diesch, Stanley L. y McCulloch, William F. “Isolation of Pathogenic Leptospire From Waters Used for Recreation” (Aislamiento de leptospiros patógenos en aguas usadas con fines recreativos). *Public Health Reports*. 81(4): 299-304. 1956.
- Ellinghausen, Herman C., Jr. y Top, Franklin H. “Leptospirosis” Cap. 40 en: Top, Franklin H. y Wehrle, Paul F., editores, ‘Communicable and Infectious Diseases’, C. V. Mosby Company, Saint Louis. Págs. 395-409. 1976.
- Galton, Mildred M. “Leptospirosis: Epidemiology, Clinical Manifestations in Man and Animals and Methods in Laboratory Diagnosis” (Leptospirosis: Epidemiología, manifestaciones clínicas en hombres y animales y métodos para el diagnóstico en laboratorio). U.S. Public Health Service Publication No. 951. 70 págs. 1962.
- Gillespie, R.W.H. y Ryno, Joanne. “Epidemiology of Leptospirosis”. *American Journal of Public Health*. 53(6): 950-955. 1963.
- Havens, W. Paul, Bucher, Carl J. y Reimann, Hobart A. “Leptospirosis: A Public Health Hazard” (Leptospirosis: Un peligro para la salud pública). *Journal American Medical Association*. 116(4): 289-291. 1941.
- Martone, William J. y Kaufmann, Arnold F. “Leptospirosis in Humans in the United States, 1974-1978” (Leptospirosis en humanos en los Estados Unidos). *Journal of Infectious Diseases*. 140(6): 1020-1022. 1979.
- Sanford, Jay P. “Leptospirosis”. Cap. 166 en: Thorn, George W. y otros, editores, ‘Harrison’s Principles of Internal Medicine’, 8va. edición, McGraw-Hill Book Co., Nueva York. Págs. 931-934. 1977.
- Torten, M. “Leptospirosis”. En: Steele, James H., ‘CRC Handbook Series in Zoonoses’, Vol. 1, CRC Press, Inc., Boca Ratón, Fla. Págs. 363-421. 1979.

## TULAREMIA

### Introducción

“La tularemia es un conglomerado de síndromes” (Hornick, 1975) relacionados con la ruta de introducción y con la virulencia del patógeno, *Francisella tularensis*, un cocobacilo zoonótico. Cuando éste se transmite a través de la ingestión, puede producir faringitis, dolor intestinal, diarreas y vómitos. La puerta de entrada más frecuente es la piel y la forma más común de manifestarse es como una enfermedad febril indolora que presenta ulceraciones en la piel y nodos linfáticos drenantes. Puede presentar también neumonía, tifoidea y formas oculoglandulares.

La transmisión de una persona a otras es rara, siendo más común la transmisión a través del manipuleo de animales muertos o mediante la ingestión de carne no bien cocida de animales enfermos. Los conejos son las víctimas más comunes entre los animales.

## El rol del agua

Se han presentado episodios esporádicos y epidémicos de tularemia en el hombre cuando éste establece contacto con aguas y peces contaminados por esqueletos de animales enfermos (Cluff, 1977). Quan, McManus y von Fintel (1956) han demostrado que la *F. tularensis* en el agua puede penetrar en la piel aunque ella esté intacta.

En la URSS, un abastecimiento doméstico de agua contaminado por *F. tularensis* originó "más de 43 casos" en un grupo de trabajadores agrícolas (Jellison y otros, 1950). En los Estados Unidos se han encontrado con frecuencia aguas naturales contaminadas por castores y ratas almizcleras (Parker y otros, 1951). Debería evitarse la extracción directa de agua para beber de corrientes en áreas donde se sepa que existe dicha enfermedad.

## Bibliografía sobre tularemia

- Cluff, Leighton E. "Tularemia". Cap. 145 en: Thorn, George W. y otros, editores, 'Harrison's Principles of Internal Medicine', 8va. edición, McGraw-Hill Book Co., Nueva York. Págs. 858-860. 1977.
- Hornick, Richard B. "Tularemia". Cap. 133 en: Hoepfich, Paul D., editor, 'Infectious Diseases', 2da. edición, Harper and Row Publishers, Hagerstown, M.D. Págs. 1043-1049. 1977.
- Jellison, V.L., Epler, Deane C., Kuhns, Edith y Kohls, Glen M. "Tularemia in Man from a Domestic Rural Water Supply" (Tularemia en el hombre transmitida por un sistema rural de abastecimiento de agua). *Public Health Reports*. 65: 1219-1226. 1950.
- Karpoff, S.P. y Antonoff, N.I. "The Spread of Tularemia Through Water as a New Factor in Its Epidemiology" (La difusión de la tularemia a través del agua como un nuevo factor de su epidemiología). *Journal Bacteriology*. 32: 243-258. 1936.
- Parker, R.R., Steinhaus, Edward A., Kohls, Glen M. y Jellison, William L. "Contamination of Natural Waters and Mud with *Pasteurella tularensis* and Tularemia in Beavers and Muskrats in the Northeastern United States" (Contaminación de aguas Naturales y lodo con la *Pasteurella tularensis* y tularemia en castores y ratas almizcleras en la región noroeste de los Estados Unidos). *National Institutes of Health Bulletin*. N. 193. Págs. 1-61. 1951.
- Poland, Jack D. "Tularemia". Cap. 71 en: Top, Franklin H. y Wehrle, Paul F., editores, 'Communicable and Infectious Diseases', 8va. edición, C.V. Mosby Company, Saint Louis. Págs. 754-759. 1976.
- Quans, S.F., McManus, A.G. y von Fintel, H. "Infectivity of Tularemia Applied to Intact Skin and Ingested in Drinking Water" (Infectabilidad de la tularemia aplicada sobre la piel intacta e ingerida en agua). *Science*. 123: 942-943. 1956.

Sanders, Charles V. "Tularemia". Cap. 23 en: 'Tice's Practice of Medicine' Vol. III, Harper & Row, Publisher, Hagerstown, Md. 15 págs. 1970.

## ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES Y DUREZA DEL AGUA POTABLE

Se ha detectado que existe relación entre la dureza del agua potable local y los índices de mortalidad por enfermedades cardiovasculares. La mayor parte de estos estudios se han limitado a unidades geográficas donde los índices de mortalidad tienen relación con las concentraciones promedio de los diversos constituyentes del agua potable. Sin embargo, no se ha demostrado la plausibilidad biológica de estas asociaciones geográficas. En efecto, diversos autores se preguntan si los constituyentes del agua potable representan un porcentaje suficientemente significativo de la ingestión humana diaria como para afectar el metabolismo o la salud del hombre. Más aún, no han surgido patrones claros de los estudios. Sharret (1979) concluye tras una extensa revisión que "en la actualidad debe darse poco crédito a los descubrimientos sobre relaciones entre elementos traza transportados por el agua y la mortalidad". En otro estudio extenso, Comstock (1979) señaló que "cuanto más riguroso es el diseño experimental menor es la asociación". Además, "su efecto, si existe alguno, debe ser muy débil en comparación con los efectos de los factores de riesgo conocidos".

Un reciente estudio sobre este asunto realizado por la Academia Nacional de Ciencias (1979) concluyó que: "Dado el nivel actual de conocimiento que se tiene sobre la relación existente entre la dureza del agua y la incidencia de enfermedades cardiovasculares, no es adecuado recomendar en este momento una política nacional para modificar la dureza o blandura del agua entregada a través de sistemas públicos de abastecimiento".

## Bibliografía sobre enfermedades cardiovasculares y dureza del agua

- Comstock, George W. "Water Hardness and Cardiovascular Disease" (Dureza del agua y enfermedades cardiovasculares). *American Journal of Epidemiology*. 110(4); 375-400. 1979.
- National Academy of Sciences. 'Geochemistry of Water in Relation to Cardiovascular Disease' (Geoquímica del agua en relación con enfermedades cardiovasculares). 98 págs. 1979.

National Academy of Sciences. 'Drinking Water and Health' (Agua potable y salud), Vol. 3. Págs. 1-24. 1980.

Sharrett, A. Richey. "The Role of Chemical Constituents of Drinking Water in Cardiovascular Diseases" (El rol de los constituyentes químicos del agua potable en las enfermedades cardiovasculares). *American Journal of Epidemiology*. 110(4): 401-419. 1979.

## CANCERÍGENOS EN EL AGUA POTABLE

El incremento del número de productos químicos orgánicos que llegan a los abastecimientos de agua en las zonas industrializadas ha generado una creciente preocupación en cuanto a su potencial cancerígeno en el agua potable. Se han encontrado ciertos compuestos que se sabe son cancerígenos (mediante pruebas realizadas con animales expuestos a altas dosis) en sistemas de abastecimiento de agua, si bien en bajas concentraciones. Uno de éstos es el cloroformo, que puede ser un subproducto del proceso de cloración para la desinfección del agua, proceso que se practica en los Estados Unidos desde 1908 y que indudablemente ha evitado un gran número de muertes.

El problema del efecto de los cancerígenos potenciales encontrados en el agua potable ha sido estudiado intensamente por la Academia Nacional de Ciencias (NAS), la cual recientemente publicó un informe sobre el cloroformo y otros trihalometanos (THM) en el agua potable. La NAS ha concluido, en base a su revisión de 12 estudios epidemiológicos, que cualquier asociación entre los THM y el cáncer a la vejiga "era reducida y tenía un amplio margen de error" y que las complejidades me-

todológicas inherentes a dichos estudios hacía "virtualmente imposible establecer una vinculación causal entre los THM y un incremento en el cáncer a la vejiga o a cualquier otro órgano".

Este tema también ha sido recientemente revisado por Wilkins, Reiches y Kruse (1979), quienes llegaron a la conclusión que "la asociación entre los contaminantes químicos orgánicos del agua potable y el cáncer no está totalmente confirmada" y que "actualmente, la evidencia de unos cuantos resultados estadísticamente significativos debe ser contrapesada con el reconocimiento de que existe un gran número de pruebas estadísticas realizadas y con la evaluación de los niveles de significación que ellas han dado como resultado". Sin embargo, "aun cuando con estos esfuerzos exploratorios no se ha logrado hacer evidente una relación fuerte entre agua potable y cáncer, todavía parece existir una justificación para continuar la investigación sobre el agua potable".

## Bibliografía sobre cancerígenos en el agua potable

National Academy of Sciences. 'Drinking Water and Health' (Agua potable y salud). Vol. 3. Págs. 1-22. Washington. 1980.

Schneiderman, Marvin A. "Water and Epidemiology" (Agua y epidemiología). En: Russell, Clifford S., editor, 'Safe Drinking Water: Current and Future Problems', Resources for the Future, Washington. Págs. 111-148. 1978.

Wilkins, John R., III, Reiches, Nancy A. y Kruse, Cornelius W. "Organic Chemical Constituents in Drinking Water and Cancer" (Constituyentes químicos orgánicos del agua potable y el cáncer). *American Journal of Epidemiology*. 110(4): 420-448. 1979.

# Enfermedades relacionadas con la higiene y el agua

## INTRODUCCIÓN

Las enfermedades relacionadas con la higiene y el agua son aquellas cuya incidencia, prevalencia o gravedad pueden reducirse usando regularmente agua en cantidad suficiente para mejorar la higiene doméstica. Estas comprenden a la mayor parte de las enfermedades transmitidas a través del agua. Muchas de estas enfermedades pueden transmitirse también a través de alimentos, contacto mano-boca y otros medios. Algunas de ellas, por ejemplo la shigelosis, se transmiten probablemente con mayor frecuencia a través de dichos medios que a través del agua ingerida.<sup>1</sup>

Otras enfermedades relacionadas con la higiene incluyen a las de la piel (por ejemplo: frambesia) y a las de los ojos (por ejemplo: tracoma). Algunas de las enfermedades de la piel se asocian al ectoparasitismo, es decir, a la infestación de insectos. La sarna, por ejemplo, la originan los aradores de la sarna; la pediculosis, los piojos. Estos últimos también pueden transmitir otras enfermedades como el tifus.

Se debe contar con una cantidad de agua suficiente para lavarse las manos, bañarse, lavar la ropa y limpiar los utensilios de cocina, cubiertos y vajilla. Esta cantidad debe ser adicional a la que se destina a la ingestión. Véase la figura 3-1, donde se muestra el impacto del lavado de las manos en la

propagación de la shigella en Dacca, Bangladesh (ICDDR, 1979).

Algunas veces se presenta el argumento falaz de que lo importante es la cantidad y no la calidad del agua. Con frecuencia, económicamente sólo es factible contar con un sistema de abastecimiento de agua, el cual debe suministrar agua tanto para beber como para utilizar en la higiene. Con una selección juiciosa y una protección adecuada de las fuentes, eligiendo particularmente fuentes de agua subterránea, frecuentemente se puede obtener agua confiable microbiológicamente que satisfaga ambos propósitos, cosa que no pueden garantizar ni siquiera grandes cantidades de agua no confiable. Las empresas públicas deberían evitar el riesgo de brotes epidémicos de fuente común en los sistemas públicos entubados de abastecimiento de agua, aun cuando la transmisión a través del agua no parezca ser endémica. En la mayoría de los casos, la diferencia en cuanto a costos es insignificante.

## Bibliografía sobre enfermedades relacionadas con la higiene y el agua

International Center for Diarrhoeal Disease Research. '1979 Annual Report'. International Centre for Diarrhoeal Disease Research. Dacca. 1980.

## ENFERMEDADES ENTÉRICAS

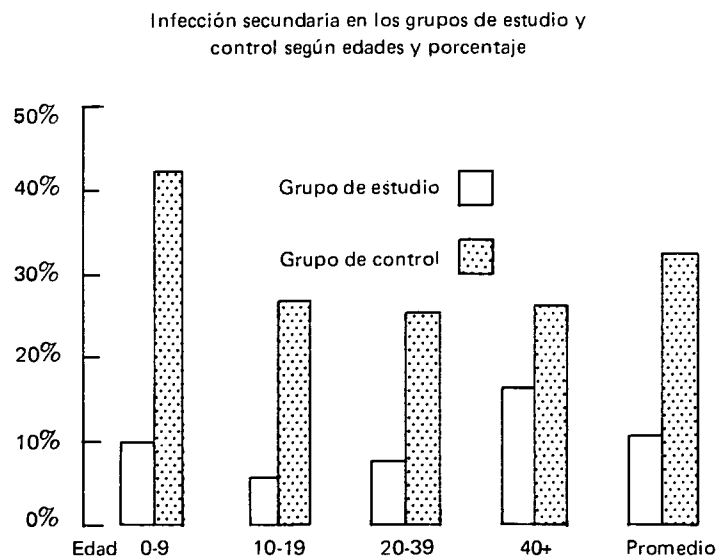
En la sección 9 se demuestra en forma concluyente que los abastecimientos de agua confiables, regulares y convenientemente accesibles, con un

<sup>1</sup> Algunas Shigella son muy virulentas, es decir, que son infecciosas en dosis muy pequeñas. Sin embargo, tienen un período de vida corto en aguas naturales y raramente se les identifica durante epidemias transmitidas por agua. Ellas pueden ser agentes causantes de muchas diarreas no diferenciadas.

Cuadro 3-1 Enfermedades relacionadas con la higiene y el agua<sup>1</sup>

| Enfermedad o Síndrome   | Observaciones   |
|---|---|
| <i>Enfermedades Entéricas</i><br>Diarreas, Disenterías,<br>Gastroenteritis, etc.  | La prevalencia de la mayoría de enfermedades de vía fecal-oral es menor si se cuenta con una cantidad adecuada de agua. |
| <i>Enfermedades de la Piel</i><br>Otitis externa, Sarna,<br>Sepsis y Ulceras de<br>la Piel, Tiña  | Son evitadas mediante la higiene personal, incluyendo baños frecuentes y el lavado de la ropa con jabón.                |
| <i>Enfermedades Transmitedas por Piojos</i><br>Fiebre ocasionada por<br>Piojos, Pediculosis,<br>Fiebre Recidiva,<br>Tifus,<br>Fiebre de Wolhynian | Se previenen mediante la higiene personal, incluyendo baños frecuentes y el lavado de la ropa con jabón.                |
| <i>Treponematosis</i><br>Sífilis Endémica,<br>Pinta, Frambesia  | Se previene a través de la higiene general y la higiene personal. No venéreas.  |
| <i>Enfermedades de los Ojos</i><br>Conjuntivitis,<br>Tracoma  | El tracoma es raro cuando se dispone de suficiente agua.  |

<sup>1</sup> Su transmisión se reduce mediante el uso de agua en la limpieza. Es importante la cantidad, la adecuabilidad y la confiabilidad del abastecimiento de agua.



Limitación de la shigelosis mediante el lavado de las manos

**Figura 3-1** Efecto del lavado de las manos en la propagación de la *Shigella* entre familias de Dacca.

**Fuente:** International Centre for Diarrheal Disease Research, 1980.

suministro de por lo menos 20 litros diarios por persona (y preferiblemente de 30 a 40) reducen el nivel de las enfermedades entéricas en las comunidades que reciben el servicio. Las evidencias de campo son particularmente grandes para la shigelosis (disentería bacilar). La mayoría de las otras enfermedades de transmisión fecal-oral también reciben un impacto favorable. La Sección 2 describe estas enfermedades y brinda bibliografía sobre ellas.

## ENFERMEDADES DE LA PIEL<sup>1</sup>

### Introducción

Las enfermedades de la piel representan un problema considerable en la mayoría de países en vías de desarrollo, constituyendo una de las principales razones de asistencia a un centro de salud. Los índices de prevalencia pueden ascender al 80% no siendo raras las infecciones secundarias (Clark, 1970; Jeliffe, 1972; Masawe, 1975; Morley, 1973; Porter, 1977; Vibhagool, 1970 y otros).

### Sarna

La sarna es una enfermedad producida por la infestación del arador de la sarna, *Sarcoptes Scabiei*. Apenas lo suficientemente grande como para verlo a simple vista, su descubrimiento en 1687 convirtió a la sarna en la primera enfermedad del hombre cuya causa era conocida (Orkin, 1971). Esta enfermedad se encuentra en cualquier parte del mundo donde falte higiene personal. Las epidemias aparecen intermitentemente en ciclos de larga duración. El arador escarba debajo de la piel y el escozor resultante puede ser intenso. La transmisión de los parásitos se produce por contacto directo piel a piel y en un grado limitado por el contacto con prendas de vestir o ropas de cama contaminadas por personas infectadas. Frecuentemente se adquiere durante el contacto sexual.

### Dermatofitosis (Tiña)

La tiña es un término general aplicado a enfermedades producidas por hongos que se alojan en áreas queratinizadas del cuerpo (cabello, piel y uñas). Estas enfermedades se subdividen de acuerdo al lugar de la infección: el cuero cabelludo, las uñas, la ingle,

la región perianal, el cuerpo y los pies. Una higiene personal estricta puede ayudar a evitar el contagio. Sin embargo, estas enfermedades se pueden encontrar en todo el mundo.

López Martínez (1980), en uno de los pocos estudios cuantitativos publicados, encontró en un estudio en Ciudad de México que se podía aislar dermatofitos del cuero cabelludo de un 14.8% de las personas que vivían en condiciones sanitarias consideradas como "sucias" y sólo de un 4.6% de aquellas que vivían en condiciones "limpias". Se encontró que la infestación entre los niños era el doble que entre los adultos.

### Otras enfermedades de la piel

Muchas otras enfermedades de la piel pueden prevenirse o controlarse a través de la higiene pública y personal, asistida mediante abastecimientos de agua adecuados y convenientes. Estas enfermedades incluyen a la pediculosis (tratada en una sección aparte); las infecciones piodérmicas producidas por diferentes bacterias, pero fundamentalmente por *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes* y *Corynebacterium diphtheriae*; las úlceras microbacterianas; la úlcera tropical; el impétigo; la otitis externa (infección del oído externo); otras infecciones sépticas de la piel e infecciones secundarias y secuelas en otras partes del cuerpo, por ejemplo, nefritis glomerular aguda, septicemia y otras. Los niños son los más frecuentemente infectados.

### El rol del abastecimiento de agua

El control de la mayor parte de estas enfermedades no puede llevarse a cabo si no se cuenta con un abastecimiento de agua adecuado (Clark, 1970; Jeliffe, 1972; Morley, 1973; Porter, 1977 y Vibhagool, 1970). Misra (1971) describe algunos ejemplos espectaculares de reducción en las enfermedades de la piel en la India; de igual manera, Henry (1981) informa sobre Santa Lucía, donde la sarna disminuyó en un 98% y las enfermedades de la piel en un 82%.

### Bibliografía sobre enfermedades de la piel relacionadas con la higiene (incluyendo la sarna)

Adams, Robert M. "The Skin and Today's Environment" (La piel y el medio ambiente actual). Cap. 27 en: McKee, William D., editor, 'Environmental Problems In Medicine',

<sup>1</sup> No incluye a enfermedades sistémicas con síntomas o síndromes que aparecen en la piel, por ejemplo el sarampión.

- Charles C. Thomas, Springfield, Ill. páginas 726-773. 1974.
- Allen, Arthur C. "The Skin, A Clinicopathological Treatise" (La piel, un tratado clínico-patológico), 2da. edición. Greene & Stratton, Nueva York, 1182 págs. 1967.
- Bradley, David J. "Measuring the Health Benefits of Investments in Water Supply" (Midiendo los beneficios en la salud de las inversiones en abastecimiento de agua). Notas inéditas. 1974.
- Clark, G. H. V. "Diseases of the Skin" (Enfermedades de la piel). Cap. 25 en: Jelliffe, D. B., editor, 'Diseases of Children in the Subtropics and Tropics', Williams & Wilkins Co., Baltimore, págs. 604-638. 1970;
- Goldstein, Elliot. "Otitis Externa". Cap. 157 en: Hoeplich, Paul D., editor, 'Infectious Diseases', 2da. edición, Harper & Row, Publishers, Hagerstown, Md. págs. 1185-1186. 1977.
- Henry Fitzroy J. "Environmental Sanitation, Infection and Nutritional Status of Infants in Rural St. Lucia, West Indies" (Saneamiento ambiental, infecciones y estados nutricionales de los infantes en los sectores rurales de Santa Lucía, las Antillas). *Transactions Royal Society Tropical Medicine and Hygiene*. 75(4): 507-513. 1981.
- Jelliffe, D. B. "Dermatology Markers of Environmental Hygiene" (Marcadores dermatológicos de la higiene ambiental). *The Lancet*. II: 49. Julio 1, 1972.
- López Martínez, Rubén. "Isolation of Dermatophytes from Different Natural Sources" (Aislamiento de dermatófitos de diferentes fuentes naturales). Superficial, Cutaneous, and Subcutaneous Infections. Scientific Publication No. 36. Organización Panamericana de la Salud, Washington. págs. 205-210. 1980.
- Masawe, Aaron E. J., Nsanzumuhire, Herbert y Mhalu, Frederick. "Bacterial Skin Infections in Preschool and School Children in Coastal Tanzania" (Infecciones bacterianas de la piel en niños de edad pre-escolar y escolar en las costas de Tanzania). *Archives Dermatology*. 111: 1313-1316. 1975.
- Misra, K. K. "Safe Water in rural Areas — An Experiment in Promoting Community Participation in India" (Agua potable en áreas rurales — Un experimento en promocionar la participación comunitaria en la India). *International Journal of Health Education*. 18: 53-59. 1971.
- Morley, David, 'Pediatric Priorities in the Developing World' (Prioridades pediátricas en el Tercer Mundo). Butterworths & Company Ltd., Londres. 470 págs. 1973.
- Orkin, Milton. "Resurgence of Scabies" (Resurgimiento de la sarna). *Journal American Medical Association*. 217 (5): 593-597. 1971.
- Porter, Michael J. "An Epidemiological Approach to Skin Disease in the Tropics" (Un enfoque metodológico de las enfermedades de la piel en los trópicos). *Tropical Doctor*. 7: 59-66. 1977.
- Radcliffe, Christian E. "Scabies" (Sarna). Cap. 60 en: Top, Franklin H. y Wehrle, Paul F., editores, 'Communicable and Infectious Diseases', 8va. edición, C. V. Mosby Company, Saint Louis. págs. 612-615. 1976.
- Sonneidau, J. D., Jr. "Systemic Mycotic Infections" (Infecciones micóticas sistémicas). Cap. 28 en: Jelliffe, D. B. Editor, 'Diseases of Children in the Subtropics and Tro-

pics', Williams & Wilkins Co., Baltimore. págs. 706-726. 1970.

Taplin, D., Lansdell, L., Allen, A. M. "Prevalence of Streptococcal Pyoderma in Relation to Climate and Hygiene" (Prevalencia de la pioderma por estreptococo en relación con el clima y la higiene). *Lancet*. 1: 501-503. 1973.

Vighagool, A. "Ecological Aspects of Common Dermatoses in Thailand" (Aspectos ecológicos de las dermatosis comunes en Tailandia). *International Journal Dermatology*. 9(3): 186-188. 1970.

Williams, Roger W. "Scabies" (Sarna). Cap. 110 en: Hoeplich, Paul D., editor, 'Infectious Diseases'. 2da. edición, Harper & Row, Publishers, Hagerstown, Md. págs. 870-873. 1977.

## ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR PIOJOS

### Introducción

Los piojos solamente infestan . . . a quienes viven en la más grande pobreza. Pero todavía hay muchos que viven así y existen regiones de la tierra donde la vida es aún primitiva, donde una bañera es un artículo de lujo . . . Los piojos nunca serán completamente exterminados y existirán ocasiones en las que se difundirán ampliamente hacia grandes sectores, inclusive de las poblaciones con mejor saneamiento. Mientras el piojo exista, persistirá la posibilidad de epidemias de tifus (Zinsser, 1935).

Uno de los logros indirectos de la instalación de sistemas comunitarios de abastecimiento de agua y de las prácticas de higiene personal fomentadas por ellos ha sido la virtual eliminación de los piojos del cuerpo, vectores de epidemias de tifus y de fiebres recidivas, en las comunidades modernas. Sin embargo, las observaciones de Zinsser, vertidas hace casi medio siglo, continúan teniendo vigencia en la actualidad.

El cuadro 3-2 muestra las enfermedades humanas que tienen como vector al piojo. La enfermedad más importante es el tifus epidérmico, el cual a través de la historia ha demostrado ser un importante enemigo de la especie humana. En efecto, el tifus pudo haber cambiado el curso de la historia (Cartwright, 1972; McNeill, 1976 y Zinsser, 1935). Así, por ejemplo, la leyenda afirma, al igual que la obra de Tolstoi *La Guerra y la Paz*, que el ejército de Napoleón fue destruido completamente en su retirada de Moscú. Pero la leyenda se equivoca. Más soldados perecieron en el camino hacia Moscú, atravesando Polonia y la Rusia occidental, que en la retirada (Cartwright, 1972). Las enfermedades, encabezadas

Cuadro 3-2 Enfermedades transmitidas por piojos.

| Enfermedad/<br>Sinónimos  | Índice de<br>mortalidad     | Vector <sup>1</sup>   | Agente<br>Infeccioso  | Ocurrencia                                  | Observaciones   |
|---|-----------------------------|---|---|---|---|
| <sup>2</sup> Tifus, epidemia transmitida por piojos (Tifus clásico)   | 10 a 40%, algunas veces 70% | Piojo de cuerpo   | <i>Rickettsia prowazeki</i>                                   | África, Asia, Europa Oriental, L. América   | Epidemias mayores en ambientes hacinados insalubres bajo tensión        |
| Enfermedad de Brill-Zinsser (Tifus recidivo)  | Raro                        | Piojo de cuerpo   | <i>Rickettsia prowazeki</i>                                   | A nivel mundial                             | Reincidencia de antigua infección de tifus                              |
| <sup>3</sup> Fiebre recidiva epidémica, transmitida por piojos  | 2 a 10%, algunas veces 50%  | Piojo de cuerpo   | <i>Borrelia recurrentis</i> (una espiroqueta)                 | Áreas limitadas de África, Asia, L. América | Es común la reincidencia  |
| Fiebre de Wolhyn (Fiebre de Trinchera, de Quintana, de 5 días)  | No es mortal                | Piojo de cuerpo   | <i>Rickettsia quintana</i>                                    | Europa, Rusia, Etiopía, Nor África, México  | Epidemia entre soldados en tiempo de guerra                             |
| Pediculosis (Enfermedad de vagabundos)  | Muy rara                    | Piojo de cuerpo, cabeza o pubis (ladilla)                                       | Infestación de una o más especies de piojos (No es infección) | A nivel mundial                             | Asociada a la falta de higiene y de lavado de la ropa y al hacinamiento |
| Enfermedades de la piel con infecciones secundarias (Dermatitis, eczema, forunculosis, impétigo, pio-derma y otras) | Rara                        | El piojo y el hombre son vectores mecánicos al picar y rascarse respectivamente | Estafilococos estreptococos y otras bacterias                 | A nivel mundial                             | Infecciones secundarias de piel infestada con piojos                    |

<sup>1</sup> El piojo de cuerpo (*Pediculus humanus corporis*) y el de cabeza (*Pediculus humanus capitis*) están estrechamente relacionados; pudiendo los piojos de cabeza ser también vectores de enfermedades febriles. No así la ladilla o piojo de pubis (*Phthirus pubis*)

<sup>2</sup> También existen formas de tifus transmitidas por pulgas y aradores

<sup>3</sup> También existe una forma de fiebre recidiva transmitida por garrapatas

por el tifus, causaron más bajas entre las tropas de Napoleón que los soldados rusos.

El tifus epidémico se presenta en la actualidad en África, Asia y América Latina, teniendo como focos principales a Etiopía, Burundi, Ruanda y los países andinos (Tarizzo, 1973). El riesgo potencial de grandes epidemias es elevado, especialmente en condiciones de gran tensión social, como guerras,

insurrecciones, hambrunas, desastres naturales y aguda pobreza.

Las condiciones "normales" para la presencia de piojos incluyen la falta de agua y jabón en el baño y en el lavado de la ropa, la muda poco frecuente de las prendas de vestir, un clima severo (frío, viento, sol, areniscas —lo que fomenta el uso de prendas de vestir), el dormir vestido, el hacinamiento (es-



pecialmente en los dormitorios), la desnutrición y la escasa información sobre el piojo y las enfermedades que transmite.

### Piojos

Tres tipos de piojos infestan al hombre, denominándoseles comúnmente como piojos de cuerpo, de cabeza y de pubis. Coloquialmente también se conoce a los piojos de pubis como ladillas. Los nombres comunes se derivan de la parte del cuerpo humano que es el hábitat común de cada tipo. Los piojos de cuerpo y de cabeza son variedades de la misma especie. El primero, es el vector común de las enfermedades febriles transmitidas por piojos.

Los piojos normalmente pasan toda su vida en su huésped humano y si se les separa intentan inmediatamente volver a recuperar su lugar en el huésped original o en otro huésped humano. Si no encuentran un nuevo huésped, los piojos perecerán en horas o días (dependiendo de la temperatura del ambiente). Los piojos prefieren una fluctuación limitada de la temperatura; así, dejarán a un huésped cuya temperatura sea demasiado alta debido a la fiebre o demasiado baja debido a la muerte. La preferencia del piojo por el hombre y su aversión a temperaturas anormales (por ejemplo fiebre o escalofríos en su huésped) causan que la infestación de piojos se propague a la comunidad.

Se ha registrado una velocidad de desplazamiento de 9 pulgadas (23 cm) por minuto en los piojos adultos, pero nunca se mueven en línea recta. Los experimentos han demostrado que una persona no infestada de piojos, acostada en la misma cama con otra infestada, empezará a sufrir de los mismos en 5 ó 6 horas (Busvine, 1969).

Los piojos viven solamente de sangre. Cuando se están alimentando, la piel del huésped es atravesada por unas partes de la boca del piojo (estiletos) y una secreción salival evita la coagulación de la sangre del huésped. Cada vez que se alimenta, el piojo succiona hasta un miligramo de sangre.

Los piojos solamente se pueden contraer directa o indirectamente de una persona infectada. La probabilidad de contagio depende de la prevalencia y de las condiciones de hacinamiento.

En las condiciones de la civilización moderna, las infestaciones de piojos de cuerpo son muy raras y se restringen prácticamente a las personas con niveles de higiene evidentemente bajos, que raramente se cambian de ropa interior y que duermen comúnmente con su ropa de calle. Un lavado regular de la

ropa interior hace imposible la supervivencia de piojos de cuerpos (Busvine, 1969). Los piojos de cuerpo aún tienen un alto grado de prevalencia en algunas comunidades con bajos niveles de higiene, cuyos residentes no pueden lavar su ropa ni cambiársela continuamente.

Los piojos de cabeza tienen una prevalencia mucho mayor que los de cuerpo, detectándoseles a nivel mundial, incluyendo a los Estados Unidos. Una cabellera larga, sucia y despeinada puede resultar una madriguera apropiada para los piojos y sus liendres (huevos). Afortunadamente, los piojos de cabeza no representan un peligro tan serio para la salud como los piojos de cuerpo.

### El abastecimiento de agua y los piojos

La relación existente entre el abastecimiento de agua y los piojos, particularmente los piojos de cuerpo, pueden resumirse así: para evitar o reducir las infestaciones de piojo, debe disponerse fácilmente de agua en cantidad suficiente para bañarse y lavar la ropa con frecuencia. El baño pierde su valor para las personas infestadas si éstas vuelven a usar las mismas ropas que portan los piojos y liendres sin haberlas aseado. El impacto del baño y de la muda de prendas de vestir es mayor cuando los grupos de personas que viven en el mismo lugar lo realizan en forma simultánea. Es necesario que el baño, el lavado y el cambio de prendas de vestir se realicen a nivel de toda la comunidad en forma continua para que sean totalmente efectivos y se evite la reinfestación de piojos de cuerpo. Sería preferible una erradicación total de los piojos; sin embargo, generalmente será suficiente un bajo nivel de prevalencia de piojos por persona para prevenir enfermedades epidémicas transmitidas por piojos.

Un estudio reciente realizado en Etiopía mostró el efecto que tiene el lavado y el cambio de las prendas de vestir sobre la prevalencia de la infestación de piojos en la comunidad. La prevalencia de la pediculosis ascendió a niveles tan altos como el 97% entre aquellas personas que no lavaban su ropa ni se cambiaban y a niveles tan bajos como el 14% entre aquellas personas que sí lo hacían. Tan importante como la prevalencia es el número promedio de piojos por persona infestada, que para aquellos que lavaban su ropa y se cambiaban por lo menos una vez a la semana fue de un solo piojo (Sholdt y otros, 1979).

Antes que se descubrieran insecticidas como el DDT, el baño y la desinfestación de las prendas de

vestir mediante medios físicos (por ejemplo, el calor) eran medidas comunes para el control de los piojos. Actualmente, los insecticidas constituyen el método a elegir ante una pediculosis evidente y tienen muchas ventajas: efectividad inmediata, bajo costo por persona, acción necesaria mínima por población en riesgo, etc. Sin embargo, los piojos han demostrado su capacidad para desarrollar resistencia a los insecticidas y reinfestar rápidamente las comunidades si no se cambian las condiciones básicas de higiene. Desde antes del advenimiento de los insecticidas químicos, la gran mayoría de comunidades de los países desarrollados ya se habían librado de las enfermedades transmitidas por piojos.

### Tifus epidémico transmitido por piojos

El tifus transmitido por piojos es una enfermedad aguda, altamente contagiosa, febril, exantemática (caracterizada por un salpullido) que se manifiesta en forma epidémica. Ante la ausencia de una terapia específica, el índice de mortalidad fluctúa entre el 10 y 40%, incrementándose con la edad y la desnutrición. Esta enfermedad se ha detectado en México, Guatemala, los países andinos, gran parte de África y Medio Oriente, las regiones montañosas de Asia y también en Europa Oriental.

El agente infeccioso, *Rickettsia prowazekii*, se transmite de persona a persona a través de los piojos, principalmente a través del piojo de cuerpo (*Pediculus humanus* var. *corporis*), pero algunas veces también a través del piojo de la cabeza (*Pediculus humanus* var. *capitis*) (Faust, Russell y Jung, 1970). El piojo se contagia (y muere a las dos semanas) al alimentarse con sangre de una persona enferma de tifus. Los piojos infectados excretan rickettsia en sus heces y generalmente defecan al mismo tiempo que se alimentan. El hombre se contagia al rascarse, haciendo ingresar las heces del piojo en la herida ocasionada por la picadura de éste o en las rascaduras que se forman en la piel al rascarse. También puede contribuir al contagio la inhalación de las heces secas infectadas del piojo o del polvo de la ropa sucia (Benenson, 1975).

Las medidas preventivas incluyen aplicaciones repetidas de insecticidas residuales como DDT o malatión, la inmunización (con una dosis reforzadora anual) y la mejora de las condiciones de vida, brindando las condiciones para baños frecuentes, así como para el lavado de la ropa y su muda regular.

### Enfermedad de Brill-Zinsser

Esta enfermedad fue observada por primera vez en 1910 en Nueva York por Brill; posteriormente, en 1934, Zinsser descubrió que era una forma benigna, recidiva del tifus transmitido por piojos (Woodward, 1977). La confusión que se presentó en un inicio se debería a la aparición de la enfermedad en ambientes libres de piojos.

La recuperación clínica de un ataque de tifus epidémico no significa necesariamente que la rickettsia haya sido erradicada. Esta puede volver a entrar en actividad años después de la aquiescencia. De este modo, el hombre mismo actúa como portador de la enfermedad entre brotes epidémicos. Así, el retorno de los piojos de cuerpo a una parte del mundo aparentemente libre del tifus puede traer consigo nuevas epidemias.

### Fiebre recidiva epidémica transmitida por piojos

Fiebre recidiva es el nombre que se le da a una enfermedad caracterizada por 1, 2 o inclusive 10 relapsos de paroxismo febril primario. Existen dos formas principales: la epidémica, transmitida por los piojos de cuerpo, y la endémica, transmitida por ciertas garrapatas. El agente infeccioso es la espiroqueta *Borellia recurrentis*.

Los síntomas incluyen: ataque repentino, escalofríos, dolor de cabeza, dolor corporal, algunas veces náuseas o vómitos, fiebres de 102°F a 104°F, ictericia en un 20 a 60% y bronquitis en un 40 a 60% de las personas atacadas. La temperatura desciende en 3 a 9 días y la recaída puede ocurrir 11 a 15 días después. Las mujeres embarazadas abortan. Bajo buenas condiciones, el índice de mortalidad es de 5% aproximadamente; durante guerras o hambrunas, puede llegar al 70% (Wilson y Miles, 1975). La transmisión de la fiebre recidiva epidémica transmitida por piojos es similar a la del tifus; sin embargo, el piojo vive más tiempo, hasta 40 días.

En Europa ocurrieron epidemias devastadoras durante la hambruna de Irlanda (1846-1850) y durante la Primera Guerra Mundial en Rusia y Europa Central. Durante la década de los 20, una epidemia causó la muerte a cientos de miles en África del Norte, muriendo más de 200,000 sólo en el Sudán. La mayoría de casos sobre los que se tiene informes actualmente siguen procediendo del África (Tarizzo, 1973).

Al igual que el tifus epidémico, "la fiebre recidiva está relacionada con una higiene personal y un saneamiento deficientes, en especial con el hacinamiento, la desnutrición y el uso de ropas sucias, infestadas" (Wilson y Miles, 1975).

Las medidas de prevención y control son similares a las del tifus epidémico; sin embargo, no existe una vacuna para la fiebre recidiva.

### Fiebre de Wolhyn (Fiebre de las Trincheras)

Es una enfermedad no fatal, fuertemente incapacitante, febril, autolimitante e infecciosa, producida por la *Rickettsia quintana* (sin. *R. pediculi*, *R. weiglii* y *R. wolhynica*). Se presentaron epidemias entre los soldados en los campos de batalla europeos en ambas guerras mundiales. Probablemente ocurren casos esporádicos en áreas de focos endémicos sin que sean reconocidos. Se han detectado focos endémicos de infección en Polonia, Rusia, México, Etiopía y África del Norte. El organismo probablemente pueda encontrarse en cualquier lugar donde coexistan el hombre y el piojo de cuerpo. Al igual que en las enfermedades anteriores, la prevención se realiza mediante medidas de control de los piojos.

### Pediculosis (Infestación de piojos)

La pediculosis es la infestación de piojos de cuerpo, de cabeza o de pubis. La pediculosis, especialmente en el caso de la infestación de piojos de cuerpo, es una advertencia de la transmisión potencial de enfermedades de riesgo mortal como el tifus. Sin embargo, las lesiones cutáneas resultantes de las picaduras de los piojos causan invariablemente un deseo de rascarse los sitios afectados. Frecuentemente, la piel se llena de costras y a veces se engruesa y adquiere un color oscuro por la presencia de pigmentos; a esta condición se le conoce como *enfermedad del vagabundo*. La saliva y las heces de los piojos pueden inducir a hipersensibilidad dérmica.

### Enfermedades de la piel

Las lesiones producidas por las picaduras de los piojos, por la irritación y sensibilidad de la piel y por el hecho de rascarse muy fuerte, pueden dar como resultado una dermatitis secundaria o infecciones causadas por estafilococos, estreptococos y otras bacterias que se manifiestan en eczemas, forunculosis, impétigo, pioderma y otras condiciones

patológicas de la piel. Aunque rara vez constituyen una amenaza de muerte, estas condiciones pueden ser importantes en conjunto. Por ejemplo, 10,000 de los soldados del Segundo Ejército que acudieron a recibir atención médica en 1917 (10%), lo hicieron debido a inflamaciones en la piel atribuibles a piojos (Buxton, 1947).

### Bibliografía sobre enfermedades transmitidas por piojos

- Borrer, Donald J. y DeLong, Dwight M. 'An Introduction to the Study of Insects', 3ra. edición. Holt, Reinhart, and Winston, Nueva York. 812 págs. 1971.
- Busvine, J. R. 'Lice' (Piojos). 4ta. edición. British Museum (Natural History) Economic Series No. 2A. British Museum, Londres. 23 págs. 1969.
- Busvine, J. R. 'Insects and Hygiene', 2da. edición. Methuen and Co., Londres. 467 págs. 1966.
- Busvine, J. R. 'Insects, Hygiene and History'. Athlone Press, Londres. 262 págs. 1976.
- Buxton, P. A. 'The Louse' (El piojo), 2da. edición. Arnold, Canadá. 164 págs. 1947.
- Cartwright, Frederick F. 'Disease and History' (Enfermedades e historia). New American Library, Nueva York. 240 págs. 1972.
- Faust, Ernest Carroll, Russell, Paul Farr y Jung, Rodney Clifton. 'Clinical Parasitology'. 8va edición. Lea & Febiger, Filadelfia. 890 págs. 1970.
- Gaud, M., Khalil, Mohammed y Vaucel, M. "The Evolution of the Epidemic of Relapsing Fever, 1942-1946" (La evolución de la epidemia de fiebre recidiva, 1942-1946). *Bulletin World Health Organization*. 1 (1): 93. 1947/48.
- Gaud, M. y Morgan, M. T. "Epidemiological Study of Relapsing Fever in North Africa (1943-1945)" (Estudio epidemiológico de la fiebre recidiva en África del Norte (1943-1945)). *Bulletin World Health Organization*. 1 (1): 89-92. 1947/48.
- McLeod, J. y Cranford-Benson, H. J. "Observations on Natural Populations of the Body Louse, *Pediculus humanis corporis* DeG" (Observaciones sobre poblaciones naturales del piojo de cuerpo). *Parasitology* 33: 278-299. 1941.
- McNeill, William H. 'Plagues and Peoples' (Las plagas y las poblaciones). Anchor Press/Doubleday, Garden City, N. Y. 369 págs. 1976.
- Maunder, J. M. "Human Lice —Biology and Control" (Piojos del hombre —Su biología y control). *Royal Society Health Journal*. 97: 29-32. 1977.
- Organización Panamericana de la Salud. "International Symposium on the Control of Louse-Borne Disease" (Simposium internacional sobre el control de enfermedades transmitidas por piojos). Scientific Publication No. 263. Organización Panamericana de la Salud, Washington. 311 págs. 1973.
- Plorde, James J. "Relapsing Fever" (Fiebre recidiva). Cap. 167 en: Thorn, George W. y otros, editores, 'Harrison's Principles of Internal Medicine', 8va. edición, Mc-Graw Hill Book Co., Nueva York. págs. 934-936. 1977.

Pratt, Harry D. y Litting, Kent S. "Lice of Public Health Importance and Their Control" (Piojos —Su importancia en la salud pública y su control). US Public Health Service Publication N. 772. US Public Health Service, Atlanta. 16 págs. 1961.

Radcliffe, Chistian E. "Pediculosis". Cap. 49 en: Top, Franklin H. y Wehrle, Paul F., editores, 'Communicable and Infectious Diseases', 8va. edición, C. V. Mosby Company, Saint Louis. págs. 487-490. 1976.

Rocha Lima, Henrique da. 'Estudios Sobre o Tifo Exantemático'. Universidad de São Paulo, São Paulo. 596 págs. 1966.

Sholdt, L. Lance, Holloway, Marvin L. y Fronk, W. Don. "The Epidemiology of Human Pediculosis in Ethiopia" (La epidemiología de la pediculosis humana en Etiopía). Special Publication. Navy Disease Vector Ecology and Control Center, Jacksonville, Fla. 150 págs. 1979.

Tarizzo, M. L. "Geographic Distribution of Louse-Borne Diseases" (Distribución geográfica de las enfermedades transmitidas por piojos). En: Organización Panamericana de la Salud. "International Symposium on the Control of Louse-Borne Disease (Simposium internacional sobre el control de enfermedades transmitidas por piojos).

Scientific Publication No. 263. Organización Panamericana de la Salud, Washington. págs 50-59. 1973.

William, Roger W. "Pediculosis". Cap. 108 en: Hoeprich, Paul D., editor, 'Infectious Diseases', 2da. edición, Harper & Row, Publishers, Hagerstown, Md. págs. 864-866. 1977.

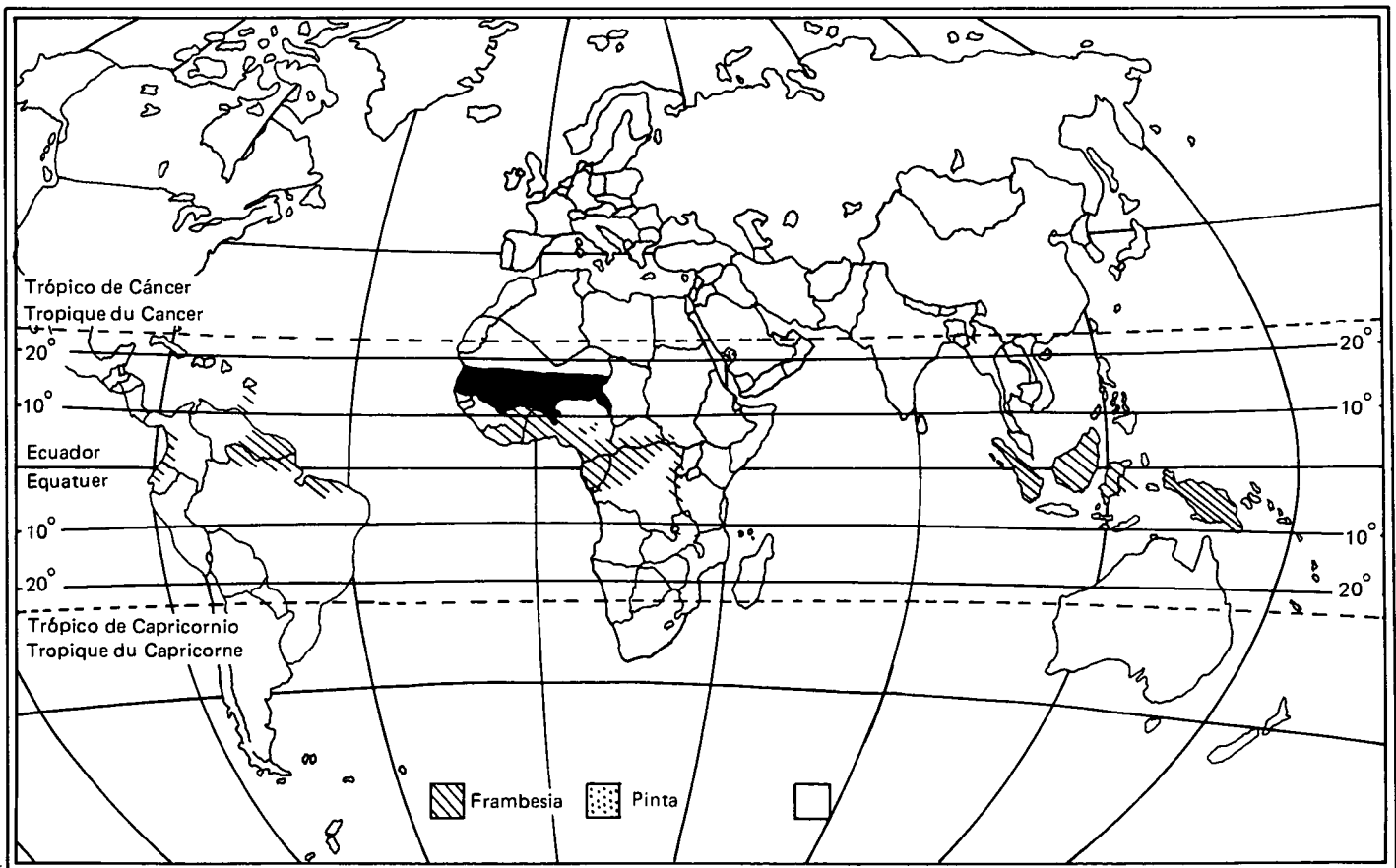
Woodward, Theodore E. "The Rickettsioses". Sección 12 en: Thorn, George W. y otros, editores, 'Harrison's Principles of Internal Medicine', 8va. edición, Mc-Graw Hill Book Co., Nueva York. págs. 953-967. 1977.

Zinsser, Hans. 'Rats, Lice and History' (Ratas, piojos e historia). Little, Brown and Co., Boston. 301 págs. 1935.

## TREPONEMATOSIS NO VENÉREAS: FRAMBESIA, PINTA Y SÍFILIS ENDÉMICA

### Introducción

La frambesia, la pinta y la sífilis endémica (bejel) son enfermedades del hombre ocasionadas por agentes infecciosos que no se distinguen morfológi-



Fuente: OMS, 1981

Figura 3-2 Distribución geográfica de la treponematosi endémica a principios de la década de 1980.

camente de la *Treponetoma pallidum*, la espiroqueta que es el agente infeccioso de la sífilis venérea. Sin embargo, la frambesia, la pinta y la sífilis endémica no se transmiten sexualmente. Son enfermedades que se presentan en los niños y están relacionadas con la pobreza y con una higiene personal y comunal deficiente.

Su carácter endémico ha descendido con la mejora en los niveles de vida y de higiene. La frambesia fue el objetivo de una campaña global masiva de tratamiento a base de penicilina durante 1950-1960. Sin embargo, aún se encuentra treponematosi no venérea en un área extensa, como se ilustra en la figura 3-2, principalmente en las regiones tropicales de América Latina y el Caribe, en Africa, el Suroeste asiático y el Pacífico. La frambesia se presenta en áreas húmedas y la sífilis endémica en áreas áridas. Los estudios recientes de la OMS sobre sífilis endémica en la región de Sahel del Africa han detectado que aproximadamente 2.8 millones, de los 30 mill. que habitan en la región, están en riesgo de contagio (OMS, 1981). La frambesia ha resurgido

en partes de Africa, mientras que en las Américas persisten los focos aislados.

### Características de las treponematosi

El Cuadro 3-3 resume la etiología, la epidemiología y las manifestaciones clínicas de las treponematosi (Holmes y Harnisch, 1977). La transmisión de la sífilis endémica es particularmente interesante. Existen evidencias considerables que sugieren que los utensilios usados para beber constituyen un importante mecanismo de transmisión de la enfermedad (Demis, 1977; Grin, 1953; Guthe, 1969 y Willcox, 1970). El agente infeccioso se transmite por las lesiones en la boca de la persona enferma. La humedad de la taza o vaso permite a la frágil espiroqueta sobrevivir en el medio ambiente externo hasta que es ingerida por un nuevo huésped.

Las treponematosi no venéreas raramente son mortales, pero pueden desfigurar e inutilizar al enfermo. Hasta un 10% de las víctimas de frambesia que no reciben tratamiento pueden quedar inválidas (Guthe, 1969).

| Cuadro 3-3 Etiología, Epidemiología y Manifestaciones Clínicas de la Treponematosi |   |   |  |                                 |
|--|---|---|--|---------------------------------|
|  | <i>Sífilis venérea</i>                                    | <i>Sífilis endémica</i>   | <i>Frambesia</i>                             | <i>Pinta</i>                    |
| Organismo  | <i>T. pallidum</i>  | <i>T. pallidum endemicum</i>  | <i>T. pertenue</i>                           | <i>T. carateum</i>              |
| Transmisión  | Sexual, transplacentar <sup>1</sup>                       | Contactos domésticos: Boca a boca o vía utensilios de comida y bebida                                   | Piel a piel<br>?Insecto vector               | Piel a piel<br>?Insecto vector  |
| Edad Usual   | Adulto  | Primer infancia   | Primera infancia                             | Adolescencia                    |
| Lesión primaria  | Úlcera cutánea (chancro)                                  | Raramente vistas  | "Frambesia madre"                            | Pápula no ulcerante con télices |
| Lesión secundaria  | Mucocutánea; periostitis ocasional                        | Lesiones mucocutáneas desarrolladas (placa mucosa, pápula agrietada, condyloma latum); osteoperiostitis | Lesiones cutáneas escamopulosas              | Píntides                        |
| Terciaría  | Goma, sífilis cardiovascular y del sist. nervioso central | Gomas osteoarticulares cutáneas destructivas  | Gomas osteoarticulares cutáneas destructivas | Máculas acrómicas, dicrómicas   |

<sup>1</sup> Como las treponematosi no venéreas generalmente se adquieren en la niñez y la bacteremia treponemal cesa con el tiempo, solamente en el caso de la sífilis venérea adquirida en la adultez existe alguna probabilidad de que una madre contagie al niño que va a dar a luz.  
Fuente: Holmes y Harnisch, 1977

## El rol del abastecimiento de agua en el control de la frambesia, la pinta y la sífilis endémica

Al término de la Segunda Guerra Mundial, existían alrededor de 100 millones de personas infectadas con frambesia, con una prevalencia del 25% en áreas endémicas de Africa, Asia y América Latina (Guthe, 1969). La pinta y la sífilis endémica también estaban ampliamente difundidas (OMS, 1981). Si bien las campañas de penicilina aceleraron la reducción de su prevalencia, las tres enfermedades iban disminuyendo su presencia, sin necesidad de una atención directa, a medida que las áreas endémicas iban consiguiendo mejores condiciones de higiene ambiental. La eficacia de la instalación de abastecimientos de agua como medida preventiva para estas enfermedades ha sido bien establecida. Las siguientes citas son ilustrativas:

“... un factor importante en la reducción de la prevalencia de la frambesia en una comunidad, probablemente al reducir su transmisión, es la presencia de un abastecimiento de agua adecuado y moderadamente accesible... de aproximadamente cinco galones per cápita diarios... una cantidad mayor de agua convenientemente ubicada... en aquellos lugares donde el abastecimiento de agua puede no ser el adecuado en todas las épocas del año” (Hackett, 1960).

“La educación para la salud debería aspirar a la mejora de la higiene personal (jabón) y de la higiene comunal (agua)” (Guthe, 1979).

“La sífilis endémica es fácilmente prevenible con el mejoramiento del nivel general de higiene y de las condiciones de vida” (Denis, 1977).

“La simple introducción del uso de agua y jabón ha producido generalmente una disminución en el número de casos de frambesia (Dennis, 1977).

## Bibliografía sobre frambesia y sífilis endémica

- Akrawi, F. “Is Bejel Syphillitis?” (Es sífilis el bejel?). *British Journal of Venereal Diseases*. 25 (3): 115-123. 1949.
- Demis, D. Joseph. “Nonsyphilitic Trepanomatoses”. Cap. 102 en: Hoeprieh, Paul D., editor, ‘Infectious Diseases’, 2da. edición, Harper & Row, Publishers, Hagerstown, Md. págs. 823-835. 1977.
- Grin, E. I. “Epidemiology and Control of Endemic Syphillitis”. Monograph Series No. 11. Organización Mundial de la Salud, Ginebra, 93 págs. 1953.
- Guthe, Th. “Clinical, Serological and Epidemiological Features Framboesia Tropica (Yaws) and Its Control in Rural Communities” (Características clínicas serológicas y epidemiológicas de la frambesia y su control en las comunidades rurales). *Acta Dermato-Venerológica*. 49 (4): 343-368. 1969.
- Guthe, Thorstein. “Nonsyphilitic Treponematoses”. En: Besson, Paul B., Mc Dermott, Walsh y Wyngaarden, James

B., editores, ‘Cecil Textbook of Medicine’. 15ta. edición, W. B. Saunders Company, Filadelfia. págs. 518-525. 1979.

Hackett, C. J. “Epidemiological Aspects of Yaws Eradication” (Aspectos epidemiológicos de la erradicación de la frambesia). *Bulletin World Health Organization*. 23: 739-761. 1960.

Holmes, King K. y Harnisch, James P. “Nonvenereal Treponematoses: Yaws, Pinta and Endemic Syphilis” (Treponematoses no venéreas: Frambesia, pinta y sífilis endémica). Cap. 165 en: Thorn, George W. y otros, editores, ‘Harrison’s Principles of Internal Medicine’, 8va. edición, Mc-Graw Hill Book Co., Nueva York. págs. 928-931. 1977.

Organización Mundial de la Salud. “Endemic Treponematoses” *Weekly Epidemiological Record*. 56 (31): 241-244. 7 agosto 1981.

Vogel, L. C. y Huma, P. O. “Yaws” (Frambesia). En: Vogel, L. C. y otros, editores, ‘Health and Disease in Kenya’, East Africa Literature Bureau, Nairobi. Págs. 371-373. 1974.

Willcox, R. R. “Venereal Disease and the Treponematoses” (Enfermedades venéreas y las treponematoses). Cap. 29 en: Jeliffe, D. B., editor, ‘Diseases of children in the Subtropics and Tropics’, Williams and Wilkins Co., Baltimore. Págs. 727-750. 1970.

## TRACOMA

### Antecedentes

Esta enfermedad es la principal causa a nivel mundial de los casos de pérdida de la visión y ceguera que podrían evitarse. Se estima que unos 400 a 500 millones de personas sufren de tracoma, de los cuales 2 millones están ciegos y 8 millones corren el riesgo de estarlo (Helen Keller International, 1980; OMS, 1979; OMS, 1973). En áreas con un carácter endémico severo, el tracoma no controlado puede producir la ceguera a un 1% y quizá hasta a un 3% de la población (OMS, 1979).

La enfermedad está muy difundida y las áreas peor afectadas son Nor-Africa, el Medio Oriente y ciertas regiones de Africa y del Asia Meridional. El tracoma es una enfermedad poco contagiosa. Su ausencia en los médicos y turistas que se encuentran en áreas epidémicas sugiere que es necesaria una exposición repetida y a largo plazo para contraer la enfermedad. Las áreas epidémicas se caracterizan por los hábitos anti-higiénicos, la falta de agua para la higiene personal, el hacinamiento y la presencia abundante de moscas.

El curso de la enfermedad varía considerablemente. En algunos casos, las reinfecciones, posiblemente asociadas a reacciones hipersensibles y/o infecciones relacionadas (por ejemplo.: conjuntivitis bacteriana) pueden conducir a un daño progresivo del ojo y

finalmente a la ceguera. Los irritantes mecánicos, particularmente el polvo y el humo pueden jugar un papel importante.

### Patología

Tracoma es una palabra que se deriva del griego y puede traducirse literalmente como "ojo irritado" (Gilkes, 1962). El término es considerablemente antiguo y fue utilizado por Hipócrates. La enfermedad es básicamente una inflamación severa y prolongada de la conjuntiva del ojo, acompañada de lesiones y cicatrizaciones en la córnea, a las que en su conjunto se conocen como pannus.<sup>1</sup> Las etapas más avanzadas del tracoma pueden conducir a la cicatrización de la conjuntiva, lo cual puede producir una total deformación de los párpados, un deterioro visual progresivo y la ceguera. Los bordes de los párpados pueden doblarse hacia adentro (entropción), así como las pestañas (triquiasis). La

<sup>1</sup> La conjuntiva está formada por las delicadas membranas que revisten los párpados y cubren el globo ocular. La córnea es la parte frontal transparente del ojo. Pannus es la invasión de la córnea por vasos sanguíneos y masas de tejido pequeñas y redondeadas durante el proceso de cicatrización, formando un velo sobre la superficie de la córnea. Véase figura. 3-3: "El Ojo Humano".

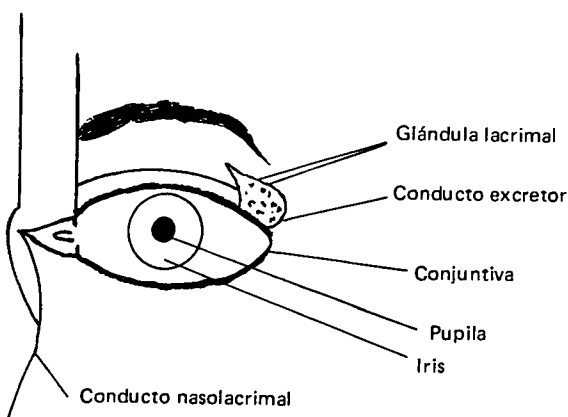
lacrimación (función lacrimal) también puede deteriorarse. Este proceso puede desarrollarse insidiosamente a lo largo de décadas.

El agente infeccioso es la *Chlamydia* (Bedsonia) *tracomatis*, un parásito con algunas propiedades tanto de bacteria como de virus; por ejemplo, se multiplica sólo intracelularmente como los virus pero contiene ácido ribonucleico (ARN) y ácido desoxiribonucleico (ADN) como las bacterias (Wilson y Miles, 1975).

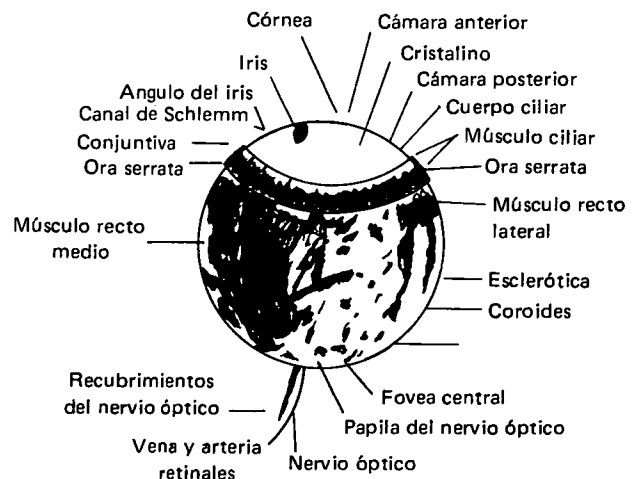
### Epidemiología y control

El tracoma se transmite básicamente de ojo a ojo en regiones endémicas, aunque es posible la transmisión venérea. La susceptibilidad es general y no existe evidencia de que la infección confiere inmunidad (Benenson, 1981). No se ha probado aún una vacuna efectiva para su uso en campo (Holmes, 1981; Helen Keller International, 1980 y otros).

En áreas endémicas, generalmente los niños presentan la enfermedad activa con mayor frecuencia que los adultos. La severidad de la enfermedad a menudo está relacionada con las condiciones ambientales —falta de agua, polvo y arena seca, viento seco, moscas, condiciones diferentes de higiene, hacinamiento.



EL APARATO LACRIMAL



SECCIÓN HORIZONTAL DEL OJO

Figura 3.3 El ojo humano. FUENTE: Adaptado de *Dorland's Pocket Medical Dictionary*, W.B. Saunder's Co., Philadelphia, Plate XIII, 1977.

Las medidas de prevención y control comprenden:

1. Detección de casos y tratamiento, especialmente en niños de corta edad.
2. Educación de la salud, especialmente higiene personal. Se debe enfatizar los riesgos del uso de recipientes y toallas comunes en el lavado, así como el rol que cumplen las madres en la transmisión.
3. Tratamiento quimioterapéutico con antibióticos. Los más usados son los ungüentos de tetraciclina en suspensiones de aceite. El tratamiento requiere de su aplicación repetida durante muchos meses.
4. Tratamiento quirúrgico cuando los tejidos han sido dañados por el proceso de infección o por la cicatrización.
5. Mejoramiento del saneamiento básico, especialmente en cuanto al acceso y uso de agua y jabón.

#### Abastecimiento de agua y tracoma

La mayor parte de las autoridades coinciden en que el método más efectivo para la prevención o reducción del tracoma es la higiene personal y pública, enfatizando el uso de agua. Se debe tener fácil acceso a una cantidad abundante de agua; es decir, el agua debe estar a la mano. La *Chlamydia trachomatis* se puede transmitir directamente por el agua, especialmente a través de recipientes comunes utilizados para el lavado; sin embargo, éste es sólo uno de los numerosos mecanismos de la transmisión. El contacto directo con descargas de ojos infectados o con materiales contaminados por dichas descargas (por ejemplo, el delantal de una madre utilizado para limpiar las caras de sus niños) es probablemente el medio de transmisión más importante.

El rol más importante del agua en la prevención consiste en que cuando se dispone rápidamente de ésta, las infecciones de tracoma "no pegan", es decir, no generan manifestaciones patógenas.

Tres estudios existentes demuestran lo anterior a través de mediciones de campo cuantitativas:

1. Tracoma en las islas Ryukyu durante la década de los 60 (Carter, 1968): El tracoma tuvo una prevalencia seis veces mayor (24.1%) en una ciudad cuyas casas no contaban con un

abastecimiento entubado de agua en comparación con otra ciudad que sí contaba con este sistema (4.1%). La prevalencia del tracoma en una aldea que no contaba con abastecimiento entubado de agua fue casi diez veces mayor (42%) que la prevalencia en cuatro aldeas que sí contaban con este sistema (4.5%).

2. El tracoma en Baribanki Bloch, Uttar Pradesh, India (Misra, 1971; Cvjetanovic, 1980): Luego de la introducción de un abastecimiento entubado de agua en 1965, la morbilidad por tracoma cayó en un 90% y la conjuntivitis descendió en un 80%.
3. El tracoma en Taiwán durante 1970-71 (Assaad y otros, 1969): La prevalencia en una población que utilizaba agua procedente de grifos domésticos fue de 14.5%, incrementándose hasta 24.1% para aquellos que extraían el agua de pozos ubicados al costado de la casa. Cuando los pobladores tenían que recorrer 100 metros o más, la prevalencia se duplicaba.

A pesar de que el número de estudios de campo rigurosamente cuantitativos es limitado, la importancia del abastecimiento de agua en la prevención y control del tracoma (y de la conjuntivitis) es ampliamente reconocida.

#### Bibliografía sobre tracoma y conjuntivitis

- Amies, C. R., Loewenthal, L. J. A., Murray, N. L. y Scott, J. Graham. "Blindness in the Batu. A Survey of External Eye Disease and Malnutrition in the North Eastern Transvaal" (Ceguera en el Batú. Un estudio sobre enfermedades externas del ojo y la malnutrición en la región noreste de Transvaal". *South African Medical Journal*. 27 (29): 594-597. 1953.
- Assaad, F. A., Maxwell-Lyons, F. y Sundaresan, T. "Use of local Variations in Trachoma Endemicity in Depicting Interplay between Socio-economic Conditions and Disease" (Utilización de las variaciones locales en la endemicidad del tracoma para describir la interacción existente entre condiciones socio-económicas y enfermedad). *Bulletin World Health Organization*. 41: 181-194. 1969.
- Benenson, Abram S., editor. 'Control of Communicable Diseases in Man'. 13a. edición. American Public Health Association, Washington. 443 págs. 1981.
- Bietti, G. B. y Werner, G. M. 'Trachoma -Prevention and Treatment'. Charles C. Thomas, Springfield, 111. 227 págs. 1967.
- Bisley, G. G. y Burkitt, W. R. "Eye Diseases" (Enfermedades a los Ojos). En: Vogel, L. C. y otros, editores, 'Health and Disease in Kenya', East Africa Literature Bureau, Nairobi. Págs. 461-468. 1974.



- Cvjetanovic, B. "Banki Block (Barabanki) Programme of Rural Water Supply in the State of Uttar Pradesh, India" (Programa de Barabanki para abastecimiento rural de agua en el estado de Uttar Pradesh, India). Anexo 1 (10 págs.) en: Cvjetanovic, Branko, "Effect of Water Supply and Sanitation on Health in Rural Communities in Developing Countries", informe inédito. Zagreb, Yugoslavia, 42 págs. más 2 anexos. 1980.
- Davey, W. H. y Lightbody, W. P. H. "The Control of Disease in the Tropics". H. K. Lewis & Co. Ltd., Londres. 422 págs. 1961.
- Damato, F. J. "The Fight Against Trachoma in the Island of Malta" (La lucha contra el tracoma en la isla de Malta). *British Journal of Ophthalmology*. 45: 71-74. 1961.
- Detels, R. y otros. "Trachoma in Punjab Indians of British Columbia. A Prevalence Study with Comparisons to India". *American Journal of Epidemiology*. 84: 81-90. 1966.
- Felsenfeld, O. "The Epidemiology of Tropical Diseases". Charles C. Thomas, Springfield, Ill. 488 págs. 1966.
- Gilkes, M. J. "Trachoma". *Chemotherapy Review*. 4 (3): 176-179. 1962.
- Gilkes, M. J. Comunicación particular. 1980.
- Grayston, J. Thomas and Dawson, Chandler R. "Eye Infections with Trachoma and Inclusion Conjunctivitis" (Infecciones del ojo con tracoma y conjuntivitis con inclusión). Cap. 189 en: Thorn, George W. y otros, editores, 'Harrison's Principles of Internal Medicine', 8va. edición, Mc-Graw Hill Book Co., Nueva York. págs. 970-972. 1977.
- Grayston, J. Thomas y Wang, San-pin. "New Knowledge of Chlamydiae and the Diseases They Cause" (Nuevos conocimientos sobre las Chlamydiae y las enfermedades que causan). *Journal of Infectious Disease*. 132 (1): 87-105. 1975.
- Helen Keller International, Inc. "Background Paper: Blindness in the Developing World" (Ceguera en el tercer mundo). Helen Keller International, Inc., Nueva York, 46 págs. 1980.
- Holmes, King K. "The Chlamydia Epidemic". *Journal American Medical Association*., 245 (17): 1718-1723. 1981.
- Hunter, George W., Frey, William W. y Swartzwelder, J. Clyde. 'A Manual of Tropical Medicine'. 4ta. edición. W. B. Saunders Co., Filadelfia. 931 págs. 1966.
- Jawetz, Ernest. "Agents of Trachoma and Inclusion Conjunctivitis". *Annual Review of Microbiology*. 18: 301-334. 1964.
- Jawetz, Ernest, Melnick, Joseph L. y Adelberg, Edward A. 'Review of Medical Microbiology'. 3ra. edición. Lange Medical Publications, Los Altos, Ca. 550 págs. 1978.
- Jawetz, Ernest. "Trachoma and Inclusion Conjunctivitis". En: Beeson, Paul B., McDermott, Walsh and Wyngaarden, James B., editores, 'Cecil Textbook of Medicine', 15a edición, W. B. Saunders Company, Filadelfia. págs. 332-335. 1979.
- Kupka, K., Nizetic, B. y Reinhardt, J. "Sampling Studies on the Epidemiology and Control of Trachoma in Southern Morocco" (Estudios con muestreo sobre la epidemiología y el control del tracoma en el sur de Marruecos), *Bulletin World Health Organization*. 39: 547-566. 1968.
- Marshall, Carter L. "The Relationship Between Trachoma and Piped Water in a Developing Area" (La relación entre el tracoma y el abastecimiento entubado de agua en un área en desarrollo). *Archives Environmental Health*. 17: 215-220. 1968.
- Marshall, Carter L. "Some Exercises in Social Ecology: Health, Disease and Ryukyu Islands" (Algunos ejercicios sobre ecología social: Salud, enfermedad y las islas Ryukyu). En: Farvar, Taghi M. y Milton, John B., editores, 'The Careless Technology and International Development'. Natural History Press, Nueva York. Págs. 5-18. 1972.
- Mathur, G. M. y Sharma, Rameshwar. "Prevalence of Trachoma and Other Common Eye Diseases" (Prevalencia del tracoma y de otras enfermedades comunes de los ojos). *Indian Journal of Medical Research*. 58: 1085-1097. 1970.
- Meek, Edward S. y Golden, Bruce. "Conjunctivitis and Scleritis". Cap. 154 en: Hoeprich, Paul D., editor, 'Infectious Diseases', 2da. edición, Harper & Row, Publishers, Hagerstown, Md. Págs. 1172-1173. 1977.
- Misra, L. K. "Safe Water in Rural Areas — An Experiment in Promoting Community Participation in India". *International Journal of Health Education*. 18: 53-59. 1971.
- Nichols, Roger L., editor. "Trachoma and Related Disorders Caused by Chlamydial Agents" (Tracoma y desórdenes relacionados causados por agentes Chlamydia). *Excerpta Medica*, Nueva York. 586 págs. 1971.
- Organización Mundial de la Salud. "Data on Blindness Throughout the World" (Datos sobre ceguera en todo el mundo). *WHO Chronicle*. 33: 275-283. 1979.
- Organización Mundial de la Salud. "The Prevention of Blindness" (Prevención de la ceguera). Technical Report Series No. 518. Ginebra. 18 págs. 1973.
- Organización Mundial de la Salud. "Trachoma". Technical Report Series No. 234. 48 págs. 1962.
- Ostler, H. Brice y Braley, Alson E. "Trachoma". Cap. 68 en: Top, Franklin H. y Wehrle, Paul F., editores, 'Communicable and Infectious Disease', 8va. edición, C. V. Mosby Company, Saint Louis. Págs. 709-718. 1976.
- Pratt-Johnson, John A. y Wessels, Julie H. W. "Investigation into the Control of Trachoma in Sekhunkuniland". *South African Medical Journal*. 32: 212-215. 1958.
- Reinhardt, J. "Aspects Actuels et Problèmes de L'Epidemiologie du trachome". *Revue Internationale du Trachome*. 46/47: 211-295. 1970.
- Schacter, Julius y Dawson, Charles R. Human Chlamydial Infections'. PSG Publishing Co., Inc., Littleton, Mass. 273 págs. 1978.
- Tanaka, Chie. "Epidemic Keratoconjunctivitis in Japan and the Orient". *American Journal of Ophthalmology*. 43 (4, Part II): 46-50. 1957.
- Tarizzo, M. L. "Trachoma". Cap. 16 en: Cruickshank, Robert y otros, 'Epidemiology and Community Health in Warm Clamete Countries', Churchill Livingstone, Edimburgo. Págs. 168-173. 1976.
- Tarizzo, Mario L. "Trachoma". Cap. 152 en: Hoeprich, Paul D., editor, 'Infectious Diseases', 2da. edición, Harper & Row, Publishers, Hagerstown, Md. Págs. 1165-1167. 1977.
- Taylor, Carl E., Gulati, Prem Vir y Harinarain, Joseph. "Eye Infections in a Punjab Village" (Infecciones al ojo en una

- aldea del Punjab). *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 7 (1): 42-50. 1958.
- Thyngson, P., y Dawson, C. "Trachoma and Follicular Conjunctivitis in Children" (Tracoma y conjuntivitis folicular en niños). *Archives and Ophthalmology*. 75: 3-12; 1966.
- Thyngson, Phillips. "Trachoma" e "Inclusion Conjunctivitis". Cap. 30 en: Hunter, George W., III, Swartzwelder, J. Clyde y Clyde, David F. 'Tropical Medicine', 5ta. edición, W. B. Saunders, Filadelfia. págs. 249-253. 1976.
- White, Gilbert F., Bradley, David S. y White, Anne U. 'Drawers of Water, Domestic Water Use in East Africa' (Aca-  
readores de agua, uso doméstico del agua en el Africa Oriental). University of Chicago Press, Chicago. 306 págs. 1972.
- Wilcocks, Charles y Manson-Bahr, P. E. C. 'Manson's Tropical Diseases'. Williams and Wilkins Company, Baltimore. 1164 págs. 1972.
- Wilson, Graham S. y Miles, Ashley. "The Psittacosis-Lymphogranuloma Trachoma Group". Cap 84 en: '(Topley and Wilson's) Principles of Bacteriology, Virology and Immunity', 6ta. edición Williams and Wilkins Co., Baltimore. Vol 2. Págs. 2372-2387. 1975.

# Enfermedades producidas por contacto con el agua

### INTRODUCCIÓN

Las enfermedades producidas por contacto con el agua se transmiten mediante el contacto de la piel con el agua infestada por patógenos o toxinas. La más importante de estas enfermedades es la esquistosomiasis (bilharziasis). Los huevos de esquistosoma contenidos en la excreta humana incuban en el agua a la que llegan. Las larvas resultantes deben invadir huéspedes caracoles apropiados o perecer. Luego de un proceso de multiplicación al interior del caracol, las larvas de esquistosoma (cercarias), libres ya para nadar, escapan del caracol, encuentran a una persona y la invaden penetrando en su piel sumergida o mojada.

Esta importante enfermedad tropical infecta a más de 200 millones de personas y su prevalencia probablemente esté en aumento. Los actuales métodos de control, básicamente medicinas para las personas infectadas y métodos de control químico de caracoles (eliminación de moluscos), han tenido un éxito limitado. Ambos métodos requieren de una repetición periódica.

El control de la esquistosomiasis limitando la necesidad del contacto humano con el agua mediante el suministro de sistemas públicos de abastecimiento de agua ha mostrado ser promisorio en Santa Lucía, Brasil, Puerto Rico y Sud Africa y está siendo probado en Swazilandia por PNUMA/UNICEF/OMS.

La leptospirosis y la tularemia son las enfermedades producidas por contacto con el agua que siguen en importancia a la esquistosomiasis. Una de las puertas de entrada para sus agentes causantes,

*Leptospira serotypes* y *Francisella tularensis*, es la penetración a través de raspaduras en la piel o de las membranas mucosas cuando la persona se sumerge en agua contaminada por animales infectados. La leptospirosis y la tularemia han sido revisadas en la Sección 2 debido a que también se transmiten a través de la ingestión de agua.

Se pueden contraer muchas enfermedades durante la exposición, ya sea ocupacional o recreativa, a aguas abiertas. La mayoría de ellas se deben a infecciones de la piel, los ojos, los oídos, la nariz y la garganta; es decir, la superficie y los orificios del cuerpo.

El cuadro 4-1 presenta un resumen de estas enfermedades.

### ESQUISTOSOMIASIS

#### Antecedentes

La esquistosomiasis (Bilharziasis<sup>1</sup>, fiebre del caracol) es una enfermedad parasitaria del hombre que se transmite en más de 70 países de los trópicos y subtropicos. Los estimados autorizados por la Organización Mundial de la Salud indican que más de 200 millones de personas se encuentran actual-

<sup>1</sup> Término frecuentemente utilizado en el Africa en honor al Dr. Theodor Bilharz, un médico alemán, quien identificara por primera vez una de las lombrices de esquistosoma responsable de la enfermedad durante un examen postmortem en El Cairo, en 1851. En 1966, la Organización Mundial de la Salud designó oficialmente el nombre como esquistosomiasis con el fin de lograr la uniformidad.

Cuadro 4-1 Enfermedades transmitidas por contacto con el agua<sup>1</sup>.

| Enfermedad o síndrome                                  | Observaciones   |
|--|---|
| <i>Contacto directo</i>                                |   |
| Ahogamiento  | 7,000 muertes anuales por ahogamiento en los EE.UU.   |
| Enfermedades entéricas                                 | Ingestión durante el baño o la natación.  |
| Infecciones granulosa de la piel                       | Microbacterias en el agua. Natación o exposición ocupacional.   |
| Ictiotoxismo   | Celentéreos o pescados venenosos.   |
| Hirudiniasis   | Sanguijuelas acuáticas.   |
| Leptospirosis  | Zoonosis; contacto de la piel herida o ingestión de agua contaminada por orina de ratas infectadas.   |
| Otitis   | Infección del oído debido a la inmersión.   |
| Fiebre faringconjuntival                               | Infección viral asociada a las piscinas.  |
| Meningoencefalitis Amébrica primaria                   | Enfermedad rara pero fatal de nadadores y buceadores.   |
| Rinosporidiosis  | Enfermedad producida por hongos y caracterizada por grandes pólipos, con frecuencia en la nasofaringe.  |
| Esquistosomiasis                                       | Las larvas cercarias libres en el agua penetran en la piel. Más de 200 millones están infectados en todo el mundo. La enfermedad más importante transmitida por contacto con el agua. |
| Sinusitis  | Infección de los senos nasales debido a la inmersión.   |
| Sarna de los nadadores                                 | Esquistosomiasis de aves, anormal en el hombre.   |
| Tuberculosis   | Infección producida por el semi-ahogamiento.  |
| Tularemia  | Inoculación de la piel con agua contaminada por la sangre u orina de animales infectados.   |
| <i>Contacto Indirecto</i>                              |   |
| Tripanosomiasis Africana (sólo <i>T.b. gambiense</i> ) | Moscas tsé-tsé ribereñas (por ejemplo, la <i>G. palpalis</i> vive y pica cerca de los manantiales, especialmente durante las estaciones secas).                                       |

<sup>1</sup> Transmisión por contacto del agua con la piel, los ojos o las cavidades de la cabeza.

mente afectadas. Un número adicional de 600 a 800 millones están constantemente expuestas al riesgo de infección.

La lombriz parásita o *Schistosoma*<sup>2</sup> debe pasar parte del principio de su vida en un ambiente acuático, para ser transmitida de una persona a otra. También debe infectar a un huésped caracol intermediario antes de infectar al hombre, su huésped definitivo. Ambos procesos de infección requieren contacto con el agua. Por lo tanto, la dinámica de la transmisión de la esquistosomiasis está íntimamente relacionada con el desarrollo de recursos hídricos, incluyendo la irrigación, la generación de energía hidroeléctrica, las represas, reservorios, piscicultorios y otros esfuerzos de utilización del agua. Dichas obras, si no se toma la debida aten-

ción a su potencial de transmisión de esquistosomiasis, pueden de hecho acrecentar la gravedad de esta enfermedad al incrementar la exposición humana a la infección y al crear un medio ambiente más favorable para los parásitos y sus huéspedes intermediarios, los caracoles.

Si bien gran parte de la exposición tiene carácter ocupacional, como en el caso de agricultores y pescadores, muchas, si no la mayoría de las infecciones se producen por la exposición de mujeres y niños durante el baño, el lavado de la ropa, la recolección de agua para beber y otras actividades domésticas. El Decenio Internacional del Abastecimiento de Agua Potable y del Saneamiento (1981-90) ofrecerá muchas oportunidades para la reducción de la esquistosomiasis, al igual que de las enfermedades entéricas clásicas transmitidas por el agua.

La esquistosomiasis se está propagando y su severidad se está incrementando en los focos establecidos; mientras tanto, sólo se han implementado programas de control exitosos en algunas áreas del

<sup>2</sup> Palabra griega para designar "cuerpo dividido, partido", debido a la apariencia de la lombriz macho adulta, cuyo cuerpo es plano, con los lados invertidos como para formar una ranura, en la cual lleva a la hembra.

mundo tropical. Si bien la mortalidad directa por esta enfermedad es poca, la magnitud del fenómeno epidemiológico, su elevada prevalencia global y la multiplicidad de secuelas patológicas crónicas representan una gran carga para la salud pública y para los servicios médicos de los países en los que su transmisión es endémica.

El cuadro 4.2 muestra algunos ejemplos de la relación entre esquistosomiasis y desarrollo de recursos hídricos.

### Patología

Esquistosomiasis es el estado de infección con lombrices de una o más de las especies de *Schistosoma*, generalmente *S. haematobium*, *S. mansoni* o *S. japonicum*.

Si bien se puede producir un salpullido de corta duración en el lugar en el que penetró alguna larva (cercaria), además de fiebre y tos temporales, 2 a 4 semanas después de la infección, el daño mayor para el cuerpo se produce a largo plazo (generalmente de 2 a 5 años) debido a los huevos que la

lombriz hembra adulta deposita, a la respuesta del cuerpo humano ante su presencia y a la migración de los mismos. Los huevos que se alojan en los tejidos humanos pueden originar el desarrollo de fibrosis, granuloma, lesiones, ulceraciones, hemorragias, diarreas, ascitis (acumulación de fluido seroso en el abdomen), aumento en el tamaño del hígado y del bazo y otras perturbaciones importantes. En algunos casos anormales, los huevos pueden dar como resultado complicaciones cerebrales, pulmonares y cardíacas, e inclusive paraplegia (parálisis de la parte inferior del cuerpo).

Las especies *S. mansoni* y *S. japonicum* depositan sus huevos en las venas mesoentéricas del intestino, mientras que la especie *S. haematobium* lo hace en las venas pequeñas de la vejiga, es decir, en las venas vesicales. La ubicación relativa de los huevos depositados caracteriza el curso común de la enfermedad. Cuando se trata de huevos de *S. haematobium*, comúnmente aparece sangre en la orina. Las etapas posteriores de estas infecciones pueden manifestar enfermedades del sistema urinario, como vejigas calcificadas, riñones que no

**Cuadro 4-2** Ejemplos de incremento en la prevalencia de la esquistosomiasis como resultado de proyectos de desarrollo de recursos hídricos.

| País             | Proyecto<br>(año de<br>culminación)         | Prevalencia<br>antes del<br>proyecto (%) | Prevalencia<br>después del<br>proyecto (%)          | Especies<br>de<br><i>Esquistosoma</i>                           |
|------------------|---|--|---|---|
| Egipto           | Represa Aswan<br>(primera) (1900)           | 6%                                       | 60% (3 años después)                                | <i>S. haematobium</i><br><i>S. mansoni</i>                      |
| Sudán            | Proyecto Gezira<br>(1925)                   | 0%                                       | 30-60% (15 a. desp.)                                | <i>S. mansoni</i><br><i>S. haematobium</i><br><i>S. mansoni</i> |
| Tanzania         | Arusha Chini<br>(1937)                      | baja                                     | 53-86% (30 a. desp.)                                | <i>S. mansoni</i>   |
| Zambia y Rodesia | Lago Kariba<br>(1958)                       | 0%                                       | 16% en adultos<br>69% en niños<br>(10 años después) | <i>S. mansoni</i><br><i>S. haematobium</i>                      |
| Ghana            | Lago Volta<br>(1966)                        | bajo                                     | 90% (2 a. desp.)                                    | <i>S. haematobium</i>   |
| Nigeria          | Lago Kainji<br>(1969)                       | bajo                                     | 31% (1 año después)<br>45% (2 años desp.)           | <i>S. haematobium</i>   |
| Irán             | Proyecto de irrigación<br>piloto Dez (1965) | 15%                                      | 27% (2 años desp.)                                  | <i>S. haematobium</i>   |

funcionan y deformaciones uterinas. Muchos expertos sugieren que existe una gran correlación entre el *S. haematobium* y el cáncer a la vejiga. Los huevos de *S. mansoni* y *S. japonicum* tienen una gran predilección por el hígado, el bazo y por la hipertensión de las venas porta.

La gravedad de la infección es proporcional al número de huevos y, por lo tanto, al número de lombrices adultas que depositan los huevos. A diferencia de las bacterias, los esquistosomas no pueden completar su ciclo de vida sin regresar al ambiente acuático externo. Así, una larva cercaria que ingrese al cuerpo no dará lugar a otras lombrices adultas más que a ella misma (y un porcentaje significativo no llega a la madurez). Una infección esporádica causada por un número pequeño de lombrices generalmente no produce un malestar significativo. Por lo general, la enfermedad se desarrolla lentamente, a medida que se adquieren más y más lombrices durante la niñez, alcanzando su número máximo aproximadamente a los 15 ó 20 años.

Las relaciones lombriz/huevos/enfermedad son importantes en las esquistosomiasis para evaluar la gravedad de la transmisión y la eficacia de las medidas de control. Las siguientes son tres medidas de evaluación de uso común:

- **Prevalencia:** porcentaje de la población con resultados positivos en las pruebas realizadas para detectar infección por esquistosomas (por ejemplo, excreción de huevos determinada mediante un examen de orina o de heces).
- **Transmisión:** estudios de la prevalencia entre los niños, por edades, repitiéndolos en intervalos anuales. El índice de prevalencia real es comparado con el índice "esperado" determinado en base a los años anteriores. Si entre los niños que en la actualidad tienen 10 años existe la misma prevalencia que existía hace dos años entre los niños que actualmente tienen 12, la transmisión es constante; si es menor, la transmisión está declinando y si es mayor, está acrecentándose.
- **Intensidad:** es similar a la de la prevalencia, pero más refinada ya que incluye para cada persona el número de huevos por unidad de orina o heces.

Por lo general, la intensidad se incrementa cuando lo hace la prevalencia. Pueden darse situaciones en las que la prevalencia resulte alta, pero en las que

la intensidad confirme que la mayoría de los casos de esquistosomiasis son asintomáticos o subclínicos.

### Síntomas

Durante la etapa invasiva pueden presentarse o no síntomas. Después de 2 ó 4 semanas de la exposición, puede presentarse fiebre y tos con una duración de unos cuantos días.

Después que la *S. haematobium* ha depositado sus huevos, sus víctimas empiezan a miccionar con mayor frecuencia de lo normal, eliminando sangre en la última porción de la orina. La micción puede ser difícil o dolorosa. Las infecciones de *S. mansoni* y *S. japonicum* se caracterizan por diarreas con sangre, sensación de laxitud o agotamiento, sueño, falta de concentración, dolor moderado, cólicos y pérdida de peso.

El diagnóstico positivo puede confirmarse solamente cuando se encuentran huevos vivos en las heces u orina o mediante una biopsia rectal. Los programas masivos pueden contar con pruebas serológicas basadas en la detección de una reacción antígeno-anticuerpo por parte del organismo humano. La prueba más usada es la de la piel, en la cual se inyecta bajo la piel durante un minuto una cantidad de proteínas de esquistosomas. La formación de una hinchazón es un fuerte indicador de la existencia de infección.

### Tratamiento

Desde hace más de 60 años se dispone de medicamentos para tratar la enfermedad. Sin embargo, éstos pueden ser tóxicos, tener serios efectos colaterales, ser contraindicados para pacientes específicos, requerir una administración médica, ser caros para los países en vías de desarrollo y no ser universalmente efectivos.

Aún no se dispone de un medicamento para prevenir la infección, tampoco es posible hacerlo mediante profilaxis o inmunización. La infección previa no evita que el paciente ya curado vuelva a contraer la infección si éste regresa a un ambiente infestado por esquistosomas. Además, debido al enorme número de huevos que una sola persona infestada puede descargar al medio ambiente, manteniendo de esa manera el ciclo de transmisión, el tratamiento debe desarrollarse necesariamente a nivel comunal para detener la transmisión.

**Impacto sobre la salud pública**

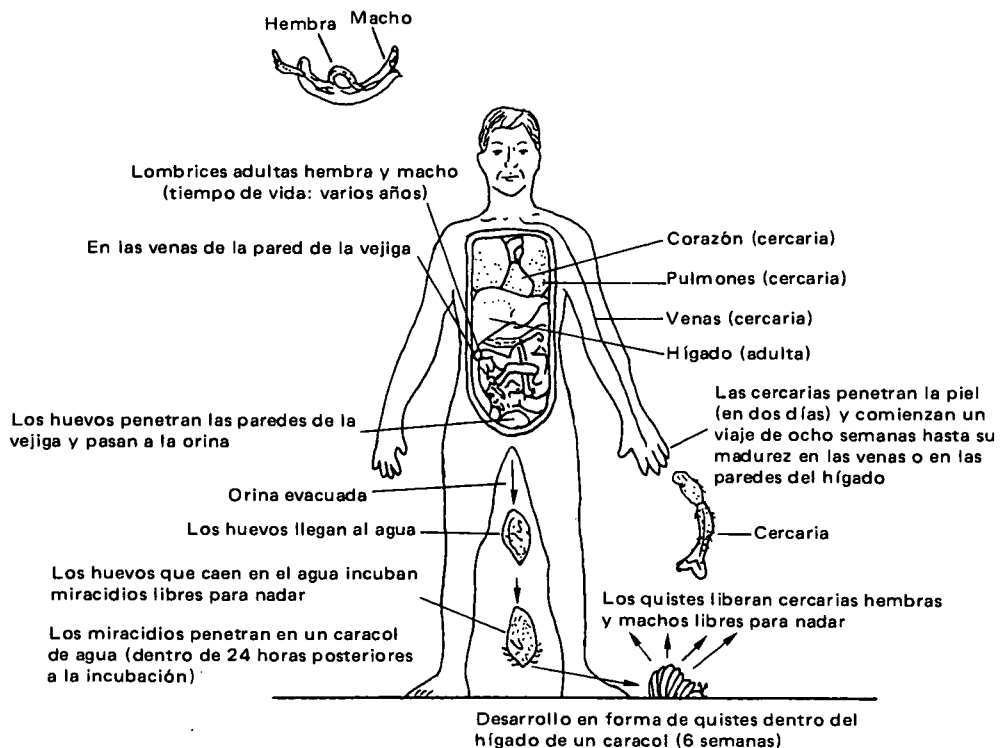
El índice de mortalidad atribuible directamente a la esquistosomiasis es generalmente bajo; sin embargo, en regiones endémicas, la esquistosomiasis es un factor que contribuye a muchos síndromes y enfermedades que van desde enfermedades del hígado y del riñón hasta el cáncer. La severidad de la infección es generalmente proporcional al grado de exposición a las cercarias, a la cantidad de lombrices que infestan el organismo y a la intensidad con que éstas depositan sus huevos. Existen diferencias geográficas significativas aun entre las mismas especies de esquistosomas. Generalmente, la infección causada por la *S. japonicum* es la más severa y la más difícil de curar. Una persona que no recibe tratamiento puede sufrir la enfermedad durante muchos años, incrementándose cada vez más sus efectos patógenos debido a la acumulación de daños en los tejidos y a la continua reexposición.

**Ciclo de transmisión de la esquistosomiasis**

Es esencial comprender el ciclo de vida de los esquistosomas para entender la transmisión de la

esquistosomiasis y su forma de control. La figura 4-1 muestra un esquema del ciclo de la vida del *S. haematobium*. Con las excepciones previamente señaladas, es decir, la posición de los huevos en las venas pequeñas del intestino y la evacuación de los mismos por vía fecal, la figura 4-1 se aplica también a los esquistosomas *S. mansoni* y *S. japonicum*.

La longitud de los esquistosomas sexualmente maduros que se alojan en el hombre, su huésped definitivo, varía desde aproximadamente 7 hasta 26 mm., estando su ancho entre 0.3 y 1 mm. Su apariencia es la de hilos alargados. Una vez apareados, los esquistosomas macho y hembra prosiguen en pares, dirigiéndose generalmente, en el caso de los *S. mansoni* y los *S. japonicum*, hacia las venas del intestino y, en el caso de los *S. haematobium*, hacia las venas de la vejiga, donde las hembras depositan sus huevos. Unos cuantos huevos son arrastrados por la corriente sanguínea hasta el hígado, los pulmones y otras partes del cuerpo, pero la mayoría atraviesa las paredes de las venas y se introducen en los tejidos circundantes. Algunos quedan atrapados en los tejidos y mueren, pero otros logran llegar hasta el intestino o la vejiga, abandonando el cuerpo a través de las heces o la



**Figura 4-1** Ciclo de vida del *Schistosoma haematobium*. (FUENTE: McJunkin, 1970.)

orina. A medida que la enfermedad progresa, los tejidos circundantes a las venas se engruesan y la proporción de huevos atrapados aumenta.

Para sobrevivir, los huevos (de 70-170 micras de largo y 40-70 micras de ancho) deben llegar al agua en el lapso de un mes, una tarea ampliamente facilitada por un saneamiento inadecuado. El cambio de la presión osmótica en el agua da como resultado la incubación de los huevos, de los cuales sale una pequeña larva acuática ciliada, conocida como "miracidio". Estas larvas deben penetrar en el cuerpo de caracol de agua dulce adecuado (su huésped intermediario) en un lapso de 24 horas o morir.

En el caracol, los miracidios atraviesan una etapa esencialmente de desarrollo que dura de 4 a 8 semanas. Mediante un proceso de reproducción asexual, cada miracidio puede producir mil larvas conocidas como cercarias. La liberación o "separación" de las cercarias del cuerpo del caracol puede continuar durante un período de varios meses. La cercaria con cola de tenedor, apenas perceptible a simple vista, puede medir un promedio de 0.4 a 0.5 mm de longitud; nada vigorosamente con la cola hacia adelante durante 24 a 72 horas sin alimentarse y muere si no consigue en ese tiempo establecer contacto con su huésped definitivo, el cual debe ser, como regla, una persona en el caso del *S. mansoni* y el *S. haematobium*, mientras que para el *S. japonicum* puede ser tanto una persona, el caso más frecuente, como también perros, gatos, ratas, reses, cerdos, venados o caballos.

Las cercarias, al establecer contacto con la piel humana, se adhieren a ésta por medio de ventosas y penetran en su huésped en unos cuantos minutos. Horas después ya están en la corriente sanguínea y finalmente son transportadas al hígado donde alcanzan la madurez en unas cuantas semanas. Allí se aparean y viajan juntos contra la corriente sanguínea hacia los pequeños vasos sanguíneos de las paredes del intestino o de la vejiga. La producción de huevos empieza alrededor de seis semanas después que las cercarias penetran la piel. Se sabe que la infección llega a persistir hasta más de 30 años en el hombre, pero el período de vida de los esquistosomas es generalmente mucho menor, de 1 a 5 años.

Las especies de esquistosomas que son parásitos en otros huéspedes mamíferos pueden producir infecciones al hombre. Estas especies incluyen al *S. bovis*, un parásito de reses y ovejas encontrado

en el Africa; *S. matthecci*, un parásito de animales domésticos y salvajes también encontrado en Africa; *S. intercalatum*, encontrado en Zaire; *S. margrebowi*, un parásito de los antílopes del Africa Central y prácticamente indistinguible del *S. japonicum* y, posiblemente, el *S. rodhaini*. Estos esquistosomas de animales tienen relativamente poca importancia en la salud pública.

### Medidas de control

En la figura 4-2 se muestra esquemáticamente las seis etapas del ciclo de vida de los esquistosomas del hombre, conjuntamente con las posibles medidas de control para cada una. La interrupción total de cualquiera de las etapas terminaría la transmisión. Generalmente cuatro etapas tienen lugar en un ambiente acuático (los huevos se depositan inicialmente en el huésped humano, luego se ubican en las excretas del mismo, pero finalmente deben encontrar agua; los esporocistos del *S. japonicum* se alojan específicamente en la especie de caracoles anfibios *Oncomelania*). Se puede atacar directamente a las lombrices utilizando medicamentos (quimioterapia), implementando un saneamiento clásico (protección de los caracoles contra la infección), creando un medio ambiente que limite el contacto con el agua (protección del hombre) o creando un medio ambiente acuático hostil a los vectores caracol (utilizando productos químicos tóxicos para destruir a los caracoles o modificando el hábitat, es decir, mediante un control ambiental).

### Los caracoles

Antes de atacar al hombre, cada lombriz esquistosoma vive como parásito de un caracol. Por lo tanto, necesita de un hábitat acuático favorable a caracoles huéspedes *específicos*. Los cambios ambientales en el hábitat de los caracoles pueden dar como resultado el incremento o el decremento de la transmisión de esquistosomiasis, dependiendo de los efectos de estos cambios sobre los caracoles vectores. Los proyectos de control de la esquistosomiasis, en especial aquellos que emplean un control ambiental, biológico o químico de los vectores caracol, requieren de la participación de especialistas en el campo de la biología de los caracoles (malacología) y de la identificación de las especies.



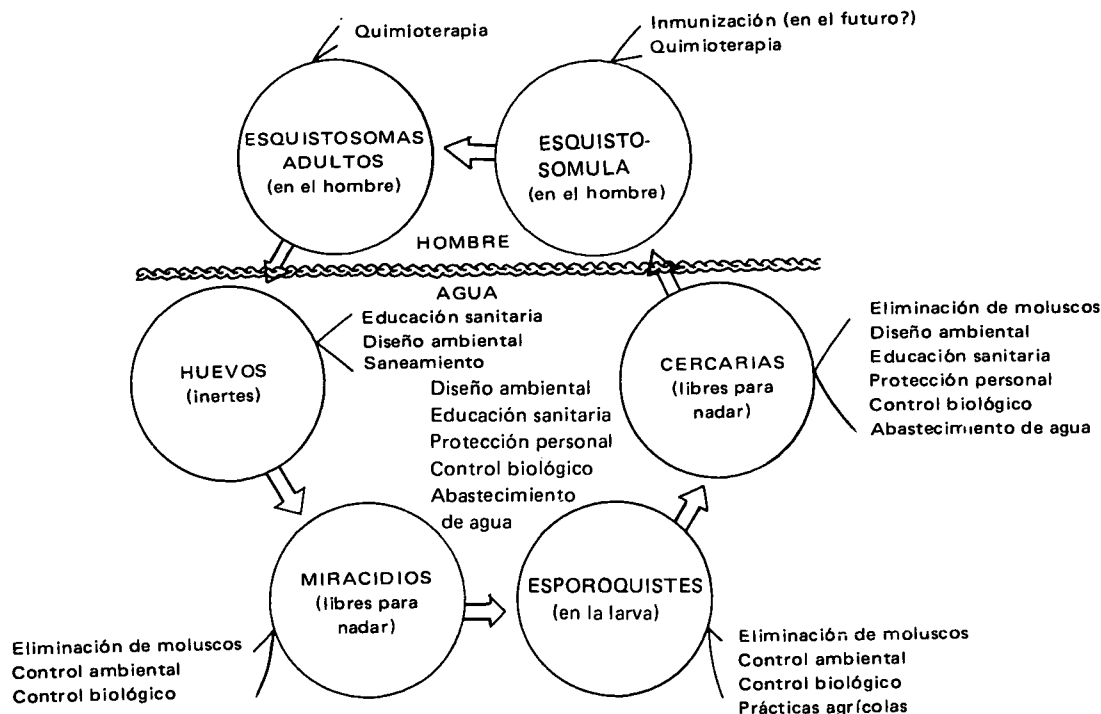


Figura 4-2 Etapas de la vida de los esquistosomas del hombre mostrando los posibles puntos de acceso para el control de la transmisión.

## LA ESQUISTOSOMIASIS, EL HOMBRE Y EL AGUA

### El rol del contacto con el agua

Tres animales —los parásitos, los caracoles y los hombres— participan en la transmisión de la esquistosomiasis. La mayor parte de los programas de control de pestes ha enfatizado el ataque a los parásitos (quimioterapia) y a los caracoles (eliminación de moluscos). En los últimos años se ha incrementado el interés por trabajar con el tercer y más inteligente animal, es decir, el hombre. ¿De qué modo la conducta humana afecta a la transmisión de la esquistosomiasis? ¿Puede modificarse la conducta humana de modo tal que desfavorezca la transmisión de la esquistosomiasis?

En el campo teórico, la respuesta es clara. Si el hombre evita el contacto de su piel con el agua que contiene cercarias o si evita contaminar sus recursos hídricos con heces u orina (y por ende con huevos de esquistosoma), se rompería el ciclo de transmisión de la esquistosomiasis.

Las observaciones respecto al contacto humano con el agua en áreas de esquistosomiasis endémica indican lo siguiente:

1. Gran parte del contacto es ocupacional —para los hombres básicamente a través de actividades agrícolas y de pesca, para las mujeres a través de la recolección de agua para uso doméstico y del lavado de la ropa y de los utensilios de cocina, etc.
2. En el caso de los niños, gran parte del contacto se da a través del baño y el juego. Para los niños más pequeños, el contacto se produce frecuentemente cuando acompañan a sus madres durante la recolección de agua, el lavado etc.
3. Para los adultos, las actividades que demandan contacto con el agua frecuentemente son esenciales para su vida; por ejemplo, las labores agrícolas y la recolección de agua. Estos adultos generalmente son miembros de la “mayoría rural pobre”.
4. El riesgo de infección en las diferentes actividades que demandan contacto con el agua depende de la extensión del cuerpo expuesta, de la duración del contacto y de la hora del día, debido a que las cercarias se separan de los caracoles durante el día. Sólo la cercaria del *S. japonicum* se separa durante la noche, pero las de *S. mansoni* y *S. haematobium* lo hacen durante las horas del día.

El lavado de la ropa puede asociarse a un contacto prolongado de las manos y piernas con el agua. Esta actividad se realiza frecuentemente a partir de media mañana en adelante, es decir, en el período de mayor densidad de cercarias. Mientras las mujeres lavan, los niños que acompañan a sus madres a los lugares de lavado generalmente chapotean y juegan en el agua durante varias horas, con frecuencia con un alto grado de exposición de sus cuerpos en el momento de mayor densidad de cercarias. El baño trae consigo un considerable riesgo de infección, puesto que comprende la exposición total del cuerpo, inclusive si fuese sólo por un breve período de tiempo (Jordan y Unrau, 1978).

5. En general, las mujeres tienen un contacto más frecuente con el agua que los hombres, mientras que los niños tienen un mayor contacto que los adultos.
6. Un estudio similar desarrollado en Santa Lucía mostró que las actividades más importantes que demandaban contacto con el agua eran, en el caso de los hombres, la natación y el baño y, en el caso de las mujeres, el lavado de la ropa, el baño y la natación. Estas actividades representaban un 66% de los contactos y un 95% del tiempo de contacto (Dalton, 1976).

### Importancia de la localización

Un método importante para limitar el contacto del hombre con corrientes de agua infectadas es aumentar la distancia entre estos componentes del ciclo de transmisión. Es necesario que los asentamientos humanos se ubiquen lejos de los canales y de las corrientes de agua naturales y que cuenten con sus propios sistemas de agua potable adecuados. Esto se puede implementar fácilmente durante la etapa de planeamiento y diseño de un nuevo proyecto.

Con respecto a la represa alta del Aswán en Egipto, se recomendó que los nuevos canales se construyeran a una distancia no menor de 500 metros de las aldeas (Ayad, 1965). Existen documentos en los que se muestra que las comunidades ubicadas a alguna distancia de las corrientes de agua infectadas tienen una prevalencia menor que la de aquellas ubicadas en las cercanías. En un estudio sobre los factores físicos relacionados con la esquistosomiasis

### *Enfermedades producidas por contacto con el agua*

en niños de la provincia Gazira del Sudán, el único factor que parecía influenciar en la incidencia de la infección era la distancia de la aldea respecto al canal de irrigación (1,000 metros o más) (Greany, 1952). Esto respalda la teoría de que la "ley del mínimo esfuerzo" es una de las fuerzas más efectivamente motivadoras del comportamiento humano. Es necesario que sea más fácil obtener agua confiable que agua desconfiable, tanto para el consumo como para el lavado de la ropa.

En Las Filipinas, se encontró que los hábitats de caracoles más cercanos a las poblaciones tenían los mayores niveles de infección (Hairston, 1973). En consecuencia, la ubicación de las áreas residenciales lejos de las corrientes de agua tiene dos efectos, uno sobre el hombre y otro sobre los caracoles; ambos se complementan y dan como resultado un importante avance en la reducción de la infección tanto en las personas como en los caracoles.

También puede usarse barreras físicas para alterar el patrón de contacto humano con el agua. En Sudáfrica (Pitchford, 1970), se redujo el acceso humano a corrientes de agua potencialmente peligrosas en las inmediaciones de lugares poblados colocando cercas alrededor de las represas y corrientes de agua y construyendo puentes cercados sobre los ríos.

El uso de tuberías para transportar el agua de irrigación y de drenaje es altamente deseable ya que las pérdidas de transporte debido a fugas y a la evaporación son bajas. Esta práctica limita el contacto humano con el agua. Además, los conductos cerrados tienen menores costos de mantenimiento y eliminan las malas hierbas, hábitats de insectos y caracoles. Las tuberías no pueden usarse en canales grandes con capacidad mayor a los 10 metros cúbicos por segundo. El costo inicial es alto, pero en algunas áreas puede justificarse por el ahorro de tierras y la protección de la población. Se estima que en el Delta del Nilo se ha tomado un 7% de la tierra utilizable para derechos de paso de canales y drenajes (Lanoix, 1958). Pero para que las medidas que limitan el contacto humano con el agua tengan éxito, es necesario que se disponga de fuentes alternativas para el abastecimiento de agua con propósitos domésticos y recreaciones.

La educación de la salud es un mecanismo deseable pero insuficiente para evitar la contaminación por cercarias, o en general la contaminación ambiental. Los programas más exitosos han dado énfasis a la participación pasiva de la población en

peligro, por ejemplo, con el suministro de un buen sistema de abastecimiento de agua —más cercano, más confiable y más cómodo— reemplazando así los viajes hasta los canales, corrientes o lagos.

#### El rol de los sistemas comunitarios de abastecimiento de agua

El reconocimiento del papel que juega el contacto humano con aguas infestadas por caracoles enfermos como un pre-requisito para la transmisión constante de la esquistosomiasis ha hecho que se presenten muchas sugerencias sobre cómo reducir el contacto. Un estudio sobre los factores ambientales desarrollado en Egipto (Farooq y otros, 1966) tuvo como conclusión que una distribución más abundante de agua entubada daría como resultado una disminución en la incidencia de la esquistosomiasis y de algunas otras infecciones. Un abastecimiento adecuado de agua confiable para el uso doméstico y recreacional tiene un alto grado de prioridad como alternativa al contacto continuo con masas de agua infestadas por cercarias; sin embargo, es poca la documentación existente sobre la efectividad de los abastecimientos de agua como medida de control de la esquistosomiasis.

En el Japón, la incidencia de la infección tendía a decrecer cada vez que se suministraba agua confiable tanto para beber como para lavar y bañarse (Yokogawa, 1974).

El suministro de agua potable confiable y de piscinas sencillas, conjuntamente con el encerca-

miento de una corriente infestada cercana, pareció ser la razón de la gradual reducción en la prevalencia de *S. haematobium* y *S. mansoni* luego del inicio de estas medidas en un área endémica de Sudáfrica. No se disponía de un área que sirviera de comparación para el estudio (Pitchford, 1970).

En Brasil, se obtuvo evidencias de una reducción en la transmisión luego del suministro de agua de pozo y de instalaciones para el lavado de ropa, duchas y letrinas. También se notó alguna reducción en los poblados sin estos servicios, pero en un grado mucho menor (Barbosa, 1971).

Los efectos de un abastecimiento doméstico de agua sobre la transmisión de la esquistosomiasis fueron investigados detalladamente en un estudio piloto en Santa Lucía que incluía el suministro de sistemas domiciliarios de agua, instalaciones públicas con duchas y áreas para el lavado de la ropa y piscinas sencillas (Unrau, 1975; Jordan y otros, 1975, 1978). A cinco comunidades rurales, con una población total de aproximadamente 2,000 personas, se les suministró sistemas domiciliarios de agua. Además, se ubicó estratégicamente instalaciones públicas con duchas y áreas para el lavado de ropa, al igual que piscinas sencillas. Los estudios sobre contactos con el agua, realizados bajo condiciones similares a las de los estudios previos a las medidas de control, mostraron una reducción de 82% en el número de contactos y una reducción del 96% en el tiempo de contacto un año después que se suministrara el agua potable al primer poblado (véase el cuadro 4-3).

**Cuadro 4-3** Número y duración de los contactos con agua en Grande Ravine antes y después que se suministrara agua potable.

| Edad  | 1969                |                        | 1970                |                        |
|-------|---------------------|------------------------|---------------------|------------------------|
|       | Número de contactos | Tiempo total (minutos) | Número de contactos | Tiempo total (minutos) |
| 0-4   | 48                  | 2,320                  | 3                   | 1                      |
| 5-9   | 104                 | 3,229                  | 9                   | 9                      |
| 10-14 | 84                  | 2,767                  | 23                  | 31                     |
| 15-19 | 71                  | 1,414                  | 5                   | 89                     |
| 20-29 | 38                  | 953                    | 3                   | 81                     |
| 30-39 | 21                  | 536                    | 7                   | 6                      |
| 40-49 | 2                   | 89                     | 5                   | 156                    |
| 50    | 7                   | 189                    | 11                  | 70                     |
| Total | 375                 | 11,536                 | 66                  | 443                    |

<sup>1</sup> Las observaciones se realizaron en el mismo día del mismo mes en los dos años (Dalton, 1976).

La incidencia de nuevas infecciones de *S. mansoni* en niños de hasta diez años de edad en la primera aldea a la que se le suministró agua potable descendió del 31% hasta un 12% después de cinco años de instalado el sistema (véase figura 4-3). El cambio experimentado por el índice de prevalencia para todas las edades en esta misma aldea fue un descenso desde 72% a un 36% en cinco años de instalado el sistema de agua potable. Los cambios en la prevalencia se registran más lentamente debido a que la infección de *S. mansoni* se mantiene durante muchos años (véase figura 4-4).

La intensidad de la infección de *S. mansoni* medida mediante la producción de huevos es significativa, ya que el número de huevos excretados se relaciona con el grado de contaminación del medio ambiente y también debido a que las personas con una infección leve pueden sufrir pocos daños a la salud. Se puede obtener una medida de la contaminación ambiental por los huevos de *S. mansoni* sumando los productos parciales de multiplicar para cada grupo de edades su prevalencia por su inten-

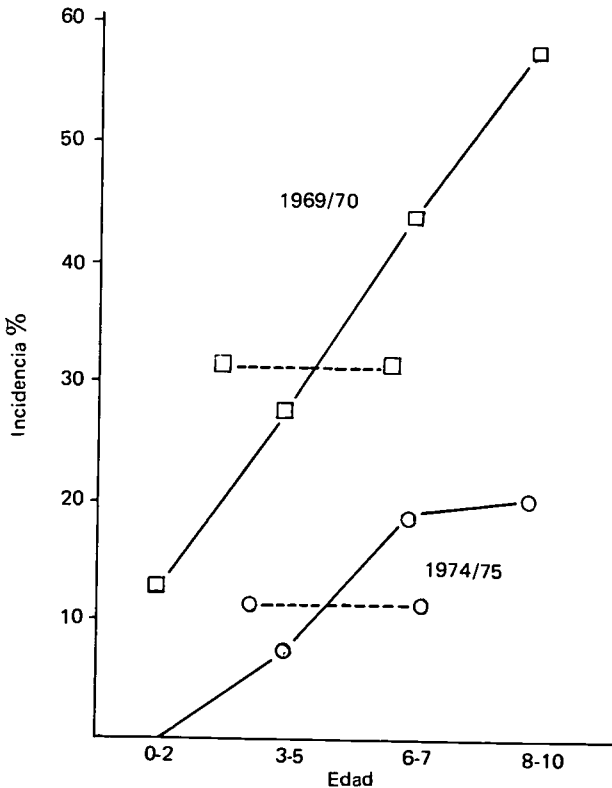


Figura 4-3 Incidencia de nuevas infecciones de *S. mansoni* en Grande Ravine, Santa Lucía, antes y después de 5 años del abastecimiento de agua potable (Unrau, 1978).

Enfermedades producidas por contacto con el agua

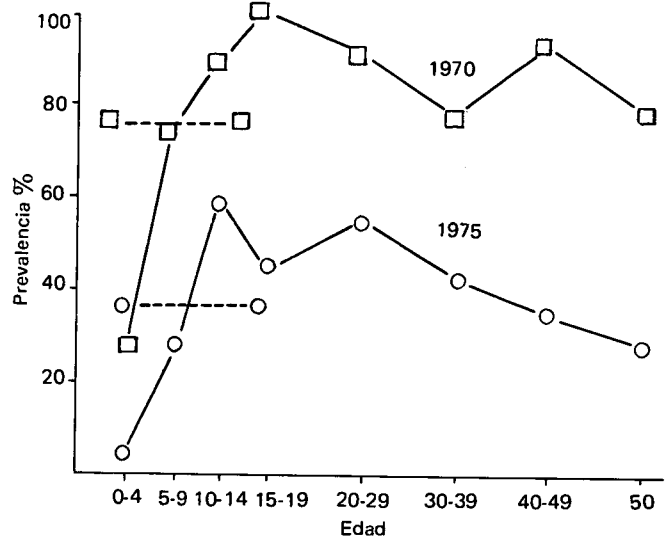


Figura 4-4 Prevalencia de las infecciones de *S. mansoni* en Grande Ravine, Santa Lucía, 5 años después del abastecimiento de agua (Unrau, 1978).

sidad y por el porcentaje de la población que representa dicho grupo; lo que daría un índice de la contaminación potencial.

La intensidad de la infección era generalmente mayor en el área del proyecto que en el área de comparación antes de la instalación del agua potable. Después de un periodo de cinco años, la contaminación potencial se había reducido en un 70% en las comunidades a las que se les había suministrado el agua potable. Por consiguiente, se había reducido grandemente la posibilidad de adquirir la infección mediante el contacto con agua.

El área que sirvió de comparación incluía a seis asentamientos en el mismo valle, en los cuales el gobierno de Santa Lucía había instalado un sistema de abastecimiento de agua en base a fuentes públicas ubicadas a lo largo del camino principal en intervalos de 200 a 300 metros. Durante el mismo periodo de estudio de cinco años, todos los índices de infección se incrementaron en esta área de comparación sin que el sistema de abastecimiento de agua tuviera efecto alguno sobre la transmisión de la esquistosomiasis, aun a pesar de que este sistema suministraba en esencia toda el agua para el uso doméstico. Los ríos continuaban siendo usados para lavar ropa, bañarse y nadar.

El proyecto experimental de abastecimiento de agua en Santa Lucía ha demostrado que se pueden obtener resultados impresionantes en la reducción de la transmisión de esquistosomiasis si se suminis-

tra sistemas de agua potable adecuados, confiables y convenientemente distribuidos. El sistema de abastecimiento de agua en el área de comparación era poco confiable, inadecuado e inconveniente durante el período del estudio y por lo tanto no tuvo efecto sobre la transmisión de la esquistosomiasis. El proyecto no sólo logró una reducción en la prevalencia de la infección, sino también en la intensidad de la infección, lo que puede ser más importante a un plazo más largo. El proyecto también demostró que la existencia de agua potable convenientemente entregada puede cambiar las costumbres y los hábitos antiguos, como lavar y bañarse en el río. Como consecuencia del menor contacto con el agua, no sólo se evita el contagio, sino que también se reduce la contaminación del agua.

Aparte del beneficio directo asociado al suministro de un agua confiable, existen otros muchos beneficios a la "calidad de la vida" que le dan una elevada prioridad a los sistemas de abastecimiento de agua potable cuando se evalúan las posibles mejoras comunitarias. Como los beneficios del abastecimiento de agua no se restringen al campo de las enfermedades, es posible que las autoridades locales se vean más interesadas en aceptarlos dentro del amplio espectro de los programas de promoción social y sanitaria (Unrau, 1978).

Una de las conclusiones de un informe sobre 25 años de control de la esquistosomiasis en Puerto Rico (Negrón-Aponte y Jobin, 1979) fue que la mejora en el abastecimiento de agua era responsable en un 80% del descenso en la prevalencia de enfermedades de la piel en las áreas sin control de caracoles. Los datos mostraban una relación directa entre el descenso en la esquistosomiasis, medida mediante pruebas de piel, y las mejoras en el abastecimiento de agua.

## EFFECTIVIDAD DE LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO DE AGUA EN LA ELIMINACIÓN DE CERCARIAS

### Almacenamiento

En condiciones favorables, el almacenamiento puede constituir un tratamiento simple y efectivo. El almacenamiento puede ser valioso en el control de la esquistosomiasis, en la medida que los miracidios deben encontrar a su huésped intermediario, un caracol de agua dulce, unas cuantas horas des-

pues de la incubación y las cercarias que dejan al caracol infectado deben encontrar a un huésped mamífero en menos de 48 horas para poder sobrevivir. Por lo tanto, una capacidad de almacenamiento de dos días es suficiente para constituirse en una barrera significativa contra la transmisión, siempre que no ingresen al reservorio caracoles infectados.

El efecto del tiempo total que toma el agua para pasar por todo el sistema (desde la recolección hasta la entrega) es tal que, si excede los dos días, no quedará ninguna cercaria viva al entregarse el agua.

También es necesario contar con almacenamiento amplio para asegurar que no se interrumpa el abastecimiento, evitando así la posible necesidad de los usuarios de recurrir a fuentes contaminadas. Cualquier período de almacenamiento reducirá el número de organismos, pero es difícil evitar que se rompa el circuito de distribución de agua en un reservorio, por lo que el tratamiento no debe basarse sólo en el almacenamiento.

### Coagulación, floculación y sedimentación

Un proceso comúnmente usado para el tratamiento doméstico del agua es la clarificación mediante un coagulante o mediante la sedimentación. Las pruebas realizadas para determinar si las cercarias de esquistosoma son afectadas por la clarificación del agua a través de estos medios indican que si bien algunas cercarias quedan atrapadas en el floculo formado, pronto se liberan y regresan al sobrenadante. Estos resultados sugieren que el uso de sulfato de aluminio, solo o con cal, no es efectivo contra las cercarias (Leiper, 1916; Witenberg y Yofe, 1938; Jones y Brady, 1947; Pellegrino, 1967).

### Filtración

Una de las formas más importantes y universalmente usadas de tratamiento del agua es la filtración. Pueden usarse diferentes tipos de filtros para mejorar la calidad física, química y bacteriológica del agua doméstica.

Los dos principales tipos de filtros usados en los sistemas comunitarios de abastecimiento de agua son los filtros de arena lentos o biológicos y los filtros de arena rápidos.

Los intentos de usar filtros de arena para eliminar las larvas de esquistoma no son recientes

(Leiper, 1916) y algunos de los antiguos experimentos en laboratorio con columnas de arena verticales tuvieron resultados negativos (Leiper, 1916; Witenberg y Yofe, 1938). En otros documentos (OMS, 1970, Wagner y Lanoix, 1959; Benarde y Johnson, 1971) se afirma que las cercarias son eliminadas por la filtración. La razón para que se produzcan evaluaciones diferentes debe ser motivo de investigación, pero puede deberse en parte a la gran variedad en los medios de filtración y procedimientos experimentales usados. La mayoría de estas pruebas se realizaron usando una columna vertical de arena limpia. Como la filtración implica algo más que simplemente colar un fluido a través de una capa de arena, subsiste siempre alguna incertidumbre sobre la aplicabilidad de los resultados de las pruebas a situaciones de campo.

#### Desinfección (cloración)

El método final de tratamiento es la desinfección del agua. Aunque el agua puede desinfectarse hirviéndola, este proceso es difícil, tedioso y costoso en las localidades donde el combustible es escaso o donde se hierve el agua usando carbón vegetal. La cloración es generalmente el método más barato, pero se debe contar con un sistema de abastecimiento de cloro confiable pues el tratamiento esporádico de un abastecimiento tiene poco valor.

La Organización Mundial de la Salud ha definido que 1.0 miligramos por litro de cloro residual mantenido durante treinta minutos matará a todas las cercarias sin hacer referencia al pH del agua.

Varios factores pueden afectar a la efectividad del cloro en la eliminación de cercarias. Quizá los más importantes son el pH del agua y el tiempo de contacto. El no tomarles en cuenta puede afectar el valor de las dosis de cloro (Witenberg y Yofe, 1938). Algunos de los primeros trabajos experimentales produjeron resultados inconsistentes y contradictorios debido a que no se prestó atención al pH ni al tiempo de contacto (Pellegrino, 1967). Frick y Hillyer (1965) descubrieron que la concentración mínima de cloro libre requerida para dejar inactivas a las cercarias *S. mansoni* en 30 minutos a 20° era de 0.3 mg/l con un pH de 5.0 de 0.6 mg/l con un pH de 7.5 y de 5.0 mg/l con un pH de 10.0.

#### Saneamiento

La razón básica para la transmisión de la esquistosomiasis es el bajo nivel del saneamiento, lo que

permite que los huevos de esquistosoma ingresen a corrientes de agua donde se encuentran caracoles susceptibles de infectarse. En conclusión, si se lograra contar con una disposición segura de los desechos humanos se eliminaría no sólo la esquistosomiasis sino muchas infecciones transmitidas por vía de las heces.

#### Bibliografía sobre esquistosomiasis

- Ayad, Naguib. "Schistosomiasis Control in Irrigated Areas". *Pflanzenschutz-Nachrichten (Bayer)*. 18(3): 83-109. 1965.
- Ansari, N., editor. "Epidemiology and Control of Schistosomiasis (Bilharziasis)". S. Karger, Basel, 800pp. 1973.
- Barbosa, G.S. "Control of Schistosomiasis Through a Community Organization Programme" (Control de la esquistosomiasis mediante un programa de organización de la comunidad). *Transactions Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*. 65: 206. 1971.
- Bernarde, Melvin A. y Johnson, Barry A. "Schistosome Cercariae Removal by Sand Filtration" (Eliminación de cercarias de esquistosoma mediante la filtración del agua). *Journal American Water Works Association*. 63: 449-453. 1971.
- Bradley, D.S. y Emurworn, P. "Predicting the Epidemiological Consequences of Changing Water Sources. Part. I" (Pronosticando las posibles consecuencias epidemiológicas del cambio de fuentes de agua). *E. Afr. Med. Journ.* 45(5): 333-340. 1968.
- Coles, G.C. y Mann H. "Schistosomiasis and Water Works Practice in Uganda" (Esquistosomiasis y las prácticas en la construcción de obras hidráulicas en Uganda). *East African Medical Journal*. 48(1): 40-43. 1971.
- Dalton, Peter R. "A Sociological Approach to the Control of *Schistosoma mansoni* in St. Lucia" (Un enfoque sociológico sobre el control del *S. mansoni* en Santa Lucía). *Bulletin World Health Organization*. 54: 581-595. 1976.
- Dalton, P.R. y Pole, D. "Water-contact Patterns in Relation to *Schistosoma haematobium* Infection" (Patrones de contacto con el agua en relación con la infección de *S. haematobium*). *Bulletin World Health Organization*. 56: 417-426. 1978.
- Farooq, M. y Mallah, M.B. "The Behavioural Pattern of Social and Religious Water-contact Activities in the Egypt-49 Bilharziasis Project Area" (El patrón conductual de las actividades sociales y religiosas que implican contacto con el agua en el área del proyecto Egipto-49 de control de la esquistosomiasis). *Bulletin World Health Organization*. 35: 377-387. 1966.
- Farooq, M., Nielsen, J., Samman, S.A., Mallah, B.B. y Allam, A.A. "The Epidemiology of *Schistosoma haematobium* and *S. mansoni* Infections in the Egypt-49 Project Area 2" (La epidemiología de las infecciones de *S. haematobium* y *S. mansoni* en el área 2 del proyecto Egipto-49). *Bulletin World Health Organization*. 35: 319-330. 1966.
- Frick, Lyman P. y Hillyer, George V. "The Influence of pH and Temperature on the Cercaricidal Activity of Chlori-

- ne" (La influencia del pH y de la temperatura sobre la actividad aniquiladora de cercarias del cloro). *Military Medicine*. 131. 372-378. 1965.
- Fripp, P.J., Armstrong, F.A. y Jaskulla, E. "The Cercariacidal Properties of Commercial Hypochlorite Preparation" (Las propiedades de eliminación de cercarias de la preparación comercial de hipoclorito). *South Africa Medical Journal*. 46: 1819-1822. 1972.
- Greany, W.R. "Schistosomiasis in the Geriza Irrigated Area of the Anglo-Egyptian Sudan. I. Public Health and Field Aspects" (Esquistosomiasis en el área irrigada del Sudán anglo-egipcio. I. Salud pública y aspectos de campo). *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*. 46: 259-267. 1952.
- Hairston, N.C. "The Dynamics of Transmission". En: 'Epidemiology and Control of Schistosomiasis' (N. Ansari, editor), pp. 259-285. S. Karger, Basel y University Park Press, Baltimore. 1973.
- Husting, E.L. "Sociological Patterns and Their Influence on the Transmission of Bilharziasis" (Patrones sociológicos y su influencia en la transmisión de la esquistosomiasis). *Central African Journal of Medicine*. 16, No. 7, Suplemento: 5-10. 1970.
- Jobin, W.R. y Ruiz-Tiben, E. "Bilharzia and Patterns of Human Contact with Water in Puerto Rico" (Esquistosomiasis y patrones de contacto humano con el agua en Puerto Rico). *Boletín Asociación Médica de Puerto Rico*. 60: 279-284. 1968.
- Jones, Myrna F. y Brady, Frederick J. "Effects of Water Treatment Processes on *Schistosoma Cercariae*" (Efectos de los procesos de tratamiento del agua sobre las cercarias de esquistosoma). En: 'Studies on Schistosomiasis', *National Institute of Health Bulletin* No. 189, US Government Printing Office, Washington D.C. Pp. 109-130. 1947.
- Jordan, Peter y Webbe, Gerald. 'Human Schistosomiasis'. Wm. Heineman Medical Books Ltd., Londres. 1969.
- Jordan, P., Documento de trabajo de la UNEP, reunión del 12-14 de agosto de 1975, Nairobi.
- Jordan, P. y Unrau, Gladwin O. "Simple Water Supplies to Reduce Schistosomiasis" (Abastecimientos de agua simples para reducir la esquistosomiasis). *Tropical Doctor*. 8: 13-18. 1978.
- Jordan, P., Woodstock, L., Unrau, G.O. y Cook, J.A. "Control of *Schistosoma mansoni* Transmission by Provision of Domestic Water Supplies" (Control de la transmisión de *S. mansoni* mediante el suministro de abastecimientos domésticos de agua). *Bulletin World Health Organization*. 52: 9-20. 1975.
- Jordan, P., Barholomew, R.K., Unrau, G.O., Upatham, E.S., Grist, E. y Christie, J.D. "Further Observations from St. Lucia on Control of *Schistosoma mansoni* Transmission by Provision of Domestic Water Supplies" (Observaciones adicionales sobre el control de la transmisión de *S. mansoni* mediante el suministro de abastecimiento domésticos de agua). *Bulletin World Health Organization*. 56: 965-973. 1978.
- Lanoix, Joseph N. "Relation Between Irrigation Engineering and Bilharziasis" (Relación entre la ingeniería de irrigación y la esquistosomiasis). *Bulletin World Health Organization*. 18: 1011-1035. 1958.
- Leiper, Robert T. "Report on Results of the Bilharziasis Mission in Egypt" (Informe sobre los resultados de la misión "esquistosomiasis" en Egipto). *Journal Royal Army Medical Corps*. 27: 171. 1916.
- McJunkin, Frederick Eugene. 'Engineering Measures for Control of Schistosomiasis' (Medidas de ingeniería para el control de la esquistosomiasis). Agency for International Development, Washington. 69pp. 1970.
- McJunkin, Frederick Eugene. "Water, Engineers, Development and Disease in the Tropics" (Agua, ingenieros, desarrollo y enfermedad en el trópico). Agency for International Development, Washington. 182pp. 1975.
- Negron-Aponte, Henry y Jobin, William R. "Schistosomiasis Control in Puerto Rico. Twenty-Five Years of Operational Experience" (Control de la esquistosomiasis en Puerto Rico. Veinticinco años de experiencia operativa). *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 28: 515-525. 1979.
- Organización Mundial de la Salud. "Snail Control in the Prevention of Bilharziasis" (El control de caracoles en la prevención de la esquistosomiasis). Ginebra, 1965.
- Organización Mundial de la Salud. "Schistosomiasis Control: Report of a WHO Expert Committee" (Control de la esquistosomiasis: Informe de un comité de expertos de la OMS). OMS Technical Report Series No. 515. Ginebra. 1973.
- Organización Mundial de la Salud. "Schistosomiasis and Community Water Supplies" (Esquistosomiasis y abastecimientos comunitarios de agua). Organización Mundial de la Salud, documento mimeografiado inédito WHO/CWS/RD/70.3 Ginebra. 9pp. 1973.
- Pellegrino, J. "Protection Against Human Schistosome Cercariae" (Protección contra cercarias de esquistosoma del hombre). *Experimental Parasitology*. 21: 112-131. 1967.
- Pitchford, R. J. "Control of Bilharziasis by Rural Management" (Control de la esquistosomiasis mediante la administración rural). *Central African Journal of Medicine*. 23(sup.): 31-33. 1970.
- Rosenfeld, P.L. y Bower, B. "The Incorporation of Health Parameters into Engineering Design" (La incorporación de parámetros de salud en el diseño de ingeniería). *Resources for the Future*, Washington. 1978.
- Scott, J.A. "Schistosomiasis Control in Water Supply Sources" (Control de la esquistosomiasis en las fuentes de abastecimiento de agua). *Journal American Water Works Association*. 61: 352-354. Julio, 1969.
- Unrau, Gladwin O. "Individual Household Water Supplies as a Control Measure Against *Schistosoma mansoni*" (Abastecimientos domiciliarios de agua como medida de control del *S. mansoni*). *Bulletin World Health Organization*. 52: 1-8. 1975.
- Unrau, G.O. Documento de trabajo de la UNEP, reunión del 12-14 de agosto de 1975, Nairobi.
- Unrau, G.O. "Water Supply and Schistosomiasis in St. Lucia" (Abastecimiento de agua y esquistosomiasis en Santa Lucía). *Progress in Water Technology*. 11, Nos. 1/2: 181-190. Pergamon Press Ltd., Londres, 1978a.
- Unrau, G.O. "Rural Water Supplies Designed for Control of Schistosomiasis and Other Water-Related Diseases" (Sis-

temas rurales de abastecimiento de agua diseñados para el control de la esquistosomiasis y otras enfermedades relacionadas con el agua). Documento presentado en la Conferencia Anual, American Water Works Association, Atlantic City, N.J. 1978b.

Wagner, E.G. y Lanoix, J.N. "Water Supply for Rural Areas and Small Communities" (Abastecimiento de agua para áreas rurales y pequeñas comunidades). Organización Mundial de la Salud, Ginebra. 1959.

Witenber, G. y Yofe, J. "Investigation on the Purification of Water with Respect to *Schistosoma Cercariae*" (Investigación sobre la purificación del agua respecto a cercarias de esquistosoma). *Transactions Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*. 31: 549-570. 1938.

Yokogawa, M. "The Decline of *Schistosoma japonicum* Infections in Japan" (El descenso de las infecciones de *S. japonicum* en el Japón). Organización Mundial de la Salud, documento mimeografiado inédito WHO/Schist/74.34. Ginebra. 13pp. 1974.

## ENFERMEDADES ASOCIADAS CON LA NATACIÓN

En forma quizás sorprendente, los bañistas pueden nadar en aguas que están fuertemente contaminadas por aguas residuales sin contraer enfermedades, aparentemente debido a que se ingiere una reducida cantidad de agua. El agua contaminada por la descarga de aguas negras es una fuente potencial de organismos causantes de enfermedades entéricas (Cabelli, 1978, 1979). Mallman (1970) da una lista de numerosos brotes de tifoidea asociados a la natación tanto en agua dulce como en el mar.

Las piscinas presentan un cuadro algo diferente —la contaminación se restringe a los organismos descargados por el cuerpo de los bañistas, la dilución es limitada y es práctica usual la desinfección con cloro.

Las inflamaciones al oído (otitis) a los senos nasales (sinusitis), al ojo (conjuntivitis) y a la piel (dermatitis) no son raras. También se encuentra entre los bañistas de piscinas una infección dérmica de las raspaduras, generalmente en los codos y las rodillas, conocidas como "granuloma de piscina" (también puede tener origen ocupacional). Esta infección es causada por la *Mycobacterium balnei* (Feldman, 1974). También está relacionada con las piscinas una infección viral leve de la nariz, la garganta y los ojos conocida como fiebre faringoconjuntival (Bell, 1957).

En varias áreas se encuentra entre los bañistas y los vadeadores la "sarna de los bañistas", también conocida como dermatitis de esquistosoma. Esta es una

esquistosomiasis propia de las aves; en este caso, las cercarias atacan a la piel del hombre, pero no logran establecerse. La comezón es una reacción alérgica. La mayoría de las infecciones dérmicas de los nadadores son leves y sanan rápidamente (Hicks, 1977).

El ictiotoxismo (envenenamiento por peces) constituye ocasionalmente una amenaza para los nadadores o pescadores que se encuentran con las toxinas o venenos de medusas, anguilas, celentéreos o ciertas especies de peces.

Una enfermedad rara pero frecuentemente fatal que ataca especialmente a los buceadores es la "meningoencefalitis amébrica primaria". Algunas especies de amebas patógenas pueden ingresar al cerebro a través de las cavidades nasales superiores y de la lámina cribiforme con consecuencias funestas (Chang, 1972).

También existe bibliografía sobre casos de tuberculosis en bañistas que han estado a punto de ahogarse en aguas altamente contaminadas (Miller y Anderson, 1954; Greenberg, 1957).

La rinosporidiosis es una enfermedad más ocupacional que recreacional. Se la encuentra en la India y en otras pocas áreas entre los trabajadores que pasan gran parte del tiempo en canteras de arena y grava de los lechos fluviales. Se caracteriza por el crecimiento de pólipos grandes, algunas veces grotescos, en las cavidades nasales.

También en algunas aguas naturales se pueden encontrar sanguijuelas succionadoras de sangre, las que pueden adherirse a la piel o a las membranas de la garganta si son ingeridas al beber agua.

Pero la enfermedad más grave asociada a la natación en áreas endémicas es la esquistosomiasis.

## Bibliografía sobre enfermedades asociadas con la natación

Bell, Joseph A. "Epidemiology of Pharynconjunctival Fever". *American Journal of Ophthalmology*. 43: 36-40. 1957.

Cabelli, V. "New Standards for Enteric Bacteria". Cap. 9 en: Mitchell, Ralph, editor, "Water Pollution Microbiology", Vol. 2, John Wiley and Sons, Nueva York. Pp. 233-271. 1978.

Cabelli, Víctor J. y otros. "Relationship of Microbial Indicators to Health Effects at Marine Bathing Beaches" (Relación entre los indicadores microbianos y los efectos en la salud en playas marinas concurridas por bañistas). *American Journal of Public Health*. 69(7): 690-696. 1979.

Chang, S.L. 'Pathogenic Free-Living Amoebae and Recreational Waters' (Amebas patógenas libres y aguas de uso



- recreativo). US Environmental Protection Agency, Cincinnati. 12pp. 1972.
- Communicable Disease Center, U.S. "Swimming Pools Disease Control Through Proper Design And Operation" (Control de las enfermedades contraídas en piscinas mediante su diseño y una operación apropiados). US Public Health Service Publication No. 665. Atlanta. 147pp. 1959.
- Feldman, Roger A. "Primary Mycobacterial Skin Infection: A Summary" (Infecciones dérmicas micobacterianas primarias: Un resumen). *International Journal of Dermatology*. 13(6): 353-356. 1974.
- Fisher, Russell S. "Immersion Injury and Drowning" (Lesiones de inmersión y ahogamiento). Cap. 126 en: Thorn, George W. y otros, editores, 'Harrison's Principles of Internal Medicine', 8va. edición, Mc-Graw Hill Book Co., Nueva York. Pp. 754-755. 1977.
- Greenberg, Arnold E. y Kupka, Edward. "Tuberculosis Transmission by Waste Waters —A Review" (Transmisión de tuberculosis a través de aguas residuales —Una revisión). *Sewage and Industrial Wastes*. 29(5): 524-537. 1957.
- Hicks, John H. "Swimming and the Skin" (La natación y la piel). *Cutis*. 19: 448-50. 1977.
- Jolly, Henry W., Jr. y Seabury, John H. "Infections with *Mycobacterium marinum*". *Archives of Dermatology*. 106: 32-36. 1972.
- Mallman, W. L. "Public Health Aspects of Beaches and Pools" (Aspectos de salud pública en playas y piscinas). *Critical Reviews in Environmental Control* Chemical Rubber Co., Cleveland. Pp. 221-225. Junio 1970.
- Miller, F.J.W. y Anderson, J.P. "Two Cases of Primary Tuberculosis After Immersion in Sewage-Contaminated Water" (Dos casos de tuberculosis primaria después de inmersión en agua contaminada por afluentes de alcantarillado). *Archives of Disease in Childhood*. 29: 152-154. 1954.
- Public Health Laboratory Service, Committee on Bathing Beach Contamination. "Sewage Contamination of Coastal Bathing Waters in England and Wales. A Bacteriological and Epidemiological Study" (Contaminación con aguas negras de las playas costeras de Inglaterra y Gales. Un estudio bacteriológico y epidemiológico). *Journal of Hygiene (Cambridge)*. 57(4): 435-472. 1959.
- Rosenberg, Mark L. y otros. "Shigellosis from Swimming" (Shigellosis contraída al nadar). *Journal American Medical Association*. 236(16): 1849-1852. 1976.
- Schaefer, Werner B. y Davis, Charles L. "A Bacteriological and Histopathologic Study of Skin Granuloma Due to *Mycobacterium balnei*" (Un estudio bacteriológico e histopatológico del granuloma dérmico ocasionado por la *Mycobacterium balnei*). *American Review of Respiratory Diseases*. 84: 837-844. 1961.
- Shepard, Charles C. "Other Mycobacterial Infections". Cap. 163 en: Thorn, George W. y otros, editores, "Harrison's Principles of Internal Medicine", 8va. edición, Mc-Graw Hill Book Co., Nueva York. Pp. 915-917. 1977.
- Stevenson, Albert H. "Studies of Bathing Water Quality and Health" (Estudios sobre la calidad de las aguas utilizadas por bañistas y la salud). *American Journal of Public Health*. 43: 529-538. 1953.
- Zelignman, Israel. "*Mycobacterium marinum* Granuloma". *Archives of Dermatology*. 106: 26-31. 1972.

## SECCIÓN 5

# Enfermedades transmitidas por vectores de hábitat acuático

### INTRODUCCIÓN

Estas son enfermedades cuya transmisión depende, durante parte del ciclo de vida de sus patógenos, de vectores animales que vivan toda o parte de su vida en un hábitat acuático o en las cercanías del mismo. Los arquetipos son la esquistosomiasis (asociada a los caracoles), la malaria (asociada a los mosquitos) y la oncocercosis (asociada a moscas acuáticas). Estas y otras enfermedades constituyen importantes problemas para la salud pública en los países en vías de desarrollo.

Los insectos vectores transfieren directamente los patógenos mediante su picadura y la succión de sangre. Los caracoles vectores no pican, pero liberan larvas que ya pueden nadar libremente, las cuales penetran en la piel sumergida del hombre o invaden animales acuáticos que posteriormente sirven de alimento al hombre o se enquistan en la vegetación acuática y son ingeridas inadvertidamente por el hombre. En unas pocas enfermedades (entre las que no está incluida la esquistosomiasis), la transmisión al hombre se realiza mediante la ingestión de caracoles infestados.

En el cuadro 5-1, se describen las más importantes de estas enfermedades.

### ENFERMEDADES POR VECTOR CARACOL

#### Esquistosomiasis

La más importante de estas enfermedades es la esquistosomiasis, la cual ya se describió con algún

detalle en la sección 4, "enfermedades transmitidas por contacto con el agua", incluyendo el rol de los caracoles en su transmisión. Sin embargo, existen otras enfermedades significativas para las cuales actúan como vectores diferentes especies de caracoles acuáticos.

#### Clonorchiasis

También conocida como la enfermedad del tremátodo hepático oriental o chino, la clonorchiasis es una enfermedad crónica de los conductos biliares como consecuencia de la ingestión del tremátodo *Clonorchis sinensis*. Los primeros síntomas son toxemia, pérdida del apetito, diarreas y una sensación de presión en el abdomen. En los casos severos puede producirse la obstrucción de los conductos biliares, cirrosis, ascitis y edema, pero es poco frecuente que se llegue a la muerte. Se puede encontrar esta enfermedad en el Asia, China, Japón, Corea y Vietnam.

El hombre adquiere la enfermedad al comer pescado crudo que contiene larvas enquistadas. La piscicultura realizada en estanques contaminados con heces favorece la transmisión de la enfermedad. También pueden contagiarse perros, gatos y algunos otros animales. Los caracoles de ciertas especies son los primeros huéspedes intermediarios, los peces son los segundos.

La enfermedad podría prevenirse fácilmente cocinando bien el pescado. Sin embargo, los hábitos alimentarios son difíciles de cambiar y el costo de cocinar (o freír bien) es prohibitivo para muchos. La conciencia pública del riesgo puede ser útil. También es importante la disposición sanitaria de

Cuadro 5-1 Enfermedades por vectores de hábitat acuático<sup>1</sup>

| Enfermedad o síndrome                                 | Comentarios  |
|---|--|
| <i>Enfermedades de vector caracol</i>                 |  |
| Esquistosomiasis                                      | Importante enfermedad tropical transmitida mediante contacto directo con la penetración de cercarias de esquistosoma en la piel sumergida. La padecen 200 millones de personas.                            |
| Clonorchiasis<br>(Trematodo hepático asiático)        | El hombre se infecta al comer pescado infectado crudo o parcialmente cocinado.   |
| Opistorcosis<br>(Trematodo hepático felino)           | El hombre se infecta al comer pescado infectado crudo o parcialmente cocinado.   |
| Fascioliasis<br>(Trematodo hepático)                  | El hombre se infecta al comer crudas plantas acuáticas infectadas, especialmente berros acuáticos.   |
| Fasciolopsiasis<br>(Trematodo intestinal)             | El hombre se infecta al comer crudas plantas acuáticas infectadas, especialmente castañas acuáticas.   |
| Paragonimiasis<br>(Trematodo pulmonar)                | El hombre se infecta al comer cangrejos o langostinos crudos o parcialmente cocidos.   |
| Otras   |  |
| <i>Enfermedades por vector mosquito</i>               |  |
| Arbovirus   | Muchas enfermedades virales diferentes, incluyendo la fiebre amarilla y el dengue.   |
| Filariasis  | La forma Bancroft se está incrementando en las áreas populosas debido a que el <i>Culex fatigans</i> es propenso a reproducirse en las aguas contaminadas. 250 millones de personas padecen la enfermedad. |
| Malaria   | Enfermedad tropical clásica con un alto índice de mortalidad.  |
| <i>Enfermedades por vector mosca</i>                  |  |
| Loaisis<br>(Loa Loa)                                  | Mosca de manglares del tipo <i>Chrysop</i> que se reproduce en el agua en las regiones occidental y central del Africa.  |
| Oncocercosis  | Las especies <i>Simulium</i> se reproducen en las corrientes de agua en Africa y Centroamérica. La ceguera es común en Africa Occidental.  |
| Tripanosomiasis<br>Africana<br>(Enfermedad del sueño) | Algunas moscas tsé-tsé vectores viven y se reproducen en las áreas ribereñas o cercanas a manantiales.   |

<sup>1</sup> Transmisión por vectores que viven toda o parte de su vida en agua.

las heces para evitar la creación de fuentes de contaminación de los peces comestibles.

### Opistorcosis

La opistorcosis es una infección del hombre y de otros mamíferos resultante de la ingestión de peces crudos infestados con quistes de los trematodos *Opisthorchis felineus* u *O. viverrini*. Se la encuentra en partes de Europa y Asia. Se dice que 3.5 millones de tailandeses la padecen (Malek, 1980). La prevalencia se ha incrementado en la U. R. S. S. como consecuencia de la construcción de represas en cier-

tos ríos, especialmente en el Volga y el Dnieper (Malek, 1980). Las medidas de control y prevención son similares a aquellas recomendadas para la clonorchiasis.

### Fascioliasis

La fascioliasis es una enfermedad del hígado provocada por grandes trematodos que son parásitos naturales de los herbívoros, especialmente de las ovejas y reses. Los agentes infecciosos, fácilmente perceptibles a simple vista (tienen 3 cm o más de longitud), son la *Fasciola hepatica* y la *F. gigantica*.

Estas pueden causar daños en los tejidos del hígado y su aumento de volumen, al igual que cólicos biliares e ictericia.

La infección en humanos se puede encontrar en las áreas de cría de ganado vacuno y bovino de Sudamérica, el Caribe, Europa, el Medio Oriente y Australia. La infección se adquiere al comer plantas acuáticas, como los berros, que están infestadas por larvas en forma de quiste, conocidas como metacercarias.

La enfermedad se controla exterminando a los caracoles, que son los huéspedes intermediarios, con productos químicos tóxicos, implementando sistemas de drenaje y aplicando quimioterapia al ganado. La comprensión del riesgo por parte de la población puede ayudar.

### Fasciolopsiasis

La fasciolopsiasis es una enfermedad causada por el *Fasciolopsis buski*, un tremátodo que puede alcanzar una longitud de 4.5 cm (casi 2 pulgadas). Es una enfermedad del intestino delgado que puede producir inflamación, ulceración, obstrucción, efectos tóxicos, vómitos y diarreas alternadas con estreñimiento. Sin embargo, los casos fatales son raros. Aunque esta enfermedad se conoce sólo en Asia, especialmente en China, la prevalencia local es con frecuencia extremadamente alta. El cerdo, el hombre y el perro son los huéspedes definitivos; los caracoles son los huéspedes intermediarios.

La transmisión es llevada a cabo por metacercarias enquistadas en plantas acuáticas, especialmente en castañas acuáticas. En el caso de las castañas, la infección se produce frecuentemente cuando se le quita la cáscara o piel con los dientes y los labios.

La prevención se realiza hirviendo o secando las plantas, evitando que el hombre o los cerdos contaminen con heces los estanques utilizados para cultivar plantas acuáticas y, también, mediante la educación comunal.

### Paragonimiasis

La paragonimiasis es una enfermedad del hombre, el perro, el gato y otros carnívoros causada por el trematodo *Paragonimus westermani* y otras especies en el Asia, por el *P. africanus* y el *P. uterobilateralis* en el Africa y por otras especies en las Américas. Tres millones y medio de personas sufren esta enfermedad, principalmente en el Asia (Malek,

1980). Los caracoles intermediarios habitan frecuentemente en las corrientes montañosas rápidas. Los pulmones son los órganos donde más frecuentemente se ubican los parásitos, produciendo los quistes lesiones fibrosas. También pueden resultar infectados otros órganos.

La transmisión al hombre se realiza mediante la ingestión de cangrejos y langostinos crudos infestados. La prevención es posible mediante un cocido total de los crustáceos. Otras medidas incluyen la educación, la disposición sanitaria de excretas y la exterminación de caracoles.

### Otras enfermedades por vector caracol

Otras enfermedades por vector caracol incluyen la gastrodisciasis (*Gastrodiscoides hominus*), la heterofiasis (*Heterophyes heterophyes*) y la metagonimiasis (*Metagonimus yokogawai*). La primera se presenta en el Asia; la segunda, en el Lejano Oriente, el Medio Oriente, Turquía, los Balcanes y España, pero particularmente en el delta del Nilo; la tercera, en el Lejano Oriente y la Siberia. La gastrodisciasis es transmitida mediante la ingestión en forma cruda de plantas acuáticas infestadas; las otras dos, mediante la ingestión de pescado crudo infestado. La prevención incluye el cocido de plantas y peces. La mayoría de casos en el hombre son benignos.

La angiostrongiliasis (lombriz pulmonar de ratas) es causada, a diferencia de las otras enfermedades relacionadas con caracoles, por una nematoda (lombriz redonda). Además, sus vectores incluyen a caracoles tanto acuáticos como terrestres. El hombre es un huésped accidental, un final mortal en el ciclo de vida del parásito, *Angiostrongylus cantonensis*. La transmisión se produce al comer, sin cocinar, plantas, caracoles, babosas, peces o crustáceos infestados. El control de la prevalencia es similar al descrito para otras enfermedades por vector caracol.

### Bibliografía sobre enfermedades por vector caracol aparte de la esquistosomiasis

Acha, Pedro N. y Szyfres, Boris. "Zoonoses and Communicable Diseases Common to Man and Animals" (Zoonosis y enfermedades contagiosas comunes al hombre y los animales). *Scientific Publication* No. 354. Organización Panamericana de la Salud, Washington, D. C. 700 págs. 1980.

Benenson, Abram S., editor. 'Control of Communicable Diseases in Man' (Control de enfermedades contagiosas del

- hombre). 13ra. edición. American Public Health Association, Washington. 443 págs. 1980.
- Faust, Ernest Carroll, Rusell, Paul Farr y Jung, Rodney Clifton. 'Clinical Parasitology', 8va. edición. Lea & Febiger, Filadelfia. 890 págs. 1970.
- Malek, Emil A. 'Snail-Transmitted Parasitic Diseases' (Enfermedades parasíticas transmitidas por caracoles). CRC Press, Inc., Boca Ratón, Florida. Vol. I, Vol. II. 1980.
- Thorn, George W. y otros, editores, "Harrison's Principles of Internal Medicine", 8va. edición, Mc-Graw Hill Book Co., Nueva York. 2088 págs. 1977.
- Wilcocks, Charles y Manson-Bahr, P. E. C. 'Manson's Tropical Diseases'. Williams and Wilkins Company. Baltimore. 1164 págs, 1972.

## ENFERMEDADES POR VECTORES MOSQUITO

### Arbovirus

#### Introducción

Un arbovirus es un virus que se multiplica en un artrópodo que se alimenta de sangre (mosquitos, garrapatas, mosquillas culicoides o jejenes) y es transmitido a un animal vertebrado (mamífero o ave) mediante la picadura de dicho artrópodo. Estas infecciones virales "transmitidas por artrópodo" se clasifican por lo tanto más ecológica que taxonómicamente.

Existen más de 300 arbovirus conocidos. Sólo aproximadamente 100 de éstos infectan al hombre; aproximadamente 40 pueden producir enfermedades significativas. Algunos arbovirus son altamente letales, por ejemplo, el de la fiebre amarilla, el del dengue y el de la encefalitis. En el Cuadro 5-2 se presentan los más importantes arbovirus que infectan al hombre transmitidos por mosquitos.

La mayoría de arbovirus que atacan al hombre son zoonosis transmitidas por mosquitos,<sup>1</sup> adquiridos accidentalmente (frecuentemente debido a exposición ocupacional, por ejemplo, en el caso de los trabajadores forestales), siendo el hombre un huésped sin importancia para el mantenimiento del ciclo de transmisión. La mayoría de arbovirus son endémicos solamente en los trópicos, pero son responsables de epidemias esporádicas en las zonas

templadas durante el verano. Afortunadamente, la mayoría de infecciones por arbovirus son subclínicas en el hombre, es decir, que por cada caso identificado existen cientos de infecciones que no se ponen de manifiesto.

Las manifestaciones clínicas pueden ser bastante variadas, no sólo para cada tipo de arbovirus sino para cada caso debido al mismo tipo de arbovirus. Para una mejor descripción, los arbovirus se dividen en cinco grupos clínicos según se muestra a continuación (Sanford, 1977).

#### *Infecciones de arbovirus que presentan principalmente fiebre, malestar, dolor de cabeza y dolores musculares*

Estas infecciones tienden a presentarse abruptamente pero tienen una corta duración, son frecuentemente benignas y no tienen ningún efecto duradero aparte de la inmunidad a la reinfección. Los casos fatales son raros. En este grupo se incluyen los arbovirus: encefalitis equina venezolana, fiebre de Rift Valley, Mayaro, Zika, Apu, Caraparu, Itaqui, Marituba, Murutucu, Oriboca, Restan, Madrid, Ossa, Bunyamwera, Germistom, Ilesha, Guaroa y Wyncoyia.

#### *Infecciones de arbovirus que presentan principalmente fiebre, malestar, dolor en las articulaciones y erupción*

Estas son infecciones algo más difundidas y más graves, caracterizadas por el repentino ataque de dolores en las articulaciones. El virus más difundido es el Chikunguya, ubicado en el Africa oriental y meridional, la India y el sudeste asiático. La fiebre O'nyong-nyong es una enfermedad similar que se presenta también en el Africa Occidental. En una epidemia producida allí entre 1959 y 1961, se registraron 2 millones de casos de fiebre O'nyong-nyong. El virus de Ross River es una enfermedad similar que se puede encontrar en Australia.

#### *Infecciones de arbovirus que presentan principalmente fiebre, malestar, patología de nodos linfáticos y erupciones*

Este agrupamiento incluye a la fiebre dengue, superada sólo por la fiebre amarilla en cuanto a importancia entre los arbovirus. El dengue, presente

<sup>1</sup> La fiebre de Rocky Mountain, causada por un importante arbovirus transmitido por garrapatas, es endémica en los Estados Unidos.

Cuadro 5-2. Arbovirus transmitidos por mosquito<sup>1</sup>

| <i>Virus/Enfermedad</i> | <i>Enfermedad en el hombre</i>                          | <i>Distribución</i>  |
|-------------------------|---|--|
| Apeu                    | Fiebre  | Sudamérica   |
| Banzi                   | Fiebre  | Africa   |
| Bunyamwera              | Fiebre  | Africa   |
| Bussuquara              | Fiebre  | Sudamérica   |
| Bwamba                  | Fiebre  | Africa   |
| California              | Encefalitis   | EE. UU., Canadá  |
| Caraparu                | Fiebre  | Sudamérica   |
| Catu                    | Fiebre  | Sudamérica   |
| Chandipura              | Fiebre  | India  |
| CHIKUNGUNYA             | Fiebre; fiebre hemorrágica, artalgia.                   | Africa, Asia sudoriental, las Filipinas  |
| DENGUE 1, 2, 3 y 4      | Fiebre, erupciones, fiebre hemorrágica, poliartalgia    | Africa, Asia, Islas del Pacífico, Sudamérica, el Caribe, Nueva Guinea, Australia |
| Equino occidental       | Encefalitis   | Las Américas   |
| Equino oriental         | Encefalitis   | Las Américas   |
| Equino venezolano       | Fiebre, encefalitis                                     | Sudamérica, México, EE. UU.  |
| FIEBRE AMARILLA         | Fiebre hemorrágica, hepatitis, ictericia, poliartalgia. | Africa, Sur y Centroamérica  |
| Germiston               | Fiebre  | Africa   |
| Guama                   | Fiebre  | Sudamérica   |
| Guaroa                  | Fiebre  | Sudamérica, Panamá.  |
| Ilheus                  | Fiebre, encefalitis                                     | Sudamérica, Centroamérica  |
| Itaqui                  | Fiebre  | Sudamérica   |
| JAPONESA                | Encefalitis   | Asia, Islas del Pacífico   |
| Kunjin                  | Fiebre  | Australia, Sarawak   |
| La Crosse               | Encefalitis   | EE. UU., Canadá  |
| Madrid                  | Fiebre  | Sudamérica   |
| Marituba                | Fiebre  | Sudamérica   |
| Mayaro                  | Fiebre  | Sudamérica   |
| Mucambo                 | Fiebre  | Sudamérica   |
| Murray Valley           | Encefalitis   | Australia, Nueva Guinea  |
| Murutucu                | Fiebre  | Sudamérica   |
| NILO OCCIDENTAL         | Fiebre, encefalitis, erupciones                         | Africa, India, Medio Oriente, Europa   |
| Nyando                  | Fiebre  | Africa   |
| O'NYONG-NYONG           | Fiebre, artalgia  | Africa   |
| Oriboca                 | Fiebre  | Sudamérica   |
| Oropuche                | Fiebre  | Sudamérica   |
| Ossa                    | Fiebre  | Sudamérica   |
| Pira                    | Fiebre  | Sudamérica   |
| Restan                  | Fiebre  | Sudamérica   |
| Rift Valley             | Fiebre  | Africa   |
| Ross River              | Artritis, erupciones                                    | Australia  |
| Shuni                   | Fiebre  | Africa   |
| Sindbis                 | Fiebre  | Africa, Asia sudoriental, las Filipinas  |

<sup>1</sup> Los arbovirus transmitidos por mosquito más importantes se muestran con mayúsculas.

Cuadro 5-2 (Continuación)

| <i>Virus/enfermedad</i> | <i>Enfermedad en el hombre</i> | <i>Distribución</i>      |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Spondweni               | Fiebre                         | Africa                   |
| St. Louis               | Encefalitis                    | Las Américas, Jamaica    |
| Tanyha                  | Fiebre                         | Europa                   |
| Usutu                   | Fiebre                         | Africa                   |
| Wesselsbron             | Fiebre                         | Africa, Asia             |
| Wyenomia                | Fiebre                         | Sudamérica, Panamá       |
| Zika                    | Fiebre                         | Africa, Asia sudoriental |

Fuentes: Benenson (1975) y Fenner y White (1976).

en grandes áreas del trópico y subtropical, se discute más detalladamente en una sección posterior.

El virus del Nilo Occidental puede encontrarse desde el Africa meridional hasta la India, pero sólo causa patología significativa en el Cercano Oriente, donde puede producir una enfermedad clínicamente similar al dengue. La enfermedad es altamente endémica en Egipto, pero mayormente no es reconocida, presumiblemente porque los adultos son inmunes y porque la infección en los niños se presenta como una enfermedad febril indiferenciada (Sanford, 1977). El *Culex univittatus* es el principal vector en Egipto. En Israel, la mayoría de pacientes son adultos jóvenes, dando evidencia de otra enfermedad en la cual la exposición luego de la infancia produce un ataque más severo (la poliomeilitis es otro ejemplo —también debido a un virus). Los casos mortales en este grupo son raros.

#### *Infecciones de arbovirus que involucran principalmente al sistema nervioso*

Una docena de arbovirus son capaces de causar serias enfermedades del sistema nervioso central (SNC), incluyendo encefalitis (inflamación del cerebro) y meningitis (inflamación de las membranas que cubren al cerebro y a la médula espinal). Cuatro se reconocen como causas numéricamente importantes de enfermedades del SNC en los Estados Unidos: el virus de encefalitis de St. Louis, el virus de encefalitis equina oriental, el virus de encefalitis equina occidental y el grupo de virus de encefalitis de California.

Las características clínicas de la encefalitis arboviral difieren entre los grupos de edades. En los infantes, los síntomas pueden limitarse a un acceso repentino de fiebre, frecuentemente acompañada por convulsiones. Los niños de más edad se muestran fuertemente enfermos, febriles y letárgicos

pudiendo presentar también náuseas, vómitos, dolores musculares, fotofobia y/o convulsiones. Los adultos comúnmente presentan fiebre, náuseas con vómitos, severo dolor de cabeza, alucinaciones y algunas veces coma. La mortalidad puede ser alta para los casos clínicos, yendo de 2% o menos para la encefalitis de California hasta más de 50% para la encefalitis equina oriental. Los niños tienen menores índices de mortalidad que los adultos, pero mayores probabilidades de desarrollar una severa incapacidad.

#### *Enfermedades de arbovirus que se manifiestan principalmente con fiebre y hemorragias*

La característica más notable de este síndrome letal es la hemorragia que aparece como impétigo (diminutas manchas de sangre producidas por el escape de pequeñas cantidades de sangre) y equimosis (hinchamiento debido a sangre que escapa de los vasos e ingresa a los tejidos) en la piel y en las membranas mucosas; se producen hemorragias por todos los orificios del cuerpo y las encías y al interior de las vísceras. En los casos fatales, la víctima llega al colapso debido a un shock hipotensivo (por la baja presión sanguínea).

Los tres arbovirus que pueden manifestar síndromes hemorrágicos son el Chinkungunya, el del dengue y el de la fiebre amarilla. Los tres pueden presentar morbilidad sin síndromes hemorrágicos. El Chinkungunya fue descrito líneas arriba como causante de fiebre con dolor en las articulaciones. El dengue presenta frecuentemente una patología similar. La fiebre amarilla también puede presentar ictericia y nefritis.

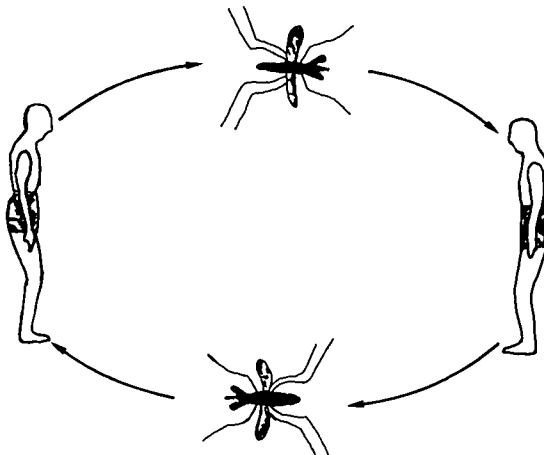
El término de fiebre hemorrágica transmitida por mosquito se usó por primera vez en las Filipinas en 1953. Posteriormente, las fiebres hemorrágicas se han ido convirtiendo en todo un problema

para la salud en el Asia sudoriental. El dengue hemorrágico y la chikungunya (al igual que la fiebre amarilla) son causados por virus transmitidos por los mosquitos *Aedes aegypti*, los que se han adaptado perfectamente a los hábitats acuáticos de las áreas urbanizadas. Se han producido brotes epidémicos en las Filipinas, Vietnam, Camboya, Tailandia, Malasia, Singapur y la India. La fiebre hemorrágica es una enfermedad infantil. La mayoría de

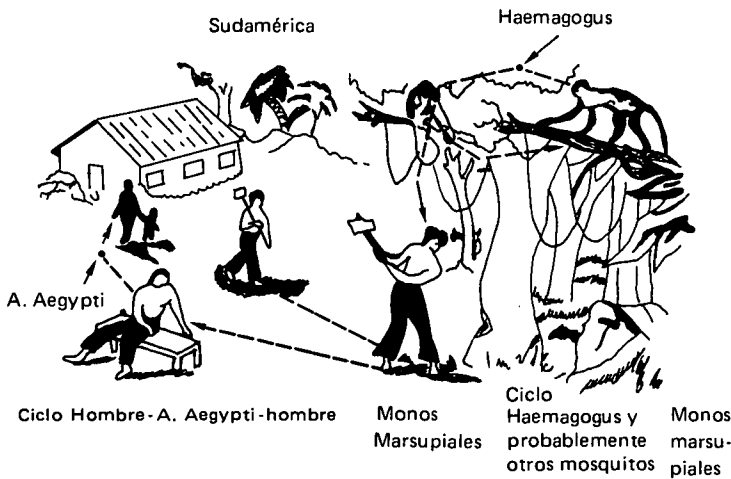
brotes se producen durante las estaciones lluviosas.

*Fiebre amarilla*

La fiebre amarilla es una enfermedad infecciosa aguda de corta duración y severidad extremadamente variable. Sigue siendo la enfermedad más dramática y grave causada por arbovirus en el trópi-



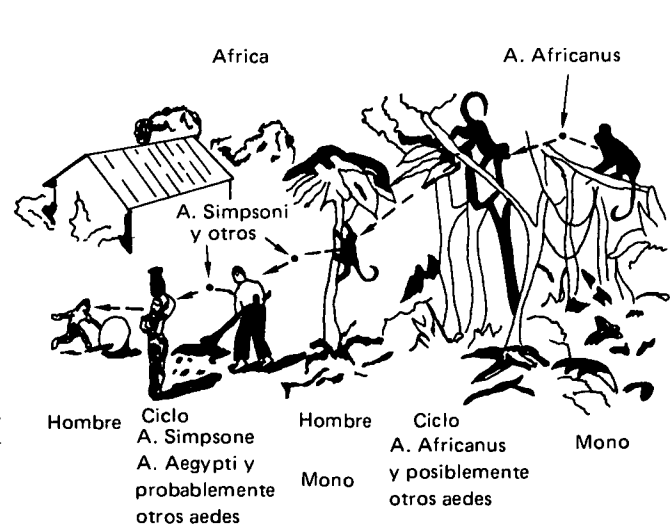
Cadena de Infección de la Fiebre Amarilla Urbana



El hombre raramente se infecta en la jungla

De la jungla al área urbana

El hombre va a la jungla, se contagia, regresa a casa y, si existen *A. Aegypti* presentes, se puede iniciar el ciclo urbano-hombre-mosquito-hombre



El hombre se infecta al entrar en la jungla

De la jungla al área urbana

Los mosquitos que viven en los alrededores de las casas quedan infectados al picar a monos merodeadores y a su vez infectan al hombre, iniciando de esta manera el ciclo hombre-mosquito-hombre

Figura 5-1 Transmisión de la fiebre amarilla (Fuente: Meyer, 1955 y Pratt, 1976.)



co. Hasta 1905, una fecha no muy lejana, los puertos sureños de los Estados Unidos experimentaron por lo menos 5,000 casos de fiebre amarilla con 1,000 muertes. Es histórico el rol jugado por esta enfermedad en frustrar las ambiciones francesas en el Nuevo Mundo: El fracaso de DeLessup en construir el Canal de Panamá y la pérdida de Louisiana por parte de Napoleón se debieron en última instancia a los 33,000 soldados franceses muertos en Haití a manos de "Jack el amarillo" (como se denominaba popularmente a esta enfermedad). Una décima parte de la población de Filadelfia murió como consecuencia de la fiebre amarilla entre abril y septiembre de 1793 (Cartwright, 1972).

La existencia de una forma selvática de esta enfermedad, la "fiebre amarilla de la jungla", en la cual mosquitos de las especies *Haemogogus*, *Sabethes* o *A. africanus*, que viven en las copas de los árboles, mantienen la transmisión entre primates silvestres, implica que esté siempre presente el peligro potencial de la exposición humana y del restablecimiento de los ciclos de transmisión hombre-mosquito —*A. aegypti*—hombre con la aparición de brotes urbanos (véase figura 5-1). El *Aedes aegypti* existe abundantemente en el Asia. El por qué no existe fiebre amarilla en el Asia nunca ha sido satisfactoriamente explicado. La fiebre amarilla saltó el Océano Atlántico para pasar de Africa a América. ¿Por qué no saltó el Océano Indico para pasar de Africa a Asia?

Debe continuarse manteniendo medidas preventivas contra el ataque de esta enfermedad al hombre, como lo han demostrado los brotes recientes en Trinidad, 1954, Centroamérica, 1948 a 1957, el Congo, 1958, Sudán y Etiopía, 1959 a 1962, Senegal, 1965, Africa occidental media, 1969, Panamá y Colombia, 1974, Ecuador, 1975, y Gambia, 1979 y 1980. En el brote de Etiopía murieron entre quince mil y treinta mil personas por fiebre amarilla.

La figura 5-2 muestra las áreas de Africa y de las Américas en las que continúa siendo endémica la fiebre amarilla.

### Dengue y Dengue Hemorrágico

El dengue se presenta de dos formas, como fiebre dengue (también conocida como "fiebre rompehuesos") y fiebre dengue hemorrágica. La fiebre

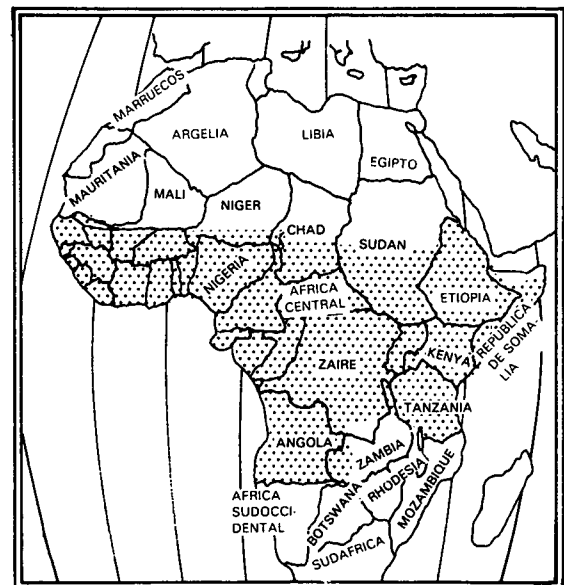


Figura 5-2 Zonas endémicas de fiebre amarilla. (Fuente: Myer, 1955 y Pratt, 1976.)

dengue es una enfermedad febril aguda, de aparición repentina, que presenta fiebre durante 5 a 7 días y otros síntomas diferentes que incluyen dolor de cabeza, erupciones y dolor en las articulaciones, en los músculos y detrás de los ojos. La recuperación

puede estar asociada con dolor prolongado y depresión. Las epidemias son explosivas, pero el índice de mortalidad es bajo. La fiebre dengue se presenta en la mayor parte del Asia tropical, en gran parte del Caribe, en varios países latinoamericanos, en la Polinesia y en el Africa oriental y occidental. Es el arbovirus más ampliamente distribuido.

El dengue hemorrágico es una enfermedad mucho más grave causada por el mismo virus. Su patología se describe en la sección sobre fiebres hemorrágicas. La forma hemorrágica se presenta solamente en Asia.

Ambas formas se transmiten por la picadura de un mosquito *Aedes* infectado. El *A. aegypti* es un vector común.

### *El rol del agua*

Al igual que los vectores de la filariasis, los mosquitos vectores de las enfermedades arbovirales viven en el agua durante la etapa larval de sus vidas. Las especies más comunes son los *Aedes* y los *Culex*, pero las especies *Mansonia*, *Psorophora*, *Anopheles*, *Eretmapodites*, *Culiseta* y otras, también pueden transmitir algunos arbovirus.

La encefalitis japonesa es transmitida por el mosquito *Culex tritaeniorhynchus*, un mosquito rural que se reproduce en los campos de arroz. El *Culex tarsalis*, un vector de la encefalitis en los Estados Unidos, también está asociado a la irrigación de áreas rurales. En las epidemias urbanas y suburbanas de encefalitis, los vectores han sido mosquitos del complejo *Culex pipiens* (véase sección sobre filariasis).

Los virus de la fiebre amarilla, el dengue y la chikungunya son transmitidos por el *Aedes aegypti*, un vector urbano por excelencia frecuentemente encontrado en los recipientes de almacenamiento de agua. La continua presencia de mosquitos *A. aegypti* en los barriles de agua de las embarcaciones de los siglos XVI a XIX fue responsable de epidemias que exterminaron a sus tripulaciones, generando historias sobre barcos fantasmas como en el caso del "Flying Dutchman".

### *Prevención de enfermedades por arbovirus*

Las medidas preventivas incluyen la destrucción de los mosquitos en forma directa, utilizando insecticidas y larvicidas, y en forma indirecta, eliminando los sitios donde se reproducen mosquitos, mediante la alteración de los hábitats acuáticos (por ejemplo, mediante el drenaje). Estas medidas han demostrado ser efectivas contra la fiebre amarilla urbana y el dengue, al igual que contra otros arbovirus transmitidos por el *A. aegypti*.

Otras medidas incluyen la fumigación de los hábitats humanos, la colocación de mallas y mosquiteros en los cuartos, el uso de repelentes, la educación sanitaria y, en el caso de la fiebre amarilla y la encefalitis japonesa, el uso de vacunas.

Otras medidas incluyen la fumigación de los hábitats humanos, la colocación de mallas y mosquiteros en los cuartos, el uso de repelentes, la educación sanitaria y, en el caso de la fiebre amarilla y la encefalitis japonesa, el uso de vacunas.

### **Bibliografía sobre arbovirus**

- Benenson, Abram S., editor. 'Control of Communicable Diseases in Man' (Control de enfermedades contagiosas en el hombre). 13ra. edición. American Public Health Association, Washington. 443 págs. 1980.
- Cartwright, Frederick, F. 'Disease and History' (Enfermedades e historia). New American Library, Nueva York. 240 págs. 1972.
- Centers for Disease Control. 'Health Information for International Travel 1981' (Información sanitaria para viajes internacionales). US Government Printing Office, Washington. 103 págs. 1981.
- Fenner, Frank y White, David O. 'Medical Virology'. Academic Press, Nueva York, 487 págs. 1976.
- Meyer, Karl F. 'The Zoonoses in Their Relation to Rural Health' (Las zoonosis en relación con la salud rural). University of California Press, Berkeley. 49 págs. 1955.
- Organización Mundial de la Salud. "Arbovirus and Human Disease" (Arbovirus y enfermedades del hombre). *Technical Report Series* No. 369. OMS, Ginebra. 1967.
- Organización Mundial de la Salud. "WHO Expert Committee on Yellow Fever, Third Report" (Comité de Expertos en Fiebre Amarilla de la OMS, Tercer Informe). *Technical Report Series* No. 479. OMS, Ginebra. 1971.
- Pratt, Harry D., Darsie, Richard F. y Littig, Kent S. 'Mosquitoes of Public Health Importance and Their Control' (Mosquitos importantes para la salud pública y su control). Centers for Disease Control, Atlanta. 68 págs. 1976.
- Sanford, Jay P. "Arbovirus and Arenavirus Infections". Cap. 212 en: Thorn, George W. y otros, editores, 'Harrison's Principles of Internal Medicine', 8va. edición, Mc-Graw Hill Book Co., Nueva York. págs. 1041-1063. 1977.

### **Filariasis**

La Organización Mundial de la Salud estima que por lo menos 250 millones de personas están infectadas con los nematodos parásitos de la filaria, *Wu-*

*cheria bancrofti* y *Brugia malayi*, transmitidos por mosquitos (OMS, 1974). Las lombrices adultas viven en diferentes partes del sistema linfático humano, causando las enfermedades conocidas como filariasis Bancrofti y filariasis Brugi. En algunos casos, las personas pueden hospedar a los parásitos sin síntomas aparentes, en otros, las lombrices pueden causar inflamación y otras complicaciones. En algunas personas que hayan tenido infecciones prolongadas y repetidas puede presentarse un crecimiento extremo de los genitales externos, los pechos o las piernas; de ahí, el término clínico de elefantitis para el agrandamiento pronunciado de algunas partes del cuerpo, acompañado frecuentemente de un engrosamiento de la piel, la cual se vuelve áspera.

Las lombrices de filaria jóvenes son transmitidas de persona a persona por varias especies de mosquito. Estos nematodos sufren cambios necesarios para su desarrollo en el interior del mosquito, el cual es un eslabón esencial en el ciclo de transmisión. Las lombrices aún no maduras, conocidas como microfilarias, fluyen por la corriente sanguínea humana. Allí son succionadas por el mosquito mientras éste se alimenta. Se necesita un mínimo de 10 a 11 días para que se culminen las etapas de desarrollo dentro de tórax del mosquito, después de lo cual las larvas ya con todo su poder infectivo migran hacia la proboscis del mosquito, punto desde el cual se introducen en un nuevo huésped la siguiente vez que el mosquito pica a alguien para alimentarse. Las filarias infectivas no son inyectadas dentro del nuevo huésped por el mosquito sino que ellas activamente penetran la piel, quizá por el sitio donde el mosquito perforó la piel. Los vectores más importantes de la *Wuchereria bancrofti* incluyen a las especies de los géneros *Culex*, *Aedes* y *Anófeles*. Los vectores generalmente aceptados de la *Brugia malayi* son los mosquitos del género *Mansonia*.

La filariasis está ampliamente extendida en muchas regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo. El tipo Bancrofti de la filariasis es obviamente un creciente problema para la salud pública en muchas de las grandes ciudades del sudeste asiático, en parte porque se adapta rápidamente a la transmisión por el *Culex pipiens fatigans*, uno de los mosquitos tropicales más comunes que se reproduce en las aguas de alcantarillado y en las letrinas.

En el hemisferio occidental, se presenta en las Antillas, Venezuela, Panamá y las regiones costeras de las Guayanas y Brasil. Los programas de control de la filariasis se basan en el control de los mosquitos vectores y en el tratamiento de los casos humanos con medicinas.

### Bibliografía sobre filariasis

- Benenson, Abram S., editor. 'Control of Communicable Diseases in Man' (Control de enfermedades contagiosas en el hombre). 13ra. edición. American Public Health Association, Washington. 443 págs. 1980.
- Curtis, C. F. y Feachem, R. G. "Sanitation and *Culex pipiens* Mosquitoes: A Brief Review" (Saneamiento y mosquitos *C. pipiens*: Un breve estudio). *Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 84: 17-25. 1981.
- Denham, D. A. y McGreavy, P. B. "Brugian Filariasis: Epidemiological and Experimental Studies". *Advances in Parasitology*. 15: 243-309. 1977.
- Duke, B. O. L. "Filariasis". TDR/WP/76. 10. Organización Mundial de la Salud, Ginebra. 14 págs. 1976.
- Organización Mundial de la Salud. "WHO Expert Committee on Filariasis, Third Report" (Comité de Expertos en Filariasis de la OMS, Tercer Informe). Technical Report Services No. 542. Organización Mundial de la Salud, Ginebra, 1973.
- Surtees, G. "Urbanization and the Epidemiology of Mosquito-Borne Disease" (Urbanización y la epidemiología de las enfermedades transmitidas por mosquitos). *Abstracts on Hygiene*. 46: 121-134. 1971.

### Malaria

#### Introducción

De todas las enfermedades relacionadas con el agua y transmitidas por vectores, la malaria es la más importante, la más difundida y la que más muertes causa. La malaria todavía causa anualmente más de un millón de muertes, la mayoría de ellas en las regiones tropicales de Africa, y aproximadamente 150 millones de casos clínicos (Wernsdorfer, 1976). Se presenta, o se ha presentado, en todos los continentes, en áreas que van aproximadamente desde los 60° de latitud norte hasta los 40° de latitud sur. Unas 1,200 millones de personas viven en áreas que actualmente son endémicas para la malaria. Aproximadamente 350 millones de ellas, la mayoría en Africa, viven en áreas sin ningún tipo de protección específica contra esta enfermedad.

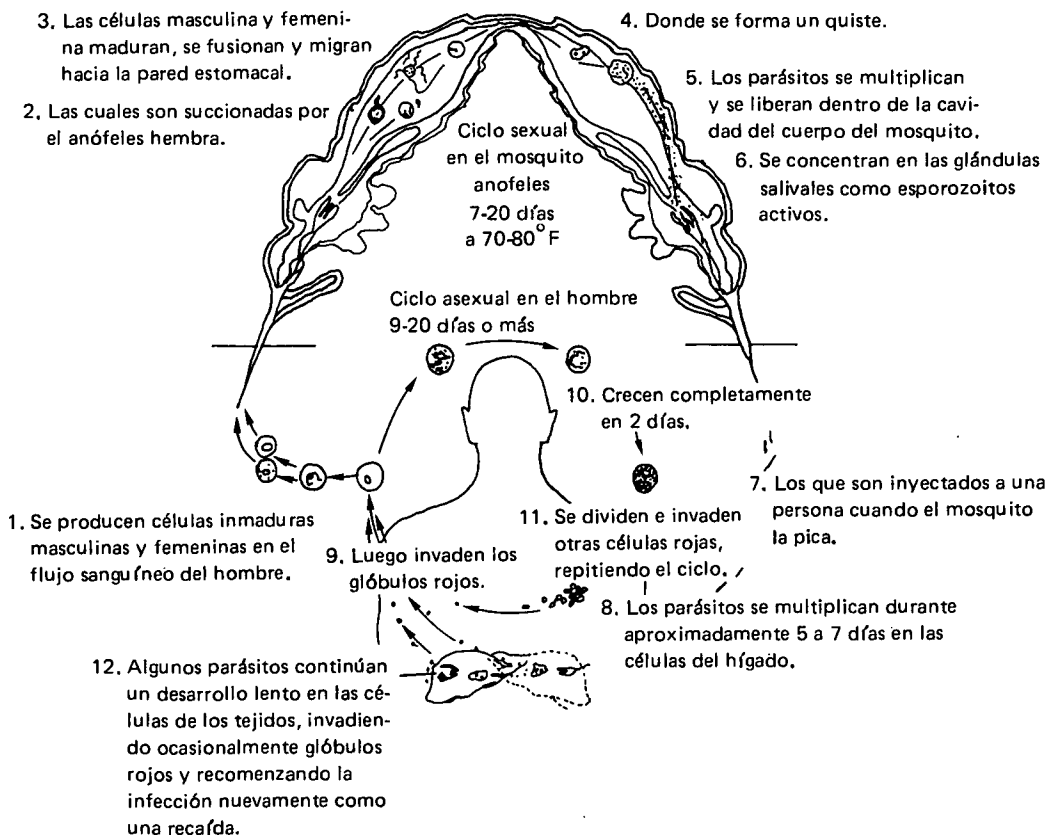
La malaria es una enfermedad infecciosa causada por cuatro protozoarios parásitos del género *Plasmodia* que son transmitidos por los mosquitos hembra del género *Anopheles*. La enfermedad se caracteriza clínicamente por fiebre, frecuentemente periódica, escalofríos, sudores, anemias, aumento en el volumen del bazo y diferentes complicaciones como consecuencia de que son afectados el hígado, el bazo, los riñones, otros órganos y el sistema circulatorio. La forma más grave de la malaria, la falciparum o terciana maligna, puede tener un índice de mortalidad entre niños no tratados y adultos no inmunizados superior al 10% (Benenson, 1975).

**Transmisión**

El parásito de la malaria es succionado de la corriente sanguínea de una persona por la picadura de una especie adecuada de mosquito *Anopheles* (véase figura 5-3). La transmisión de la infección de persona a persona por el mosquito no es meramen-

te mecánica; los *plasmodiae* deben desarrollarse (de gametocitos a esporozoitos) dentro del mosquito antes de que se pueda producir la infección de otra persona durante una posterior succión de sangre por parte del insecto. El momento para el desarrollo necesario depende de la temperatura. Debajo de los 60°F (16°C) simplemente no se produce el desarrollo y por lo tanto tampoco la transmisión de la malaria. A la temperatura óptima para el crecimiento (70° a 80°F, 21° a 27°C), éste requiere de 8 a 10 días.

Las formas infecciosas del parásito, es decir, los esporozoitos, se concentran en las glándulas salivales del mosquito y son inyectadas en el hombre en el momento que el insecto se alimenta de sangre. El parásito se desarrolla y multiplica en el hígado del huésped humano, invade los glóbulos rojos y produce nuevas células (gametocitos), que al ser succionadas hacia el estómago del mosquito hembra reinician el desarrollo de esporozoitos. El mosquito entonces infectará al hombre con su siguiente picadura en busca de sangre.



**Figura 5-3** Ciclo de vida del parásito de la malaria (*Plasmodium vivax*) en el hombre y en el mosquito anófeles. (Fuente: Pratt, Darsie y Litting, 1976.)

### Prevención

Todos los mosquitos viven las primeras etapas de su vida en el agua, ya sea como huevos, larvas o pupas. Los primeros esfuerzos de control desarrollados en Cuba, Panamá, Malasia y en la cuenca del río Tennessee en los Estados Unidos se centraron en medidas como el drenaje, la reducción de los lugares de reproducción y la destrucción de las larvas de mosquito presentes en el agua mediante el uso de larvicidas (incluyendo aceites) y peces que se alimentan de mosquitos (Magoon, 1945; TVA, 1947). Estos métodos son factibles sólo donde las características del agua superficial y de las especies locales de vectores lo permiten. A nivel nacional, incluyendo las áreas rurales, tienen una utilidad limitada para la mayoría de áreas endémicas, en comparación con el uso de insecticidas residuales para matar a los mosquitos adultos.

La mayoría de mosquitos vectores pican durante el crepúsculo, la noche o el amanecer, dentro de la casa, y descansan durante horas en las paredes cercanas. La aparición del DDT durante la segunda guerra mundial suministró un insecticida barato y efectivo con poder de aniquilación residual. Aplicado fácilmente sobre las paredes, significó un método efectivo para romper el ciclo de transmisión de la malaria al alcance de los países en vías de desarrollo donde la enfermedad se presentaba en forma endémica (Smith, 1977). En los años posteriores a la segunda guerra mundial, numerosos países implementaron exitosos proyectos de control de la malaria.

Hacia 1955, estos éxitos estimularon el lanzamiento por parte de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de un programa de erradicación de la malaria, bajo la premisa de que se disponía a la mano del mecanismo para erradicar la malaria mediante un programa de aplicación de insecticida a las paredes y de supervigilancia y tratamiento de los casos que quedaran (Smith, 1977; OMS, 1974). La OMS ha certificado que unos 37 países han conseguido erradicar la malaria. Sin embargo, esto deja a otros 50 países que intentaron la erradicación y no tuvieron éxito. Sin embargo, la incidencia general anual de la malaria se ha reducido a nivel mundial de 300 millones a 150 millones de casos.

La erradicación implica la interrupción total de la transmisión de parásitos de malaria, no la eliminación de los vectores mosquito. El objetivo de rociar insecticida en las paredes es matar a los mosquitos infectados, rompiendo de esa manera el ciclo de

transmisión. El tratamiento de las personas enfermas con malaria no sólo reduce el número de personas infectadas sino también el número de mosquitos infectados. A medida que el número y la densidad de las personas y mosquitos infectados desciende, la población de parásitos (es decir, la *plasmodiae*) envejece y muere.

Otras medidas de control incluyen la quimioterapia y la quimioprofilaxis (medicinas para curar y prevenir la malaria). La Agencia para el Desarrollo Internacional, la Organización Mundial de la Salud (a través de su Programa de Investigación de Enfermedades Tropicales) y otros organismos están apoyando la investigación de una vacuna, pero todavía faltan algunos años para que se desarrollen pruebas de campo y aún más para que se llegue a su uso extendido.

La creciente resistencia de los mosquitos a los insecticidas, la creciente resistencia de los parásitos a las medicinas y los crecientes costos de insecticidas y medicinas están produciendo un interés cada vez mayor en los programas integrales de manejo de plagas destinados al control de los mosquitos y, en consecuencia, están renovando el interés en los antiguos métodos de atacar a los mosquitos cambiando su ambiente acuático (véase OMS, 1973; Mc Junkin, 1975; NAS, 1973).

### Bibliografía sobre malaria

- Benenson, Abram S., editor. 'Control of Communicable Diseases in Man' (Control de enfermedades contagiosas en el hombre). 12da. edición. American Public Health Association, Washington. 413 págs. 1975.
- Brown, A. W. A., Haworth, J. y Zahar, A. R. "Malaria Eradication and Control from a Global Standpoint" (Erradicación y control de la malaria desde un punto de vista global). *Journal of Medical Entomology*. 13 (1): 1-25. 1976.
- Magoon, E. H. 'Drainage for Health in the Caribbean Area/ Drenaje y Salud en la Zona Del Caribe' (Traducción al español de Juan A. Hernández). Reeditado del *Boletín Oficial Salubridad y Asistencia Social* (La Habana). 48 (Nos. 2-10). Febrero-octubre 1945. Compañía Editora de Libros y Folletos, la Habana. 556 págs. 1945.
- Miller, Louis H. "Malaria". Cap. 139 en: Hoeprich, Paul D., editor, 'Infectious Diseases', 2da. edición, Harper & Row, Publishers, Hagerstown, Md. págs. 1075-1087. 1977.
- McJunkin, Frederick Eugene. 'Water, Engineers, Development and Disease in the Tropics'. Agency for International Development, Washington. 182 págs. 1975.
- National Academy of Sciences. 'Mosquito Control, Some Perspectives for Developing Countries' (Control de mosquitos: Algunas perspectivas para los países en desarrollo). National Academy of Sciences, Washington. 63 págs. 1973.

- Organización Mundial de la Salud. "Manual of Planning for Malaria Eradication and Malaria Control Programmes". Organización Mundial de la Salud, Ginebra. 176 págs. 1972.
- Organización Mundial de la Salud. "Manual on Larval Control Operations in Malaria Programmes" (Manual sobre las operaciones de control de larvas en los programas contra la malaria). WHO Offset Publication No. 1. Organización Mundial de la Salud, Ginebra. 199 págs. 1973.
- Organización Mundial de la Salud. "Manual on Personal and Community Protection Against Malaria" (Manual de protección personal y comunitaria contra la malaria). WHO Offset Publication No. 10. Organización Mundial de la Salud, Ginebra. 49 págs. 1974.
- Pratt, Harry D., Darsie, Richard F., Jr. y Cittig, Kent S. "Mosquitoes of Public Health Importance and their Control". Centers for Disease Control, Atlanta. 68 págs. 1976.
- Ross, Institute, The. "Malaria and Its Control". *Bulletin No. 7*. London School for Hygiene and Tropical Medicine, Londres, 55 págs. 1977.
- Smith, Edgar A. "Malaria Control: Pesticides Versus the Comprehensive Approach" (Control de la malaria: Plaguicidas vs. enfoque integral). *Journal California Mosquito and Vector Control Association*. 45: 1-5. 1977.
- Tennessee Valley Authority. "Malaria Control and Impounded Water" (Control de la malaria y aguas estancadas). US Government Printing Office, Washington. 422 págs. 1947.
- United States Department of Agriculture. "Mosquito Prevention on Irrigated Farms". *Agriculture Handbook No. 319*. Government Printing Office, Washington. 32 págs. 1967.
- United States Public Health Service, Communicable Disease Center. "Prevention and Control of Vector Problems Associated With Water Resources" (Prevención y control de problemas con vectores asociados a recursos hídricos). Public Health Service, Atlanta. 20 págs. 1965.
- Wernsdorfer, W. H. "Malaria". Documento OMS inédito TDR/WP/76.6. Organización Mundial de la Salud, Ginebra. 11 págs. 1976.

## VECTORES MOSCA RELACIONADOS CON EL AGUA

### Loiasis (Loa Loa)

Algunas veces llamada enfermedad de la "lombriz ocular", esta infección crónica se presenta en las regiones occidental y central del Africa. En la cuenca del río Congo existen algunos caseríos con hasta el 90% de la población nativa infectada. La infección va acompañada por la migración de la lombriz adulta a través del cuerpo, lo que causa una hinchazón transitoria, dolor y prurito (comezón). Ocasionalmente, la lombriz, altamente movable,

puede hacerse completamente visible en forma espectacular y rápida en el momento en que atraviesa el blanco del ojo.

Las moscas del ciervo o de los mangos, del género *Chrysops*, que son las que transmiten el *L. loa*, un nemátodo, generalmente se encuentran en bosques sombríos, especialmente en áreas pantanosas. Depositán sus huevos en el agua o en ramas que cuelgan sobre el agua, de manera que las larvas caen al agua o lodo al empollar. Prefieren las corrientes lentas densamente cubiertas de la luz.

La loiasis afecta a más de un millón de personas. En los lugares donde es altamente endémica, es una causa importante en la pérdida de horas de trabajo y el tratamiento de personas fuertemente infectadas puede ser muy desagradable e inclusive peligroso para el paciente.

### Oncocercosis

La oncocercosis o "ceguera de los ríos" es causada por la lombriz filarial *Onchocerca volvulus* y se presenta en todo el sur del Sahara africano (con excepción de Sudáfrica) y en Yemen, Guatemala, México, Venezuela y Colombia. Es una enfermedad de las regiones subdesarrolladas que afecta a más de 30 millones de personas. No acorta la vida. La complicación más importante es la de las lesiones en los ojos que causan la pérdida de la visión y frecuentemente la ceguera con sus consiguientes problemas personales y socioeconómicos. También causa una picazón intensa, lesiones dérmicas y linfáticas y tumores, además de un gran temor. En muchas partes del Africa occidental y ecuatorial más del 50% de los habitantes están infectados, 30% han sufrido deterioro en la visión y del 4 al 10% están ciegos. En algunas aldeas del Alto Volta y de Ghana, la ceguera puede llegar a un 35%.

Algunos de los valles más fértiles del Africa tropical están infestados por el vector de la oncocercosis, las moscas *Simulium*, y en consecuencia están siendo abandonados por las poblaciones ribereñas azotadas por enfermedades dérmicas y oculares. La presencia de las moscas *Simulium* y el miedo a la ceguera causada por la oncocercosis pueden amenazar la implementación de proyectos de irrigación y de construcción de represas de los que depende la productividad agrícola e industrial futura de los países en vías de desarrollo.

Las especies vectoras *Simulium* requieren para su reproducción de corrientes de agua altamente airea-

das. Por lo tanto, la construcción de represas y de sus aliviaderos crea con frecuencia nuevos sitios para una reproducción superabundante que propaga la oncocercosis a otras áreas.

Las principales medidas de control en implementación actualmente son la adición de larvicidas a las corrientes infectadas y la profilaxis química de las poblaciones infectadas.

### Tripanosomiasis africana

La tripanosomiasis africana o mal del sueño es una enfermedad severa, frecuentemente fatal, causada por el *Trypanosoma brucei gambiense* y el *T. b. rhodesiense*, parásitos del tipo hemoflagelados. La presencia de la enfermedad está restringida al campo de acción de las moscas tsé-tsé vectoras dentro del África tropical (esp. *Glossina*).

En los sitios en los que el grupo *Glossina palpalis* es el principal vector, como es el caso del África occidental y central, la infección se produce principalmente a lo largo de los ríos. Esta característica explica los patrones de transmisión y sugiere también las medidas de control ecológico, particularmente la destrucción del hábitat de las moscas tsé-tsé, eliminando las malezas que les brindan protección a lo largo de las corrientes elegidas y alrededor de las aldeas.

Nash (1970) describe elocuentemente este patrón de transmisión relacionado con el agua:

En la época seca, las necesidades del hombre y de la mosca son similares; el hombre ubica su aldea cerca a una corriente en un punto donde él sabe que dispondrá de agua inclusive en el año más seco. Tales lugares son vitales para la supervivencia de la tsé-tsé ribereña, la que aban-

dona los tramos largos de lechos secos y se concentra en los remansos permanentes de los que obtiene el beneficio de microclimas adecuados y de un constante suministro de alimentos. Como el hombre, su ganado y los animales silvestres dependen de los mismos remansos para obtener agua, los huéspedes tienen que acercarse al lugar donde se encuentran la tsé-tsé ribereña, cuyo comportamiento en la época seca es parecido al de una araña en su tela.

### Bibliografía sobre vectores mosca relacionados con el agua

- Benenson, Abram S., editor. 'Control of Communicable Diseases in Man' (Control de enfermedades contagiosas en el hombre). 13ra. edición. American Public Health Association, Washington. 443 págs. 1980.
- Faust, Ernest Carroll, Russell, Paul Farr y Jung, Rodney Clifton. 'Clinical Parasitology', 8va. edición. Lea & Febiger, Filadelfia. 890 págs. 1970.
- McJunkin, Frederick Eugene. 'Water, Engineers, Development and Disease in the Tropics'. Agency for International Development, Washington. 182 págs. 1975.
- Mulligan, H. W., editor. 'The African Trypanosomiasis'. Wiley-Interscience, Nueva York. 950 págs. 1970.
- Nash, T. A. M. "The Ecology of the West African Riverine Species of Tsé-tsé in Relation to Man-Fly Contact" (La ecología de las especies ribereñas de tsé-tsé en relación al contacto hombre-mosca). En: Mulligan. págs. 602-613. 1970.
- Nelson, George S. "Onchocerciasis". *Advances in Parasitology*. 8: 173-224. 1970.
- Organización Mundial de la Salud. "The African Trypanosomiasis". Informe conjunto de un Comité de Expertos de la OMS y un Consejo de Expertos de la FAO. (Technical Report Series No. 635. Organización Mundial de la Salud, Ginebra. 96 págs. 1979.
- Tigertt, William O. 'Human Onchocerciasis'. PD/WP/71.2. Organización Mundial de la Salud, Ginebra. 6 págs. 1971.
- Wilcocks, Charles y Manson-Bahr, P. E. C. 'Mansons's Tropical Diseases'. Williams and Wilkins Company, Baltimore. 1164 págs. 1972.

## Métodos para evaluar la calidad del agua potable respecto al riesgo de transmisión de enfermedades microbiológicas

### INTRODUCCIÓN

Al tocar este tema, debe reconocerse que la valoración del riesgo de contraer enfermedades transmitidas por el agua es un asunto complicado. No puede valorársele simplemente determinando la presencia o ausencia de patógenos, pues no es una pregunta que pueda resolverse en términos de “sí o no” o “blanco o negro”. La probabilidad de ser víctima de una enfermedad transmitida por el agua es una pregunta estadística relacionada con muchas variables, especialmente con el tipo y el número de patógenos ingeridos. No todos los tipos actúan con igual virulencia e incluso un porcentaje muy elevado de cualquier tipo puede no causar enfermedad alguna debido a su inactivación provocada por condiciones ambientales desfavorables en el conducto intestinal o debido a otras múltiples razones.

El cuadro 6-1 (Rohlich, 1977) resume las observaciones de algunos investigadores sobre la relación entre el número de diferentes tipos de patógenos ingeridos y el número de veces en que esta ingestión dio como resultado la transmisión efectiva de enfermedades. Los datos demuestran claramente que las dosis requeridas para la infección varían sustancialmente entre diferentes tipos de patógenos. Por ejemplo, algunas *Shigellas* son altamente virulentas y causaron infección después de la ingestión de un número relativamente reducido de organismos, mientras que otros tipos requirieron de dosis mucho más fuertes para lograr el mismo resultado. El cuadro indica además que existe un amplio rango en el número de organismos requerido para causar infección aun tratándose de un solo tipo de organismos,

lo que demuestra que la virulencia puede variar ampliamente dentro de cada grupo. Por ejemplo, se observó que las *Shigella dysenteriae* podían causar infección con una dosis tan baja como 10 organismos, mientras que otras cepas de *Shigella* podían administrarse sin peligro en dosis mucho más altas. Aunque existen variaciones sustanciales en los datos, el cuadro 6-1 muestra que la probabilidad de contraer una enfermedad se incrementa generalmente con el incremento en la dosis de organismos patógenos.

Con estos antecedentes, y sin hacer un análisis muy técnico o profundo, se puede concluir razonablemente que el riesgo de contraer una enfermedad por vía del agua depende del tipo y del número de organismos vivos ingeridos. Otros datos compilados durante años han demostrado que el riesgo estadístico también depende de la influencia de otras numerosas variables que afectan a la virulencia del patógeno sobre la víctima potencial. Algunas variables que afectan a este complejo sistema pueden resumirse de la siguiente manera (Rohlich, 1977);

1. El tipo de organismo patógeno en consideración.
2. La virulencia de la cepa específica, que puede variar ampliamente debido a varios factores.
3. El número de organismos vivos ingeridos.
4. La edad de la víctima potencial (los niños y las personas de edad exhiben frecuentemente una mayor susceptibilidad).
5. El estado de salud general del individuo.
6. La medida en la cual el individuo puede quedar inmunizado al organismo patógeno mediante una exposición anterior.



Cuadro 6-1. Dosis infecciosas para el hombre de patógenos bacterianos entéricos.

| Patógenos entéricos<br>Dosis: Organismos vivos | Sujetos infectados/Total de sometidos a prueba |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |
|--|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
|  | 10 <sup>1</sup>                                | 10 <sup>2</sup> | 10 <sup>3</sup> | 10 <sup>4</sup> | 10 <sup>5</sup> | 10 <sup>6</sup> | 10 <sup>7</sup> | 10 <sup>8</sup> | 10 <sup>10</sup> |
| Shigella dysenteriae                           |  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |
| Cepa M131                                      | 1/10   | 2/4             | 7/10            | 5/6             |                 |                 |                 |                 |                  |
| Cepa A-1                                       |  | 1/4             |                 | 2/6             |                 |                 |                 |                 |                  |
| Shigella flexneri                              |  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |
| Cepa 2A*                                       |  | 6/33            | 33/49           | 66/87           | 15/24           |                 |                 |                 |                  |
| Cepa 2A**                                      |  |                 |                 | 1/4             | 3/4             | 7/8             | 13/19           | 7/8             |                  |
| Salmonella typhi                               |  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |
| Cepa Quail                                     |  |                 | 0/14            |                 | 32/116          |                 | 16/32           | 8/9             | 40/42            |
| Vibrio Cholerae                                |  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |
| Cepa Inaba                                     |  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |
| Con NaHCO <sub>3</sub>                         |  |                 |                 | 11/13           |                 | 45/52           |                 | 2/2             |                  |
| Sin NaHCO <sub>3</sub>                         |  |                 |                 | 0/2             |                 | 0/4             | 0/4             | 2/4             | 1/2              |
| Enteropatógenos                                |  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |
| E. coli  |  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |
| Cepa 4608                                      |  |                 |                 | 0/5             |                 | 0/5             |                 | 4/8             |                  |

Fuente: Rohlich, 1977.

7. Muchos otros factores que afectan la relación entre el organismo patógeno y el individuo, incluyendo la presencia de ciertos tipos de productos químicos o las relaciones sinérgicas con otros organismos que puedan estar presentes simultáneamente.

Basándonos en esta limitada discusión de algunos factores que pueden afectar al complejo sistema estadístico involucrado aquí, exploraremos unas cuantas alternativas disponibles para evaluar el riesgo de la transmisión de enfermedades a través del agua. Esto también posibilitará la identificación de algunas herramientas prácticas que son utilizadas para valorar la seguridad de los sistemas de abastecimiento de agua respecto a la salud pública, así como la comprensión de las ventajas y las limitaciones de cada técnica.

## ENUMERACIÓN DE PATÓGENOS

Existen técnicas que pueden utilizarse para identificar y enumerar la mayoría de los tipos más comunes de patógenos presentes en el agua. Ellas se

han empleado exitosamente en actividades de investigación respecto a la presencia y supervivencia de estos organismos, así como en estudios realizados durante brotes de enfermedades transmitidas por el agua. Parece razonable emplear estos métodos que identifican y enumeran los patógenos en un abastecimiento de agua como un método directo para evaluar el riesgo para la salud pública. Sin embargo, este enfoque "directo" del problema ya no se utiliza en la práctica debido a que tiene varias limitaciones y a que se dispone de otras alternativas más adecuadas para evaluar el riesgo (McFeters, 1977; Rohlich, 1977). Explicaremos esto brevemente antes de pasar a considerar las técnicas que se usan realmente.

Una reciente e importante publicación sobre agua potable y salud (Rohlich, 1977) señala que no existe un procedimiento único que pueda emplearse para probar la presencia de patógenos. Cada tipo de patógeno debe probarse separadamente, usando diferentes técnicas de laboratorio y las pruebas requieren de una habilidad significativa para que su ejecución sea confiable. De igual manera, la mayoría de las técnicas disponibles se adecúan mejor a aguas fuertemente contaminadas, en las cuales las pobla-

ciones de organismos patógenos son relativamente altas. La enumeración de los patógenos en un abastecimiento típico de agua tratada sería mucho más difícil y costoso y menos confiable. Los procedimientos disponibles actualmente, considerados lo suficientemente precisos para su uso práctico, son capaces de enumerar solamente organismos *Salmonella*. Los métodos existentes para enumerar *Shigellas*, *Vibriones*, *Leptospiras* y muchos otros patógenos se consideran inadecuados (Rohlich, 1977).

Aparte de las dificultades y los gastos de la enumeración directa de patógenos, este método tiene una limitación severa, incluso fatal, en la evaluación del riesgo de transmisión de enfermedades por vía del agua. Sólo puede evaluar ese riesgo en muestras que efectivamente contengan los patógenos en cuestión. Pero es altamente deseable que la evaluación del riesgo vaya más allá de simplemente enumerar los patógenos cuando éstos están presentes — lo que debe ser un hecho raro tratándose de agua potable— de tal manera que suministre una medida de la probabilidad de que se presenten organismos patógenos en el abastecimiento de agua en otras ocasiones. La importancia de esto último puede ilustrarse señalando que con frecuencia el agua contaminada por el alcantarillado sanitario puede no contener organismo patógeno alguno, o quizás muy pocos, simplemente porque no existe ningún caso activo de enfermedad que esté contribuyendo al sistema de aguas residuales en ese momento. A pesar que, debido a la ausencia de patógenos, se inferiría que la muestra de agua probada es segura, es evidente que el riesgo se incrementaría rápidamente si a la población que utiliza el sistema de alcantarillado se sumara una persona enferma o portadora de una enfermedad.

Entonces, en resumen la enumeración directa de patógenos no es utilizada generalmente para evaluar la seguridad de un sistema de agua potable. Ello no se debe solamente a la dificultad o al costo que implica llevar a cabo las pruebas necesarias, que pueden ser considerables. Es una cuestión de elección, ya que existen métodos más simples y más económicos que pueden realmente valorar el riesgo en forma más confiable, como se demostrará.

## EL CONCEPTO DE UTILIZACIÓN DE ORGANISMOS INDICADORES

Las limitaciones inherentes al intento de evaluar la seguridad del agua respecto a la salud

pública mediante la enumeración directa de patógenos ha llevado a que se utilicen en su lugar los "organismos indicadores". Estos no tienen necesariamente una relación directa con el número de patógenos presentes en una muestra dada de agua, sino que se dirigen más a evaluar el grado en que ha sido contaminada el agua, por la presencia de heces humanas y de otros animales de sangre caliente. Entonces, en vez de intentar determinar el riesgo real de contraer alguna enfermedad específica mediante el consumo del agua, esta prueba brinda una medida de la posibilidad de transmisión por el agua de cualquier tipo de enfermedad como consecuencia de la contaminación fecal. Este método es más significativo en muchos aspectos, ya que los resultados no se limitan solamente a patógenos específicos sino que se refieren a la posibilidad general de contraer una gran variedad de enfermedades transmitidas por el agua.

Muchos autores han discutido las características deseables de los organismos indicadores (Rohlich, 1977; McFeters y otros, 1978; Anónimo, 1976; Allen, 1978), algunas de las cuales pueden resumirse de la siguiente manera:

1. Deben poderse aplicar a los organismos pruebas de laboratorio para todos los tipos de agua a investigarse, cruda o tratada.
2. Los organismos indicadores deben estar presentes en las aguas de alcantarillado y residuales cuando existen patógenos presentes.
3. Deben estar presentes en aguas contaminadas aun cuando no existan patógenos presentes, si es que puede esperarse razonablemente que estos últimos ingresen al agua en alguna fecha futura cuando un caso activo o un portador de la enfermedad se integre al sistema contaminante.
4. Deben estar presentes en el agua contaminada en un número mayor que la población de patógenos.
5. La población de los organismos indicadores debe tener una correlación con el grado de contaminación y con la posibilidad de que estén presentes organismos patógenos.
6. Deben ser fáciles de identificar mediante pruebas de laboratorio relativamente simples en un período de tiempo corto.
7. Deben ser fáciles de enumerar mediante estas pruebas de laboratorio.
8. Deben tener características bien definidas para permitir exactitud en las pruebas de laboratorio

- y deben tener reacciones consistentes en las mismas.
9. Los organismos indicadores no deben multiplicarse en condiciones en las que los patógenos no se multiplican.
  10. El tiempo de supervivencia de los organismos indicadores bajo condiciones ambientales desfavorables debe ser superior a los tiempos de supervivencia de los patógenos. Esto garantiza la seguridad de abastecimientos de agua que han sido tratados para producir poblaciones muy bajas, o nulas, de organismos indicadores.
  11. Deben ser más resistentes que los patógenos a los desinfectantes y a otras condiciones desfavorables presentes en el medio acuático.
  12. Deben ser inocuos para el hombre y los animales.

Como es de esperarse, no se ha encontrado ningún organismo indicador que cumpla con todos estos criterios y es razonable suponer que ninguno lo hará. Sin embargo, estos criterios son útiles pues brindan una base para evaluar diferentes tipos de organismos a utilizarse con estos propósitos y para identificar las ventajas y limitaciones de los que efectivamente se usan para valorar la calidad del agua.

## EL GRUPO DE BACTERIAS COLIFORMES

En 1884, estudios realizados por Escherich establecieron que en los intestinos del hombre se presentaba una numerosa población de ciertas bacterias específicas. Posteriormente, se reconoció que la presencia de estos organismos (*Escherichia coli*) en el agua podía interpretarse como evidencia de que el agua había sido contaminada con materia fecal, siendo la población de estas bacterias función del grado de contaminación.

El "grupo coliforme" de bacterias incluye a la *Escherichia coli*, al igual que a otras numerosas bacterias originadas en las descargas fecales o provenientes de muchas otras fuentes no fecales (Allen, 1978; Anónimo, 1966; Anónimo, 1976). Se ha estimado que el número de bacterias coliformes en las descargas fecales llega hasta, quizás,  $200 \times 10^9$  organismos diarios por persona.

Durante más de 70 años, se ha empleado el grupo coliforme para evaluar la calidad sanitaria del agua potable. Debe enfatizarse que la lógica detrás de la utilización de este grupo de bacterias como

"indicadores" no se basa en su potencialidad para causar enfermedades al hombre, aunque en determinadas circunstancias ciertas bacterias coliformes pueden causar infecciones. Ellas constituyen indicadores valiosos simplemente porque están presentes en gran número en las descargas fecales y su población está relacionada al grado de la contaminación ocasionada por estas descargas. La presencia del grupo coliforme no indica necesariamente que existen patógenos de algún tipo en el agua. Los resultados de la prueba deben interpretarse como una medida de la posibilidad de que existan patógenos en el agua en ese momento o, quizás, en algún momento posterior como se esbozó anteriormente.

El grupo coliforme cumple varios de los criterios planteados anteriormente para los organismos indicadores, pero posee serias limitaciones en varios aspectos. Por ejemplo, el grupo incluye a muchos tipos de bacteria que pueden no originarse en el intestino del hombre y que tienen muy poca, o ninguna, relación con el peligro potencial de la presencia de patógenos provenientes de esa fuente. Además, muchos organismos coliformes son capaces de multiplicarse en las condiciones presentes en las instalaciones de tratamiento. Esto puede dar como resultado poblaciones muy grandes de coliformes sin significación sanitaria alguna, o con muy poca, ya que los patógenos no se multiplican bajo esas mismas condiciones sanitarias.

El cuadro 6-2 resume los tipos de extinción de varios tipos de bacterias indicadoras y de organismos patógenos entéricos (McFeters y otros, 1978). Con respecto a la supervivencia en corrientes y sistemas de tratamiento, los organismos coliformes generalmente sobreviven más tiempo que la mayoría de bacterias patógenas comunes. Sin embargo, esto no siempre es así con respecto a los virus y otros tipos importantes de patógenos. El trabajo de Butterfield y otros investigadores (Rohlich, 1977) estableció que los organismos coliformes y los patógenos tienen una sensibilidad similar a la desinfección. Por otro lado, los virus generalmente sobreviven más tiempo que las bacterias patógenas o coliformes (Rohlich, 1977; Sobsey, 1979).

Las dificultades para interpretar el significado de las pruebas de coliformes se deben algunas veces al hecho de que existen dos procedimientos aceptados para su enumeración y que los resultados producidos por estos procedimientos pueden resultar con frecuencia significativamente diferentes. En

**Cuadro 6-2.** Tiempos de extinción comparativos (mitad del tiempo)<sup>1</sup> de las bacterias fecales indicadoras y de los patógenos entéricos.

| Bacteria                                | Mitad del Tiempo (h) | No. de Cepas Analizadas |
|---|----------------------|-------------------------|
| <b>Bacteria Indicadora</b>              |                      |                         |
| Bacteria coliforme (promedio)           | 17.0                 | 29                      |
| Enterococos                             | 22.0                 | 20                      |
| Coliformes de aguas crudas              | 17.5                 |                         |
| Estreptococos de aguas crudas           | 19.5                 |                         |
| Estreptococo equino                     | 10.0                 | 1                       |
| S. bovino                               | 4.3                  | 1                       |
| <b>Bacterias patógenas</b>              |                      |                         |
| Shigella dysenteriae                    | 22.4                 | 1                       |
| S. Sonnei                               | 24.5                 | 1                       |
| S. Flexneri                             | 26.8                 | 1                       |
| Salmonella enteritidis ser. paratyphi A | 16.0                 | 1                       |
| S. enteritidis ser. paratyphi D         | 19.2                 | 1                       |
| S. enteritidis ser. typhimurium         | 16.0                 | 1                       |
| S. typhi                                | 6.0                  | 2                       |
| Vibrio cholerae                         | 7.2                  | 3                       |
| S. enteritidis ser. paratyphi B         | 2.4                  | 1                       |

<sup>1</sup> Por mitad del tiempo se definió el tiempo requerido para que se produzca una reducción del 50 % en la población inicial.  
Fuente: McPeters y otros (1978).

los siguientes párrafos se describirán brevemente los dos procedimientos.

### La prueba NMP

La prueba NMP (Número Más Probable) se basa en la inoculación de muestras del agua a probarse en tubos conteniendo caldo lactosado, observándolos después de 48 horas de incubación para determinar si se ha producido gas en cada uno de ellos. La presencia de gas en un tubo se considera como evidencia de la presencia de organismos coliformes, cuya identidad se confirma posteriormente mediante pruebas adicionales.

Según este procedimiento, el "grupo coliforme" es definido como el que incluye a todas "las bacterias aeróbicas y anaeróbicas facultativas, gram-negativas, no esporógenas, baciliformes que fermentan la lactosa formando gas en un período de 48 horas a 35° C" (Rohlich, 1977). La mayoría de las E. coli, pero no todas, y varios otros organismos, son capaces de formar gas bajo estas condiciones y quienes no lo son no son considerados como miembros del "grupo coliforme".

Usando la información sobre la cantidad de muestra introducida en cada tubo, el número de tubos

probados y el número de los que presentan formación de gas, los cuadros obtenidos estadísticamente muestran el "número más probable" de organismos coliformes en el agua. Este método de enumerar las bacterias es muy impreciso, como lo puntualizaron anteriormente algunos investigadores (Woodward, 1957; Litsky, 1978). Esto queda ilustrado en el cuadro 6-3, que muestra las variaciones en los resultados obtenidos para muestras triplicadas de agua marina, efluentes de alcantarillado clorados y efluentes de alcantarillado clorados en el laboratorio. Litsky (1978) señala que los NMP resultantes varían en un rango de uno a diez, a pesar que las pruebas sean realizadas cuidadosamente por un técnico con 10 años de experiencia en el laboratorio. Woodward (1957) puntualizó que los límites del 95% de confianza para una prueba NMP típica cubrían, en el caso de dos ejemplos presentados por él, rangos de 1:13 y de 1:33.

La falta de precisión del procedimiento NMP en la determinación de la población de organismos coliformes hace difícil, o incluso imposible, atribuir mucha significación a los resultados de una o unas cuantas pruebas sin un amplio trabajo adicional de confirmación. Al interpretar los resultados de la prueba de NMP de coliformes, debe reconocerse

Cuadro 6-3 Triple rango del NMP de coliformes fecales.

| Muestra                | NMP/100ml. |         |             |
|------------------------|------------|---------|-------------|
| Agua Marina            | 49         | 310     | 310         |
|                        | 79         | 350     | 540         |
|                        | 94         | 220     | 350         |
|                        | 8          | 1,300   | 1,300       |
|                        | 700        | 1,700   | 7,900       |
| Efluente               | 2,200      | 7,900   | 13,000      |
| Clorado                | 49,000     | 130,000 | 490,000     |
|                        | 490,000    | 790,000 | 2,400,000   |
| Efluente               | 35,000     | 110,000 | 240,000     |
| Clorado en Laboratorio | 240,000    | 540,000 | 2,400,000 + |
|                        | 49,000     | 130,000 | 490,000     |

Fuente: Woodward, 1957 y Litsky, 1978

esta variabilidad inherente a ella para así evitar conclusiones erróneas.

#### La prueba FM

Actualmente, existe una segunda técnica aceptada para determinar el número de organismos coliformes en el agua. El método del filtro membrana consiste en pasar un volumen conocido de muestra a través de un filtro especial, el que es posteriormente incubado en un medio especial bajo condiciones normalizadas. Al usar esta prueba, el "grupo coliforme" se define como el que incluye a todos los organismos que producen dentro de las 24 horas siguientes una colonia oscura (verde-púrpura) con un brillo metálico.

Las "bacterias coliformes" detectadas y enumeradas mediante esta técnica no son necesariamente las mismas que son capaces de fermentar lactosa en el procedimiento NMP, aunque se acepta que tienen la misma significancia sanitaria. El procedimiento FM tiene la ventaja de una mejor reproductibilidad en comparación con la técnica NMP. Sin embargo, los resultados obtenidos por los dos procedimientos son por lo general numéricamente diferentes, creando dificultades de interpretación.

#### Otras ventajas y limitaciones

Anteriormente se han mencionado algunas deficiencias de los coliformes como organismos indicadores. Otras desventajas incluyen el hecho de que el crecimiento de los organismos coliformes puede verse reprimido por la elevada población de otros organismos (Geldreich y otros, 1978; Rohlich, 1977).

De igual manera, Geldreich y otros (1978) informaron que la presencia de materia suspendida en el agua puede imposibilitar el uso del procedimiento FM ya que los depósitos sobre la superficie de la membrana interfieren con la filtración. Además, ellos indican que los coliformes atrapados en las partículas de turbidez pueden no producir gas en el procedimiento NMP a menos que los organismos sean liberados mediante una agitación vigorosa. Como conclusión, señalaron que la turbidez del agua no debe exceder a la unidad, medida según una prueba normalizada, y que no deben tolerarse densidades bacteriales superiores a 500 organismos por milímetro, medidas según el recuento en placas. Falsos resultados negativos, provocados por cepas que no son capaces de fermentar lactosa, pueden conducir algunas veces a un sentimiento de seguridad injustificado, mientras que tampoco es raro que se produzcan falsos resultados positivos en la prueba debido a organismos productores de gas que no pertenecen al grupo coliforme.

A pesar de estas objeciones y limitaciones, los organismos coliformes siguen constituyendo el grupo indicador preferido debido a su origen, su fácil detección y enumeración, sus características de supervivencia y su uso histórico.

## COLIFORMES FECALES

Las bacterias coliformes fecales constituyen un subgrupo de todos los organismos coliformes discutidos líneas arriba, en el que se piensa están inclui-

dos organismos con mayor probabilidad de haberse originado en los intestinos. En consecuencia, ellos muestran una mejor correlación respecto al grado de contaminación fecal. Los coliformes fecales se caracterizan por su capacidad de fermentar lactosa y producir gas a una temperatura de 44.5°C. También puede determinarse su presencia mediante la técnica FM si se realiza la prueba a una temperatura mayor.

Debido a que los coliformes fecales no sufren un proceso de recrecimiento en las corrientes y brindan una correlación más confiable respecto al grado de contaminación fecal, se están usando actualmente en gran medida en los EE.UU. para evaluar la calidad de las corrientes, especialmente respecto a la conveniencia de bañarse en ellas o de utilizarlas para la producción de crustáceos (Geldreich, 1966; Deaner, 1969). También se está usando ampliamente la prueba de coliformes fecales para evaluar la calidad microbiológica de efluentes de instalaciones de tratamiento de aguas residuales. Por supuesto, el cambio de coliformes en general a coliformes fecales ha hecho necesario reducir considerablemente las concentraciones permisibles ya que los coliformes fecales son mucho menos numerosas que el grupo coliforme total.

Sin embargo, esta prueba no ha sido utilizada en una medida significativa para evaluar la calidad del agua potable. Esto no se atribuye a deficiencias de los coliformes fecales como indicadores de contaminación sino al valor observado del grupo coliforme general para evaluar el resultado de los sistemas de tratamiento. Esto fue expresado por Kabler y Clark (1960) de la siguiente manera:

La presencia de cualquier tipo de organismos coliformes en el agua potable tratada sugiere ya sea un tratamiento inadecuado o el acceso de materiales indeseables después del tratamiento del agua. . La presencia de organismos coliformes en el agua tratada exige una acción definitiva para su eliminación.

En consecuencia, el grupo coliforme es considerado como el indicador más confiable para evaluar si un tratamiento de agua es adecuado, prefiriéndosele para esta aplicación antes que al grupo coliforme fecal.

## OTROS ORGANISMOS INDICADORES

Durante muchos años, los investigadores han buscado organismos indicadores más adecuados a las

necesidades del área de abastecimiento de agua que los grupos coliforme y coliforme fecal. Los estreptococos fecales se han utilizado ocasionalmente en investigaciones sobre control de contaminación en corrientes, pero han mostrado un deficiente índice de recuperación y poco acuerdo con los otros métodos para evaluar la calidad microbiológica de los sistemas de agua potable. Geldreich y Kenner (1969) señalan que las bacterias coliformes fecales existen en un número mayor al de los estreptococos en las heces del hombre, lo que genera una relación coliformes/estreptococos siempre mayor a 4.0 en las aguas residuales domésticas. Por el contrario, los estreptococos fecales son más numerosos que los organismos coliformes en las heces de animales de corral, perros, gatos y roedores, produciendo una relación coliformes/estreptococos menor de 0.7 en las aguas residuales de las granjas. Esto sugiere que un análisis simultáneo de coliformes y estreptococos fecales, complementado con el cálculo de la relación entre ambos grupos, podría ayudar a determinar la fuente probable de los organismos coliformes encontrados en las corrientes de agua.

Otros organismos que se han sugerido como indicadores, pero que han encontrado aún menor aceptación, incluyen a los perfríngenos *Clostridium*, los *pneumoniae* *Klebsiella*, varias especies aerómonas, *seudomonas*, *bifidobacterias* y algunas especies patógenas de *Salmonellas* (McFeters y otros, 1978; Rohlich, 1977).

En resumen, aunque de tiempo en tiempo se proponen varias alternativas, usándose algunas intermitentemente como adjuntas a las pruebas de coliformes, no se ha encontrado todavía ningún organismo que parezca convincentemente mejor que el grupo coliforme.

## RECUESTO EN PLACA DE BACTERIAS

Se ha propuesto que debe dedicarse mayor atención al uso del recuento en placa estándar (RPE) para el agua potable. Este método se basa en el cultivo de muestras de agua en placas con un medio nutriente agar, incubándolas aeróbicamente durante 1 a 2 días a 20-35°C. Las concentraciones de bacterias comúnmente mencionadas como aceptables por las agencias sanitarias varían de nivel, llegando hasta 500/ml.

Una justificación para el uso de esta prueba es que puede evaluar con mayor precisión la calidad

del agua tratada, ya que el mayor número de organismos detectados puede suministrar más oportunidades de observar los cambios en la calidad bacteriológica. Este se considera un método práctico para monitorear la efectividad del clorado a través de la red de distribución y para alertar sobre algún deterioro en el rendimiento de la planta de tratamiento. De igual manera, la limitación al RPE puede reducir los problemas que se han informado (Geldreich, 1977; McFeters y otros, 1978) respecto a la interferencia de bacterias no coliformes en la detección de concentraciones bajas de coliformes.

Este enfoque es filosóficamente coherente con la justificación para el uso del grupo coliforme general en la evaluación de los sistemas de tratamiento y distribución de agua en vez del grupo más específico de los coliformes fecales. Como lo resumen McFeters y otros (1978):

La base filosófica que consideramos fundamental para el concepto del indicador es que un sistema indicador que abarca más organismos es mejor que uno restringido en lo que respecta a la fuente de contaminación a detectarse. Además, si se escoge el mal menor, se evitarán los resultados negativos falsos en mayor medida que los resultados positivos falsos.

Entre los discutidos hasta ahora, el indicador más restringido, sería la *E. coli*, siguiéndole, en orden decreciente, los coliformes fecales, los coliformes en general y el RPE. En un sistema de abastecimiento de agua correctamente tratado y protegido, la concentración de la mayoría de las bacterias debe ser cero o casi cero. Esto convierte al RPE como la prueba que podría brindar la indicación más sensible a los cambios en la calidad del agua simplemente porque es la única prueba de todo el grupo de alternativas que produce un número significativo de bacterias, aun en una red de tratamiento y distribución adecuadamente operado.

## MEDICIÓN DEL CLORO RESIDUAL

Un hecho relativamente reciente es la adopción de las mediciones de cloro residual para substituir a algunos de los organismos indicadores en el monitoreo de los sistemas de distribución de agua en los EE.UU. (Anónimo, 1976). La justificación de esto se basa en parte en la observación de que un porcentaje sustancial de los brotes de enfermedades puede atribuirse a deficiencias en la desinfección. De igual manera, algunos estudios han demostrado que existe una correlación inversa entre los residuos de cloro en los sistemas de distribución y el número de bacterias coliformes detectadas en muestras tomadas de estos sistemas (Anónimo, 1976; Craun, 1978; McCabe, 1978).

El nivel de sustitución se restringe al 75% de las muestras bacteriológicas requeridas. El restante 25% debe monitorearse en base a organismos coliformes para evaluar si la desinfección es adecuada y para asegurar una continuidad en los registros de calidad del agua. Asimismo, cuando se determina que el cloro residual es menor que el nivel especificado para el sistema en cuestión, se deben tomar inmediatamente muestras para su análisis de coliformes en el mismo punto de muestreo. Cuando se adopta este método, el número de muestras analizadas debe ser por lo menos cuatro veces mayor que el número de muestras microbiológicas necesarias para el método descontinuado; además, las mediciones de cloro residual deben ser, como mínimo, diarias. Esta es una exigencia factible, ya que la prueba de cloro residual es fácil, rápida y económica.

El cuadro 6-4 resume la relación entre diferentes niveles de cloro residual libre y el número de veces en que se observaron organismos coliformes en un sistema principal de distribución. También

Cuadro 6-4 Ocurrencias de coliforme en NMP vs. residuos de cloro libre (DPD).<sup>1</sup>

| Residuos de cloro libre (mg/l) | Número de ocurrencias de coliformes | Promedio de RPE (bacterias/ml) |
|--------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
| 0.1                            | 58                                  | 3040                           |
| 0.1-0.5                        | 13                                  | 860                            |
| 0.6-1.0                        | 4                                   | 50                             |
| 1.0                            | 1                                   | 79                             |

<sup>1</sup> Los valores típicos para aguas tratadas fueron de 1-2 mg/l de cloro libre.. Fuente: Geldreich y otros (1978).

se presentan los promedios de los Recuentos en Placa Estandar en el sistema (Geldreich y otros, 1978). El cuadro 6-5 muestra el porcentaje de sistemas de abastecimiento de agua que, en un estudio de gran magnitud en los EE.UU., tuvieron un promedio de coliformes (generales) superior a la norma establecida para el agua potable de un organismo por cada 100 ml de agua (Anónimo, 1976). Se observó que un 8% de los sistemas que no eran tratados con cloro contenían un número de coliformes superior a la norma. Los sistemas en los que se implementaba la cloración sin producir cloro residual mostraron una menor incidencia de organismos coliformes. Los sistemas en los que se mantenía cloro residual tuvieron el menor índice de coliformes, variando de un 0 a un 3% de los estudiados.

#### Bibliografía sobre métodos para evaluar la calidad del agua potable respecto al riesgo de transmisión de enfermedades microbiológicas

- Allen, M. J. y Geldreich, E.E. "Evaluating the Microbial Quality of Potable Waters" (Evaluando la calidad microbiológica de aguas potables). En: 'Evaluation of the Microbiology Standards for Drinking Water', Publication EPA-570/9-78-00C, Environmental Protection Agency, Washington. Págs. 3-11. 1978.
- Anónimo, "Potomac's Tide of Coliforms Traced to Animal Population" (La corriente de coliformes del Potomac rastreada dentro de la población animal). *Newsletter Interstate Commission on the Potomac River Basin*. 22. (No. 8-9). 1966.
- Anónimo. "National Interim Primary Drinking Water Regulations". Report EPA-570 9-76-003; Environmental Protection Agency, Washington. 1976.
- Berg, G. "The Indicator System" (El sistema indicador). En: 'Indicators of Viruses in Water and Food', Ann Arbor Science Publishers, Inc., Ann Arbor, Michigan. 1978.
- Berhardt, J. A. y Walton, G. "Water Quality" (Calidad del agua). En: 'Water Quality and Treatment', McGraw-Hill Book Company, Nueva York. 1971.
- Clark, H. F. y Kabler, P. W. "Reevaluation of the Significance of the Coliform Bacteria" (Reevaluación del significado de las bacterias coliformes). *Journal American Water Works Association*. 56: 931-936. 1964.
- Colwell, R. R., Austin, B. y Wan, L. "Public Health Considerations of the Microbiology of Potable Water" (Consideraciones de salud pública en la microbiología del agua potable). En: 'Evaluation of the Microbiology Standards for Drinking Water', Publication EPA-570/9-78-00C, Environmental Protection Agency, Washington. Págs. 65-75. 1978.
- Craun, G. F. "Impact of the Coliform Standard on the Transmission of Disease (Impacto de las normas sobre coliformes en la transmisión de enfermedades). En: 'Evaluation of the Microbiology Standards for Drinking Water', Publication EPA-570/9-78-00C, Environmental Protection Agency, Washington. Págs. 21-35. 1978.
- Deaner, D. G. y Kerri, K. D. "Regrowth of the Fecal Coliforms" (Recrecimiento de coliformes fecales). *Journal American Water Works Association*. 61: 465-468. 1969.
- Geldreich, E. E., Bordner, R. H., Huff, C. B. y Kabler, P. W. "Type Distribution of Coliform Bacteria in the Feces of Warm-Blooded Animals" (Distribución por tipos de las bacterias coliformes en las heces de animales de sangre caliente). *Journal Water Pollution Control Federation*. 34: 295-301. 1962.
- Geldreich, E. E., Kenner, B. A. y Kabler, P. W. "Occurrence of Coliforms, Fecal Coliforms and Streptococci on Vegetation and insects" (Presencia de coliformes, coliformes fecales y estreptococos en la vegetación e insectos.) *Applied Microbiology*. 12 (No. 1): 63-69. 1964.
- Geldreich, E. E. y Kenner, B. A. "Concepts of Fecal Streptococci in Stream Pollution" (Conceptos sobre los estreptococos fecales en la contaminación de corrientes). *Journal Water Pollution Control Federation*. 41: R336-R352. 1969.
- Geldreich, E. E. 'Sanitary Significance of Fecal Coliforms in the Environment' (Significado sanitario de los coliformes fecales en el ambiente). Publication WP-20-3. Federal Water Pollution Control Administration, Department of the Interior; Washington. 1966.
- Geldreich, E. E. "Bacterial Populations and Indicator Concepts in Feces, Sewage, Storm Water and Solid Waste" (Poblaciones bacterianas y conceptos indicadores en heces, aguas residuales, aguas de lluvia y residuos sólidos).

**Cuadro 6-5** Porcentajes de diferentes tipos de sistemas de abastecimiento de agua en los que se encontró un promedio de coliformes (generales) mayor de 1/100 ml.

| Tipo de sistema    | No clorado | Clorado<br>sin residuos | Con residuos<br>detectables |
|--------------------|------------|-------------------------|-----------------------------|
| Manantial          | 39         | 17                      | 0                           |
| Manantial y Pozo   | 41         | 28                      | 0                           |
| Pozo               | 8          | 5                       | 0                           |
| Superficial        | 64         | 7                       | 2                           |
| Superficial y Pozo | 100        | 16                      | 3                           |



- En: G. Berg, editor, 'Indicators of Viruses in Water and Food', Ann Arbor Science Publishers, Inc., Ann Arbor, Michigan. 1978.
- Geldreich, E. E., Allen, M. J. y Taylor, R. H. "Interferences to Coliform Detection in Potable Water Supplies" (Interferencias en la detección de coliformes en abastecimientos de agua potable). En: 'Evaluation of the Microbiology Standards for Drinking Water', Publication EPA-570/9-78-00C, Environmental Protection Agency, Washington. págs. 13-20. 1978.
- Hanye, P. D. "Evaluation of Microbiological Standards for Drinking Water" (Evaluación de normas microbiológicas para el agua potable). 'Evaluation of the Microbiology Standards for Drinking Water', Publication EPA-570/9-78-00C, Environmental Protection Agency, Washington. Págs. 125-141. 1978.
- Hoff, J. C. "The Relationship of Turbidity to Disinfection of Potable Water" (La relación entre turbidez y desinfección de agua potable). En: 'Evaluation of the Microbiology Standards for Drinking Water', Publication EPA-570/9-78-00C. Environmental Protection Agency, Washington. Págs. 103-117. 1978.
- Kabler, P. W. y Clark, H. F. "Coliform Group and Fecal Coliform Organisms as Indicators of Pollution in Drinking Water" (Grupo coliforme y grupo coliforme fecal como indicadores de la contaminación del agua potable). *Journal American Water Works Association*. 52: 1577-1579. 1960.
- Litsky, W. "The Coliform MCL: Can We Defend It?" (El MCL coliforme: ¿Podemos defenderlo?). En: 'Evaluation of the Microbiology Standards for Drinking Water', Publication EPA-570/9-78-00C, Environmental Protection Agency, Washington. Págs. 199-204. 1978.
- McCabe, L.J. "Chlorine Residual Substitution-Rationale" (Sustitución del cloro residual —Justificación). En: 'Evaluation of the Microbiology Standards for Drinking Water', Publication EPA-570/9-78-00C, Environmental Protection Agency, Washington. Págs. 57-63. 1978.
- McFeters, G. A., Schillinger, J. E. y Stuart, D. G. "Alternative Indicators of Water Contamination and Some Physiological Characteristics of Heterotrophic Bacteria in Water" (Indicadores alternativos de la contaminación del agua y algunas características fisiológicas de la bacteria heterotrófica en el agua). En: 'Evaluation of the Microbiology Standards for Drinking Water', Publication EPA-570/9-78-00C, Environmental Protection Agency, Washington. Págs. 37-48. 1978.
- Muenz, L. "Some Statistical Considerations in Water Quality Control" (Algunas consideraciones estadísticas en el control de la calidad del agua). En: 'Evaluation of the Microbiology Standards for Drinking Water', Publication EPA-570/9-78-00C, Environmental Protection Agency, Washington. Págs. 49-55. 1978.
- Pipes, W. O. "Alternative Means of Determining Compliance" (Mecanismos alternativos para determinar el cumplimiento de las normas) En: 'Evaluation of the Microbiology Standards for Drinking Water', Publication EPA-570/9-78-00C, Environmental Protection Agency, Washington. Págs. 215-218. 1978.
- Rohlich, G. A. y otros. 'Drinking Water and Health' (Agua potable y salud). Safe Drinking Water Committee, National Academy of Sciences. Washington. 1977.
- Sobsey, M. D. 'Source Document on Enteric Viruses' (Documento fuente sobre virus entéricos). Agency for International Development. Washington. 1979.
- Subrahmanyam, T. P., Schiemann, D. A. y Rhodes, A. J. "Canadian Drinking Water Standards" (Normas de agua potable de Canadá). En: 'Evaluation of the Microbiology Standards for Drinking Water', Publication EPA-570/9-78-00C, Environmental Protection Agency, Washington. Págs. 189-194. 1978.
- Taylor, E. "Experiences with the Coliform Standard Under the Interstate Carrier Program" (Experiencias con la norma de coliformes durante el programa interestatal de portadores). En: 'Evaluation of the Microbiology Standards for Drinking Water', Publication EPA-570/9-78-00C. Environmental Protection Agency, Washington. Págs. 153-157. 1978.
- Wolf, W. W. "Wastewater Reuse and the Problems of Waterborne Disease" (Reutilización de aguas residuales y los problemas de enfermedades transmitidas por agua). En: 'Evaluation of the Microbiology Standards for Drinking Water', Publication EPA-570/9-78-00C, Environmental Protection Agency, Washington. Págs. 119-123. 1978.
- Woodward, R. L. "How Probable is the Most Probable Number?" (¿Qué tan probable es el número más probable?). *Journal American Water Works Association*. 49: 1060-1068. 1957.

## **Efectividad del tratamiento del agua en la salud pública**

### **EL ROL DEL TRATAMIENTO DEL AGUA EN LA SALUD PÚBLICA**

La evaluación del tratamiento del agua como una herramienta para proteger la salud pública requiere la comprensión de su rol dentro del contexto de la gran cantidad de medidas existentes dirigidas a controlar el impacto de los sistemas de aguas potables sobre la salud.

Muy realistamente, el tratamiento debe considerarse como el último recurso. Algunas veces, las condiciones locales hacen imposible o antieconómico producir un abastecimiento satisfactorio de agua potable sin tratamiento. En otros casos, la adopción del tratamiento puede reflejar la incapacidad por parte de los planificadores, ingenieros y administradores para desarrollar sistemas adecuados mediante alternativas más simples, más confiables y más baratas. No debe implementarse el tratamiento sin una buena razón, ya que con frecuencia pueden encontrarse soluciones mucho mejores.

El suministro de agua potable comienza con un paso crucialmente importante, la elección de la fuente. Esta elección implica tres consideraciones fundamentales, siendo la primera que el agua esté disponible en cantidad suficiente. Es claro que no existe un sustituto para la provisión de un abastecimiento de agua suficiente para cubrir las necesidades de la comunidad en cuestión y que las metas de un proyecto de abastecimiento de agua no podrán alcanzarse sin un caudal adecuado. Es importante anotar que el rol que juega un sistema en la integridad de la salud pública se ve seriamente comprometido si el agua no puede suministrarse continua-

mente en cantidades adecuadas para cubrir las necesidades de la comunidad y manteniendo en todo momento la presión adecuada en todo el sistema de distribución.

Conseguida la cantidad adecuada, la siguiente característica más importante de una fuente es la calidad del agua. No existe ninguna medida absoluta de la calidad en un sistema de abastecimiento de agua real. Su adecuación a los criterios de salud puede considerarse como un factor de la probabilidad estadística de que genere impactos adversos. Al evaluar estos riesgos, los profesionales del área tienden a ser conservadores, debido a la gran responsabilidad de proteger la salud de grandes sectores de la población. En consecuencia, las normas para proteger la calidad del agua empiezan generalmente con la elección de la fuente con mejor calidad disponible, dentro de restricciones económicas razonables.

Cuando más de una fuente es adecuada tanto en cantidad como en calidad, la tercera consideración importante es la de los costos totales.

La selección de fuentes para abastecimientos públicos y su posterior protección depende en gran medida de una inspección sanitaria. Esta inspección identifica y evalúa las condiciones que podrían ser potencialmente peligrosas para la integridad del sistema de agua potable. Con frecuencia, la inspección sanitaria incluye la toma de muestras y la realización de análisis en el laboratorio, pero va más allá de esa simple recolección de datos, evaluando los peligros básicos de la fuente y de otros elementos del sistema que podrían causar problemas en el futuro, sea que al momento de la reco-

lección de muestras existan deficiencias reales en la calidad o no. La inspección es un factor clave en la determinación de la necesidad de tratamiento (McJunkin, 1976).

Para ilustrar la importancia de la elección de la fuente en la determinación del tipo y del grado de tratamiento requerido, considérese una comunidad que debe elegir entre usar una corriente superficial o desarrollar un sistema de aguas subterráneas. Casi todos los abastecimientos de aguas superficiales están expuestos a la contaminación por escorrentías y por fuentes puntuales de aguas residuales, por lo que generalmente requieren un amplio tratamiento antes de usarlos como abastecimientos de agua potable. En cambio, cuando existe la oportunidad de usar manantiales o pozos, el efecto combinado del tiempo de desplazamiento y de la filtración a través del suelo suministra frecuentemente una eliminación natural y muy efectiva de los constituyentes indeseables. En consecuencia, el agua tomada de una buena fuente de aguas subterráneas con frecuencia necesita poco o ningún tratamiento adicional para corregir sus deficiencias en cuanto a calidad, aunque puede usarse la cloración para asegurar un remanente en todo el sistema de distribución que proteja a los consumidores contra una contaminación posterior del agua.

El sistema de distribución tiene una importancia crucial en el mantenimiento de una calidad adecuada en el agua entregada para el consumo. Este debe contar con una capacidad y otras características de diseño adecuadas, no debiendo existir oportunidades para su contaminación, ya que esto anularía los resultados de una cuidadosa elección de la fuente y de un adecuado tratamiento del agua.

No está de más enfatizar la importancia de un monitoreo adecuado para salvaguardar la calidad del agua desde la fuente hasta el consumidor. Este debe considerarse, sin embargo, en un contexto amplio ya que un monitoreo adecuado no se queda en la simple recolección de muestras y su análisis bacteriológico o químico, sino que incluye a todas las actividades necesarias para asegurar que los componentes del sistema funcionen sin riesgo y sin fallas en este aspecto. Se ha dicho que (McJunkin, 1976):

El monitoreo no consiste simplemente en descubrir lo que está mal y arreglarlo, también incluye la implementación de medidas correctoras para reducir o eliminar los riesgos para la salud y la recomendación de mejoras en todo lo que sea posible, apoyando y estimulando la

implementación de las mismas. El monitoreo también incluye actividades más generales para mejorar la seguridad de los abastecimientos de agua potable —por ejemplo, la capacitación de los operadores o la educación sanitaria de la población para la prevención de las enfermedades entéricas transmitidas por agua.

Es principalmente mediante el monitoreo que las personas y entidades concedoras son capaces de identificar los problemas en curso, anticipar otros que todavía no hayan ocurrido pero que amenacen presentarse y, lo más importante, evitar que se presenten.

Debe quedar claro que el tratamiento del agua representa solamente una parte de la compleja matriz de herramientas disponibles para controlar los impactos de los sistemas de agua potable sobre la salud. El debe aplicarse juiciosamente y sólo dentro del contexto de todas las alternativas contenidas en la matriz.

## DIFERENTES METAS DEL TRATAMIENTO DEL AGUA

Como se indicó anteriormente, el rol básico de un tratamiento del agua a nivel comunal es corregir las deficiencias en la calidad. Sin embargo, debe reconocerse que no todas las deficiencias están relacionadas con la salud. Algunas normas, específicamente las referidas a la calidad bacteriológica del agua, buscan específicamente la protección de la salud pública. Otras normas establecidas debido a la preocupación respecto a potenciales impactos sobre la salud incluyen las referidas a metales pesados, sustancias radioactivas, nitratos, fluoruros y algunos productos químicos orgánicos específicos.

El tratamiento frecuentemente busca corregir las características estéticas del agua que guardan muy poca, o ninguna, relación con los problemas de salud reales o potenciales. Por ejemplo, la eliminación del hierro, del manganeso, de los fenoles y de otras sustancias capaces de producir sabores u olores indeseables constituye algunas veces la motivación principal para el tratamiento. De igual manera, se implementa con frecuencia el tratamiento para corregir la corrosividad del agua o su tendencia a formar incrustaciones en las tuberías y en los calentadores.

En ciertos casos, el tratamiento puede corregir una característica que de otra manera podría interferir con el uso del agua en ciertos procesos indus-

triales. En algunas comunidades, esto se ha hecho debido a la importancia de la industria en la comunidad y al reconocimiento de que resultaba más económico realizar en la planta municipal el tratamiento necesario para brindar el agua adecuada para las necesidades de la industria que realizarlo en las propias instalaciones industriales. En otros casos, puede ser mejor dejar el tratamiento especial a la misma industria, debido al costo excesivo de aplicar estas medidas en la municipalidad a toda el agua utilizada.

## EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

Los tipos de procesos de tratamiento que deben usarse en las plantas de purificación del agua y las eficiencias que deben obtenerse con ellos dependen en última instancia de los constituyentes que forman el agua cruda y sus concentraciones aceptables en los usos que se le va a dar al agua. El grado específico de remoción necesario para cada componente es aquel requerido para corregir la calidad del agua cruda y satisfacer las necesidades especificadas para el producto final (el agua tratada). Para llegar a estas decisiones, deben poderse definir las metas en cuanto a calidad de agua en términos cuantitativos y precisos.

Con respecto a la protección de la salud, se necesita una base para evaluar los riesgos que acompañan a las diferentes concentraciones de constituyentes específicos del agua. Cuando se dispone de la información respecto a la concentración de cada constituyente en el agua cruda y de la concentración final que sería aceptable en el abastecimiento final, ella puede usarse para especificar qué tratamiento debe implementarse. Frecuentemente pueden establecerse las correlaciones entre los constituyentes del agua y los riesgos para la salud causados por su presencia, ya sea mediante estudios epidemiológicos o mediante estudios en animales. Sin embargo, con frecuencia se tropieza con dificultades en ambos casos ya que es posible que recién después de muchos años de consumir agua aparezcan niveles reducidos de daños crónicos o genéticos.

Algunas veces es posible evaluar las condiciones mediante la medición directa de los constituyentes, usando quizás técnicas analíticas muy complejas y sofisticadas, pero en otros casos ni siquiera estas

técnicas pueden producir la información requerida para una valoración precisa de los riesgos para la salud. En estos casos, puede ser necesario usar parámetros diferentes al de la concentración de uno o más constituyentes específicos del agua. Discutiremos brevemente algunos aspectos de la evaluación de la calidad del agua para estimar sus riesgos con respecto a la salud.

### Enfermedades contagiosas

Un método obvio para evaluar la calidad del agua respecto a la transmisión de enfermedades sería enumerar la cantidad de organismos patógenos presentes en muestras representativas de agua, pero esto podría presentar serios problemas. Por la ruta del agua pueden transmitirse muchos patógenos, los cuales tienen diferencias muy amplias en cuanto a sus características, al número de ellos que se necesita ingerir para producir la probable infección, al número de ellos que son descargados en las aguas residuales por los huéspedes infectados, a su tiempo de supervivencia fuera del huésped en aguas naturales y a su resistencia a la destrucción o eliminación mediante diferentes procesos de tratamiento del agua.

La enumeración directa de los patógenos sería difícil y cara. Se necesitan muchas técnicas para aislar e identificar los diferentes tipos ya que los métodos apropiados para evaluar a unos no lo serían para otros. Algunos (por ejemplo, el virus de la hepatitis) no son cuantificables de ninguna manera. Rara vez se dispone de la experiencia necesaria para conducir este tipo de pruebas en los laboratorios de análisis de agua y, aun si la existiera, las dificultades analíticas y el tedioso trabajo necesario para medir el número de patógenos, que generalmente es bajo en la mayoría de aguas, especialmente después del tratamiento, daría como resultado costos muy altos. Además de estas desventajas, los resultados de estos análisis no constituirían el tipo de información más deseable. El que se logre aislar o no un organismo patógeno podría depender solamente de si éste estaba presente o no en la muestra específica de agua estudiada. Un abastecimiento de agua al cual se le considerara seguro mediante este método podría sin embargo resultar inseguro poco después, al recibir las descargas provenientes de una o más personas afectadas por la enfermedad en cuestión.

Un método mucho más preferible sería emplear una técnica que mida el "riesgo" en términos de

la posibilidad de que el sistema reciba patógenos; en otras palabras, el grado de contaminación reciente por descargas de aguas residuales. Este potencial para transmitir enfermedades contagiosas se evalúa generalmente mediante la enumeración de "organismos indicadores". Uno de tales organismos es la *Escherichia coli*, que se descarga en grandes cantidades de los intestinos de las personas. La medición del número de organismos *E. coli* en el agua indica el grado en el cual el agua ha sido contaminada por heces humanas. Esto brinda una mejor medida del "riesgo" de que se transmitan organismos patógenos por un sistema de abastecimiento de agua, tanto en el presente como en el futuro.

Los organismos indicadores más comúnmente usados en el campo del tratamiento del agua son los del "grupo coliforme" que incluye, además de la *E. coli*, algunos organismos provenientes de otros animales y de los suelos. Este grupo amplio de bacterias está presente en gran cantidad y es fácil de identificar y contar en las condiciones normales de la mayoría de laboratorios de análisis de agua. También brinda una evaluación más conservadora de la operación de la planta de tratamiento que otros grupos menos amplios ya que un buen tratamiento debe ser capaz de reducir inclusive a este grupo más amplio y diverso hasta casi su desaparición. En general, los estudios han mostrado que las características de supervivencia de los organismos coliformes son similares a las bacterias patógenas importantes, lo que permite tener confianza en la seguridad del agua una vez que el grupo coliforme ha sido erradicado por el tratamiento.

Desafortunadamente, la ausencia de coliformes brinda una medida de la seguridad menos exacta respecto a los virus y protozoarios patógenos. Se han expresado serias reservas sobre la confiabilidad de esta prueba, lo que ha llevado a la búsqueda de otros tipos de organismos indicadores que pudieran ser más adecuados para este propósito. Hasta la fecha no se ha logrado un consenso sobre los diferentes organismos alternativos propuestos.

Actualmente, la seguridad del agua con respecto a la transmisión de enfermedades contagiosas se evalúa principalmente en términos de la población de bacterias coliformes. El nivel permisible utilizado en muchas áreas del mundo para los abastecimientos de agua es de aproximadamente 1 orga-

nismo coliforme por cada 100 ml de agua. Esto no incluye totalmente la posibilidad de adquirir una infección intestinal, pero constituye una norma práctica establecida en parte mediante la experiencia. Este nivel puede lograrse económicamente en la mayoría de sistemas de abastecimiento de agua y parece limitar la incidencia de las enfermedades transmitidas por agua por debajo del límite de detección. Un reciente e importante estudio desarrollado en los EE. UU. llegó a la siguiente conclusión (Rohlich, 1977):

El método actualmente utilizado de un número permisible de coliformes parece adecuado para proteger la salud pública cuando el agua cruda se obtiene de una fuente protegida, se le da un tratamiento adecuado y se le distribuye por un sistema libre de contaminación. Los actuales niveles permisibles de coliformes no son aplicables al agua obtenida directamente mediante la reutilización de aguas residuales.

Esto sugiere que el nivel que parece ser completamente adecuado en muchas naciones industrializadas, donde la incidencia de las enfermedades transmitidas por agua es baja, puede ser menos satisfactorio en países con una mayor incidencia de estas enfermedades. En un área con una elevada incidencia de enfermedades transmitidas por agua, un tratamiento destinado a producir el mismo nivel de organismos coliformes seguramente daría como resultado la ingestión de un número mayor de patógenos debido a la mayor proporción de organismos patógenos respecto a coliformes en las descargas de aguas residuales.

Para las operaciones diarias de monitoreo se emplean otros procedimientos analíticos más rápidos. Uno se basa en la medición a intervalos frecuentes de la turbidez en la planta y en todo el sistema de distribución. Los alejamientos significativos de los niveles de turbidez, que son generalmente muy bajos en los sistemas adecuadamente operados, señalarían que se ha presentado una situación indebida, quizás por la operación inadecuada de la planta de tratamiento o por la existencia de conexiones cruzadas en el sistema de distribución. También se usa la medición del cloro residual con similares propósitos. La utilización de este tipo de pruebas, además de los análisis bacteriológicos, ofrece la ventaja de brindar métodos simples para identificar la presencia de riesgos de deterioro de la calidad del agua.

### Sustancias químicas inorgánicas

El contenido permisible de sustancias químicas inorgánicas en el agua puede definirse generalmente en forma directa en términos de la concentración de la sustancia química en cuestión. En consecuencia, la evaluación de la calidad del agua cruda en este aspecto implica generalmente la medición de las concentraciones de metales pesados, cloruros, sulfatos, nitratos, fluoruros y otras sustancias mediante el uso de métodos analíticos de fácil implementación. Posteriormente pueden establecerse las exigencias del tratamiento comparando la información obtenida con las concentraciones permisibles especificadas para los sistemas de agua potable.

### Sustancias químicas orgánicas

La especificación de concentraciones permisibles de productos químicos orgánicos en el agua potable presenta problemas especiales debido a las dificultades en el análisis del agua, ya que estos constituyentes se presentan en bajas concentraciones. Durante varios años, la norma norteamericana incluyó una concentración máxima recomendada para la "extracción con carbón y cloroformo" (CCE). Esta medición empírica de la materia orgánica se lograba mediante la filtración de una gran muestra de agua a través de carbón activado para posteriormente eluir las sustancias orgánicas del carbón con cloroformo. La prueba tenía poco valor para determinar la seguridad del agua debido a su naturaleza muy amplia y a la ausencia de una información definitiva sobre los tipos de sustancias orgánicas presentes. La lógica era simplemente que el contenido de sustancias orgánicas del agua debía mantenerse en un nivel bajo. Si el agua presentaba lo que se consideraba, empíricamente, un contenido excesivo de sustancias orgánicas, debían tomarse las medidas para reducirlo durante el tratamiento, generalmente utilizando carbón activado para su adsorción.

Actualmente, se han establecido niveles para varios tipos específicos de insecticidas, cuyas significativas implicaciones para la salud son ampliamente reconocidas, y para otros compuestos orgánicos. Los hidrocarburos clorados, especialmente los trihalometanos, están despertando un gran interés en algunos países. La identificación de trazas de

la mayoría de sustancias orgánicas en el agua requiere de técnicas de análisis muy sofisticadas, que generalmente están muy lejos de la capacidad de los equipos y del personal de las instalaciones de tratamiento de agua normales. Si se requiere el análisis de estos constituyentes, generalmente debe brindarse un personal y un instrumental de análisis especiales, a menudo sobre la base de consultorías.

## MECANISMOS PARA REDUCIR LOS RIESGOS PARA LA SALUD MEDIANTE EL TRATAMIENTO

### Remoción física

Algunos procesos de tratamiento del agua funcionan simplemente removiendo los constituyentes indeseables sin ningún cambio significativo en su naturaleza. Por ejemplo, la sedimentación o la filtración pueden remover las bacterias y virus del agua eficientemente sin influir en la viabilidad de estos organismos. Por supuesto, la viabilidad de los organismos es importante cuando se evalúa la disposición de cienos y otros subproductos de las instalaciones de tratamiento, ya que generalmente éstos contienen concentraciones mucho mayores de constituyentes indeseables que el agua que ingresa a la planta. Otros procesos que funcionan principalmente mediante la separación incluyen a la destilación, la ósmosis inversa y otros procesos utilizando membranas.

### Pretratamiento para una mayor remoción

En algunos casos, los constituyentes pueden separarse después de un pretratamiento para facilitar el proceso de remoción. Por ejemplo, los metales pesados frecuentemente se remueven mediante una precipitación que transforma los iones solubles en formas insolubles, pasando luego a la sedimentación y, quizás, a la filtración. La remoción de bacterias y virus puede mejorarse sustancialmente mediante una coagulación que las aglomere en partículas más grandes antes de la sedimentación. La remoción del hierro y el manganeso puede mejorarse mediante una aireación o una cloración que oxide al metal a un estado de mayor valencia, faci-

litando su precipitación para luego removerlo mediante sedimentación y filtración.

### **Destrucción**

Otros tipos de procesos funcionan destruyendo las características indeseables de los constituyentes, ya sea antes de su remoción en proceso posterior o, algunas veces, sin que exista remoción. Por ejemplo, la cloración del agua puede oxidar los sulfuros y otros agentes reductores convirtiéndolos a formas químicas diferentes que ya no sean indeseables. En forma similar, los cianuros pueden oxidarse para obtener productos inocuos que no requieran su posterior remoción. Por otro lado, los compuestos orgánicos del hierro algunas veces son oxidados utilizando cloro u ozono para romper el enlace entre la molécula orgánica y el hierro. En general, los procesos de desinfección funcionan mediante una reacción química con enzimas o con otros componentes celulares para inactivar al organismo y destruirlo efectivamente como sistema viviente.

### **Efectos secundarios**

En algunos casos, el tratamiento juega un rol que puede ser secundario pero importante para determinar la eficiencia de la desinfección. Se ha observado que la desinfección de aguas turbias puede ser difícil de lograr eficientemente debido a que algunos organismos son protegidos por las partículas de la turbidez, bloqueando el contacto entre ellos y los compuestos de cloro. Posteriormente, cuando el cloro se ha disipado, ellos pueden separarse de las partículas de turbidez y mantenerse viables en el agua. En consecuencia, la remoción de la turbidez se considera como una faceta importante del tratamiento del agua para la destrucción de bacterias y virus patógenos, aun cuando la turbidez en sí misma no cumple un rol directo en la transmisión de enfermedades.

## **PROTECCIÓN CONTRA BACTERIAS PATÓGENAS**

Una consideración importante en el diseño, construcción y operación de una planta de tratamiento de agua es la reducción del riesgo de transmisión de bacterias patógenas a la población.

Por las razones discutidas anteriormente, la calidad bacteriológica del agua se valora en la práctica mediante la enumeración de bacterias coliformes. Esto también permite la evaluación de la efectividad del sistema de tratamiento en reducir el riesgo de transmisión de enfermedades por medio del agua, sea que existan patógenos presentes en el momento de la medición o no. Algunos investigadores han adoptado un enfoque aun más amplio para evaluar la eficiencia, analizando la remoción de bacterias, representada por el recuento en placa del total y no sólo de los organismos coliformes.

### **Efectos del almacenamiento en la calidad bacteriológica**

Desde hace tiempo se sabe que los procesos de autopurificación de la naturaleza sirven para reducir los riesgos de transmisión de enfermedades por intermedio del agua. Esto se ha observado mediante mediciones del número de patógenos, así como con el monitoreo de organismos coliformes o de toda la población bacteriana.

Algunos han observado que, después de la descarga de aguas residuales municipales en una corriente, existe, durante un corto período, un incremento en la población de organismos coliformes. Unos han atribuido esto a una ruptura de las agrupaciones de bacterias, lo que produciría sólo un aparente incremento. Otros han concluido que en realidad sí se estaba produciendo ese crecimiento de organismos coliformes en la corriente. Por otro lado, no se ha observado el crecimiento de organismos patógenos en corrientes receptoras donde las condiciones eran desfavorables con respecto a las necesidades ambientales bastante especiales de la mayoría de organismos patógenos.

Posteriormente, se ha observado que el número de organismos patógenos y coliformes desciende con el tiempo, debido a su extinción. Muchos factores afectan a la velocidad de extinción, incluyendo a la temperatura, el pH, la presencia de organismos depredadores y la concentración de materiales contaminantes en el agua. Se ha informado (Fair, Geyer y Okun, 1968) que la destrucción de la bacteria entérica es más rápida en aguas fuertemente contaminadas que en corrientes limpias, en clima caliente que en frío y en corrientes superficiales turbulentas que en masas acuáticas profundas y lentas.

Los índices específicos de remoción comunicados por anteriores investigadores varían ampliamente,

dependiendo de las condiciones experimentales bajo las cuales se llevaron a cabo sus estudios. En consecuencia, deben tomarse grandes precauciones al intentar proyectar cualquier relación cuantitativa entre el tiempo de almacenamiento y el posible grado de reducción en el número de patógenos. Los datos resumidos de unos cuantos investigadores sugieren que la remoción varía entre un 50% y un 99% para las bacterias entéricas con un almacenamiento de tres a sesenta días (Wagner, 1959; Fair, Geyer y Okun, 1968; Anon, 1979). McJunkin (1976) informa que el almacenamiento del agua durante 48 horas da como resultado la muerte de las cercarias responsables de la transmisión de la esquistosomiasis.

**Remoción física en plantas de tratamiento de agua**

Se ha informado que la filtración lenta en arena remueve un 85-99% de las bacterias patógenas del agua. Esto puede atribuirse a la efectividad del proceso de filtración en la remoción de materia suspendida, incluyendo a las bacterias, y a la extinción natural de las bacterias durante el almacenamiento en el filtro bajo condiciones ambientalmente desfavorables para su supervivencia (Wagner, 1959).

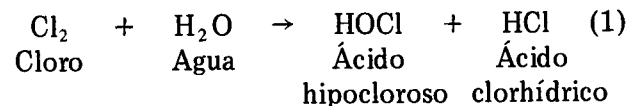
Generalmente se puede lograr una mayor eficiencia operando adecuadamente plantas con filtros de arena rápidos. La coagulación y la sedimentación pueden lograr una remoción de las bacterias en el rango de 95-99%. Cuando a continuación se utilizan filtros rápidos, la remoción general puede fácilmente superar el 90% en una planta operada adecuadamente.

**Desinfección**

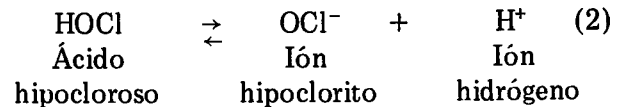
A pesar de la amplia remoción de bacterias mediante diferentes procedimientos de tratamiento del agua, la desinfección continúa siendo la principal línea de defensa contra la transmisión de enfermedades por medio del agua. Aun una remoción superior al 99.9% de los organismos coliformes de las aguas superficiales típicas será por lo general inadecuada para asegurar la seguridad del agua respecto a la transmisión de enfermedades, según las normas comúnmente aceptadas para los abastecimientos de agua potable. En consecuencia, la obtención de un producto final concordante con estas normas casi siempre depende fuertemente de una

desinfección efectiva. La filtración lenta o la coagulación, sedimentación y filtración rápida, seguidas por la desinfección del agua tratada pueden virtualmente asegurar la eliminación de riesgos significativos de transmisión de enfermedades contagiosas por vía del agua potable.

El desinfectante que se ha estado utilizando por tres cuartos de siglo con gran éxito es el cloro. Debe saberse que la adición de cloro al agua puede dar como resultado en la práctica la formación de varios desinfectantes diferentes, debido a las sucesivas reacciones entre el cloro y los constituyentes del agua. La adición de cloro al agua produce inicialmente la formación de ácido hipocloroso (HOCl) según la siguiente reacción:

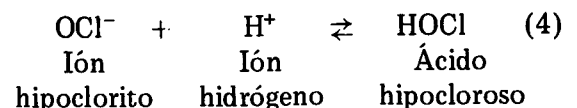
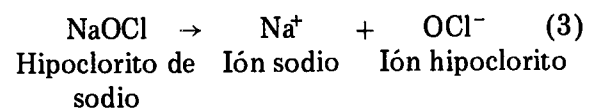


El ácido hipocloroso se disocia posteriormente en el agua para producir iones hipocloritos (OCl<sup>-</sup>), como se muestra en la siguiente ecuación:



En general se acepta que el ácido hipocloroso es el agente aniquilador más efectivo. En un abastecimiento de agua en el que las reacciones anteriores sean las únicas que se produzcan, el porcentaje de ácido hipocloroso presente dependerá principalmente del pH (acidez) del agua. La suma del ácido hipocloroso más el ión hipoclorito recibe el nombre de "cloro residual libre".

Vale la pena puntualizar que se puede producir un "residuo de cloro libre" en un abastecimiento de agua mediante la adición de otros agentes, aparte del gas cloro. Por ejemplo, la adición de hipoclorito de sodio (NaOCl) puede producir la introducción de iones hipoclorito en el agua. Estos entran luego exactamente en el mismo equilibrio químico que se presentó líneas arriba:





En este caso, la efectividad del desinfectante es idéntica a la del producido mediante la adición de una cantidad equivalente de cloro, pues es claro que finalmente se obtienen los mismos productos en la solución (ecuación No. 4) y el mismo potencial de aniquilación de bacterias, cualquiera que sea la fuente. Aunque el hipoclorito puede ser efectivo para producir el tipo de residuo de cloro deseado, debe anotarse que los productos comerciales tienden a perder su fuerza con el tiempo. En consecuencia, deben tomarse precauciones al almacenar y aplicar estos productos para asegurarse que sigan siendo efectivos al momento de usarlos.

La figura 7-1 resume valores para el cloro residual y para los tiempos de contacto que se han recomendado durante muchos años para la desinfección de agua potable (Anon., 1951). Wagner (1959) ha sugerido el mantenimiento de una cantidad residual de 0.5 mg/1 con un contacto de treinta minutos para la desinfección normal y de 2 mg/1 con treinta minutos de contacto para el control de quistes améebicos.

Debido a la posible interferencia de la turbidez en el contacto entre el cloro y los organismos, el momento más efectivo para la cloración es después de la filtración. En muchas plantas, se ha empleado

la cloración múltiple para el tratamiento de abastecimientos de agua con un alto recuento de bacterias. Esto implica la adición de una dosis elevada de cloro cuando el agua recién ingresa a la planta de tratamiento y el mantenimiento de cloro residual a lo largo de todo el proceso, generalmente durante varias horas. Después de la filtración, puede añadirse una cantidad adicional de cloro, si es necesario, para elevar el cloro residual al nivel deseado antes de bombear el agua al sistema de distribución. En otros casos, puede añadirse dióxido de azufre u otro agente reductor para disminuir el cloro residual si continúa siendo demasiado alto luego de pasar por toda la planta.

Un nivel elevado de cloro residual produce una desinfección extremadamente efectiva, pero recientemente se ha desarrollado en los EE.UU. una reticencia a continuar con ese método. Ello puede atribuirse al reciente descubrimiento de que pueden formarse hidrocarburos clorados indeseables mediante la reacción entre el cloro y los constituyentes orgánicos del agua. Una forma de evitar su formación es postergar la cloración hasta que la mayoría del contenido orgánico del agua haya sido removido mediante los procesos de coagulación, sedimentación y filtración. Debido a la incertidumbre respec-

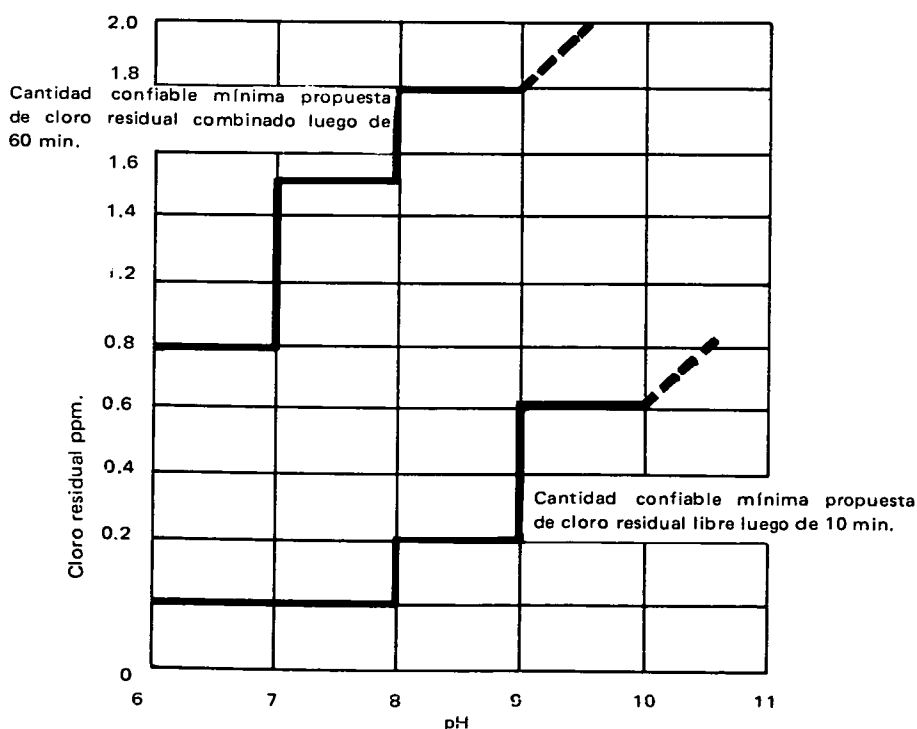


Figura 7-1 Cantidades mínimas de cloro residual disponible libre o combinado propuestas por Butterfield. (Fuente: Anónimo, 1951.)

to a los posibles efectos de los productos clorados sobre la salud, varias comunidades de los EE.UU. han descontinuado la precloración del agua.

Muchas comunidades en todo el mundo emplean ozono para la desinfección del agua. El ozono ofrece la ventaja de producir un desinfectante altamente activo que no reacciona para formar productos semejantes a las cloraminas que hacen más lenta o menos eficiente la desinfección. Además, tiene una menor tendencia a formar compuestos olorosos, los que algunas veces se producen en las reacciones entre el cloro y constituyentes orgánicos. Por el contrario, el ozono frecuentemente oxida a algunas sustancias orgánicas y reduce el sabor y el olor del agua tratada. Hasta el momento no se conoce de productos de reacción del ozono que pudieran presentar problemas similares a los de los hidrocarburos clorados anteriormente mencionados; pero algunos presumen, que de existir, ofrecerían menos riesgos que el cloro.

El ozono tiene la desventaja de ser sustancialmente más costoso que el cloro. También, debe ser producido en el punto de uso y al momento que se le necesita; no existe posibilidad de almacenamiento. Además, si se usa ozono, no es factible mantener un residuo del desinfectante que persista a lo largo de todo el sistema de distribución. Por lo tanto, muchos que están a favor del mantenimiento de una cantidad residual prefieren el cloro, ya que éste produce un residuo que se puede mantener en todo el sistema de distribución, brindando algún nivel de protección contra la contaminación posterior del agua a través de conexiones cruzadas, la infiltración de agua cruda hacia las tuberías cuando la presión desciende u otras deficiencias.

## PROTECCIÓN CONTRA VIRUS PATÓGENOS

El conocimiento con el que se cuenta para evaluar la calidad del agua y la efectividad del tratamiento con respecto a los virus es mucho menor que con respecto a las bacterias patógenas. El problema se origina en el inadecuado conocimiento sobre la cantidad de virus que debe ingerirse para que se produzca una enfermedad, lo que hace virtualmente imposible definir la meta que deben alcanzar los procesos de tratamiento. Gran parte de este problema se relaciona a su vez con la dificultad, y en algunos casos la imposibilidad, de

enumerar exactamente los virus presentes en el agua debido a los problemas inherentes al cultivo de muchos de ellos (por ejemplo, el de la hepatitis) en el laboratorio.

El principal problema se presenta en tratar de establecer la relación probable entre los organismos indicadores comúnmente usados (coliformes) y los virus presentes en el agua, para así evaluar los riesgos de infecciones virales. Más aún, no se conoce la relación que existe entre los patrones de supervivencia y la resistencia a los desinfectantes de los coliformes y los virus. Algunos virus que son factibles de enumerar en el agua potable podrían haber resultado útiles como indicadores para los patógenos, pero todavía no se conoce la relación entre estos organismos. Una reciente publicación de gran importancia en los EE.UU. sobre agua y salud (Rohlich, 1977) indicaba que "la seguridad del agua potable desde el punto de vista de los virus no puede definirse actualmente en términos numéricos".

Los procesos utilizados en la actualidad para tratar el agua potable no se desarrollaron específicamente para remover o destruir virus, pero la mayoría tienen un impacto importante en ese aspecto. La evaluación de la remoción de virus es difícil, debido a que las actuales técnicas de análisis permiten mediciones precisas sólo para números muy elevados —mucho mayores que los que normalmente se presentan en el agua destinada al consumo humano. A pesar de todos los problemas, los resultados de muchos estudios epidemiológicos y en laboratorios dan amplias razones para creer que la tecnología de tratamiento del agua vigente es capaz de asegurar una protección sustancial contra las enfermedades virales transmitidas por agua. Esta sección describirá brevemente algunos descubrimientos de otros investigadores con referencia a la remoción o destrucción de los virus presentes en el agua mediante varios procesos.

### Coagulación y sedimentación

Estos procesos se usan para aglomerar y remover del agua la materia suspendida y coloidal, incluyendo a bacterias y virus. Varios estudios extensos han indicado que con sistemas de coagulación y sedimentación cuidadosamente operados se puede conseguir la remoción de virus en un rango entre el 90% y un porcentaje sustancialmente mayor que el 99% (Rohlich, 1977; Sobsey, 1979). Se ha pun-

tualizado sin embargo que los virus removidos por adsorción en flóculo generalmente no son inactivados sino que continúan viables. En consecuencia, los cienos frecuentemente contienen altas concentraciones de virus entéricos por lo que podrían requerir un tratamiento adicional para inactivarlos o destruirlos antes de su disposición.

### Filtración

La filtración lenta ha mostrado ser capaz de remover virus del agua en más de un 99% en estudios de laboratorio. Un investigador (Slade, 1978) llevó a cabo un estudio de campo en el cual los virus entéricos fueron removidos de aguas contaminadas con un 97-99.8% de eficiencia, alcanzando en promedio un 98%. El concluyó que en estos filtros la remoción de virus era comparable a la de coliformes.

Debido al gran tamaño del grano de la arena, los filtros rápidos solos son relativamente ineficaces para remover virus. Sin embargo, ellos se usan generalmente en combinación con procesos de coagulación y sedimentación. La conjunción de los tres procesos produce generalmente una remoción superior al 99% mediante sedimentación, adsorción e incorporación en una materia suspendida lo suficientemente grande para ser removida mecánicamente.

### Ablandamiento mediante cal-sosa

El ablandamiento mediante cal-sosa se emplea en algunas plantas para remover el calcio, el magnesio o ambos. Se ha informado que la precipitación de calcio en un pH de aproximadamente 10 produce alrededor de un 75% de remoción de virus, principalmente atrapándolos en el precipitado, en forma similar a la coagulación y sedimentación. Cuando el proceso de cal sobrante se utiliza para precipitar magnesio, normalmente el pH se eleva por encima de 11. En estas condiciones, los virus no sólo son removidos por el flóculo, sino que son inactivados por el pH. Se ha observado que este proceso produce una remoción superior al 90%.

### Desinfección

La desinfección química parece ser el método más confiable para inactivar a los virus presentes en

el agua. El tratamiento mediante otros procesos previos a la desinfección sirve principalmente para reducir la carga de virus en el proceso de desinfección y para preparar el agua para una desinfección eficiente, removiendo la materia suspendida y otras sustancias que puedan interferir en el proceso.

La mayoría de virus entéricos son más resistentes al cloro que las bacterias entéricas. Como se observó en el caso de las coliformes y otras bacterias, el ácido hipocloroso parece ser el desinfectante más eficiente, debiendo mantenerse las dosis de cloro y pH que aseguren la existencia de un residuo. Sobsey (1979) ha concluido que: "es probable que se puedan obtener reducciones de virus entéricos en más del 99.9% en aguas relativamente limpias, con baja turbidez, baja concentración de sustancias orgánicas disueltas y un pH por debajo de 8.5, usando una cantidad de cloro residual libre de 0.5 mg/l y un tiempo de contacto de 30 minutos". Otros estudios en laboratorio han indicado que con 0.4 mg/l de cloro residual libre y 30 minutos de contacto se puede inactivar el virus infeccioso de la hepatitis. Se ha encontrado que las cloraminas son mucho menos efectivas que el cloro residual libre—quizás 50 veces menos.

El dióxido de cloro ( $\text{ClO}_2$ ) es menos reactivo con el amoníaco y se ve menos afectado por la temperatura y el pH, por lo que ofrece algunas ventajas sobre el cloro. El ozono ha demostrado ser muy efectivo para la inactivación de virus en dosis de 0.3-1.0 mg/l. Una desventaja de estos agentes es su incapacidad para mantener residuos hasta la entrega al consumidor final. En consecuencia, no garantizan por sí solos una protección contra la contaminación posterior del agua en el sistema de distribución.

### Resumen

Sobsey (1979) ha resumido la efectividad de los sistemas de tratamiento de agua en la reducción de virus como se muestra en el cuadro 7-1. En general, un sistema típico de coagulación con sulfato de aluminio o hierro, sedimentación, filtración y cloración debe reducir las concentraciones de virus entéricos en más de un 99.9995% (Lamb, 1980). En condiciones normales de operación, la reducción de virus esperada en una planta típica con tratamiento de filtro rápido debe aproximarse a 5.0-6.0 logs (99.999 a 99.9999%).

**Cuadro 7-1** Reducciones de virus esperadas en un sistema de tratamiento de agua.<sup>1</sup>

| Proceso de tratamiento                  | Reducción de virus — % |             |
|---|------------------------|-------------|
|   | Por proceso unitario   | Acumulativa |
| Coagulación-floculación y sedimentación | 99                     | 99          |
| Filtración                              | 90                     | 99.9        |
| Cloración                               | > 99.9                 | > 99.9999   |

<sup>1</sup> De Sobsey (1979).

## REDUCCIÓN EN EL CONTENIDO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS INORGÁNICAS

### Remoción en sistemas de tratamiento convencionales

Los sistemas de tratamiento de agua comúnmente empleados a nivel municipal tienen un rango de remoción de constituyentes inorgánicos que va desde 0 hasta 100%, dependiendo de muchos factores. Es claro que una consideración clave es la identificación del constituyente y de sus características físicas y químicas, en especial el tamaño de sus partículas. En general, las partículas suspendidas relativamente grandes pueden removerse eficientemente con los tratamientos empleados comúnmente para reducir la turbidez. De igual manera, la mayoría de materiales coloidales puede reducirse sustancialmente mediante procesos que sirven para reducir la turbidez coloidal y muchos otros constituyentes orgánicos naturales. La remoción de sustancias inorgánicas disueltas será mucho menos eficiente a menos que participen en la formación del flóculo o que precipiten mediante cambios en el pH, la oxidación por cloro u otros pasos desarrollados en el tratamiento.

La efectividad del proceso en la remoción de constituyentes inorgánicos depende también fuertemente de los procesos específicos empleados y de sus condiciones de operación. La remoción de una sustancia orgánica durante la coagulación con un pH relativamente bajo podría ser radicalmente diferente a la obtenida en un ablandamiento mediante cal-sosa con un pH muy alto. Por ejemplo, el ablan-

damiento sería muy eficiente para la remoción de muchos metales, mientras que la coagulación típica podría ser ineficaz. Muchos abastecimientos de aguas subterráneas podrían no recibir otro tratamiento que el de desinfección con cloro. Este no removería la mayoría de constituyentes inorgánicos, pero podría ser excelente para oxidar sulfuros. Por otro lado, algunos constituyentes podrían convertirse en más indeseables mediante la oxidación. Por ejemplo, la oxidación del hierro ferroso ( $\text{Fe}^{+2}$ ) a la forma férrica ( $\text{Fe}^{+3}$ ) podría causar precipitación y decoloración del agua. Algunas veces, ese problema puede evitarse añadiendo ciertas sustancias químicas al agua para evitar la precipitación debido a la adición de cloro u oxígeno.

### Pretratamiento para intensificar la remoción

Algunas veces, la remoción de un constituyente inorgánico durante un tratamiento convencional puede intensificarse sustancialmente mediante un pretratamiento adecuado o un cambio en los parámetros del proceso. Por ejemplo, muchos metales pueden removerse muy eficientemente mediante precipitación en un pH moderadamente alto. En consecuencia, si debe imponerse ese objetivo a un sistema de coagulación, sedimentación y filtración, frecuentemente es posible evitar la inclusión de etapas adicionales al tratamiento mediante la modificación del proceso. Algunas veces, la remoción de metales puede intensificarse cambiando las dosis de cal y sulfato de aluminio para operar el proceso con un pH por encima del rango óptimo normal. En otros casos, es preferible cambiar los coagulantes, utilizando quizás un compuesto de hierro que puede adecuarse mucho mejor a la formación del flóculo en un rango del pH que produzca una buena remoción del metal.

Frecuentemente se usa la cloración antes de la coagulación para intensificar la remoción de algunos constituyentes. El hierro inorgánico puede removerse mediante coagulación y sedimentación si está presente en su forma trivalente ( $\text{Fe}^{+3}$ ). Algunas veces, el hierro en el agua cruda se encuentra en su estado divalente ( $\text{Fe}^{+2}$ ) o puede estar combinado en una estructura compleja con materia orgánica. La precloración puede con frecuencia intensificar la remoción del hierro oxidándolo a su estado férrico o rompiendo el enlace orgánico complejo. También se ha utilizado otros agentes oxidantes para un

pretratamiento similar incluyendo el ozono, el dióxido de cloro y el permanganato de potasio.

Otros constituyentes pueden requerir un cambio en la valencia antes de su remoción efectiva por coagulación, precipitación y sedimentación. El arsénico es fácilmente removido en su estado oxidado ( $\text{As}^{+5}$ ), pero en sus estados reducidos ( $\text{As}^{+3}$ ) la coagulación es ineficiente. La oxidación puede lograrse añadiendo cloro o permanganato de potasio. El cromo trivalente ( $\text{Cr}^{+3}$ ) es fácilmente removido por la coagulación con sulfato férrico en un rango de pH de 6.5-9.3, o, menos efectivamente, mediante la coagulación con sulfato de aluminio a un pH de 6.7-8.5. Por otro lado, el cromo hexavalente ( $\text{Cr}^{+6}$ ) no es removido efectivamente por la coagulación con sulfato de aluminio ni férrico y ni siquiera por el ablandamiento con cal-sosa. La remoción eficiente del cromo requiere de su reducción a la forma trivalente ( $\text{Cr}^{+3}$ ), mediante ajustes en el pH y la adición de un agente reductor para desarrollar una precipitación en un pH mayor.

Estos ejemplos se brindan para ilustrar que algunas veces cambios relativamente simples en los procesos de tratamiento pueden influir gradualmente en la remoción de ciertos constituyentes inorgánicos. La cobertura detallada de este tema está fuera del alcance de la presente publicación.

#### Tratamiento especial para la remoción de sustancias inorgánicas

Muchos constituyentes inorgánicos reciben poca o ninguna influencia de los procesos de tratamiento convencionales. No es factible remover cloruros, sulfatos, sodio, potasio y muchas otras sustancias inorgánicas sin acudir a procesos más sofisticados (y más costosos). Cuando los procesos convencionales no son lo suficientemente efectivos para remover las sustancias inorgánicas y no pueden adecuarse mediante pretratamientos o modificaciones en el proceso, puede ser necesario recurrir a la ósmosis inversa, el intercambio de iones, la destilación, la electrodiálisis, el congelamiento u otros métodos. Estos procesos se han empleado exitosamente para remover constituyentes inorgánicos del agua de mar y de agua de pozos salinos cuando no existían alternativas para el abastecimiento de agua con costos aceptables. Todos ellos son más caros que los sistemas convencionales discutidos anteriormente y su justificación requiere de cuidadosos análisis de los costos de capital y de operación.

No es común utilizar estos procesos para tratar caudales grandes en sistemas municipales de abastecimiento de agua. Cuando otras alternativas los hacen necesarios, también debe considerarse la convivencia de emplear abastecimientos duales. Puede producirse un caudal relativamente pequeño de agua desalinizada de elevado costo, la que se utilizaría para beber, cocinar y otros propósitos que exigen una alta calidad. El agua salina podría emplearse, después de un tratamiento mínimo, para otros propósitos en los que pueda utilizarse sin problemas este tipo de agua.

#### Ejemplos de sistemas de tratamiento

En el cuadro 7-2 se resumen los sistemas de tratamiento que se ha encontrado son efectivos para la remoción de constituyentes inorgánicos (Anónimo, 1977). Este es sólo un resumen parcial de algunos de los métodos más efectivos sin que se pretenda realizar una discusión amplia de la materia.

### REDUCCIÓN EN EL CONTENIDO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS ORGÁNICAS

El tratamiento del agua tiene como una de sus preocupaciones, desde hace mucho tiempo, a las sustancias orgánicas naturales (muchas de ellas derivadas de la descomposición de la vegetación), debido a su característica de causar colores, sabores y olores indeseables. A excepción de estos constituyentes, como el fenol y otros que causan olores indeseables u otros problemas estéticos, la remoción de sustancias orgánicas del agua potable recibió sorprendentemente poca atención hasta hace sólo unos cuantos años. El interés en las posibles implicaciones para la salud de la presencia de sustancias orgánicas en el agua se incrementó por primera vez como resultado del cada vez mayor uso de plaguicidas, cuyas implicancias tóxicas eran obvias. Durante la última década en particular, la preocupación sobre los efectos para la salud de las sustancias orgánicas presentes en el agua se ha incrementado rápidamente hasta ocupar actualmente una posición de gran significancia entre las preocupaciones de países industrializados como los EE.UU.

Potencialmente, las sustancias orgánicas tóxicas pueden ingresar a los abastecimientos de agua desde fuentes no puntuales, como las filtraciones de áreas urbanas y agrícolas, o desde derrames acci-

**Cuadro 7-2** Métodos de tratamiento más efectivos para la remoción de contaminantes inorgánicos.

| <i>Contaminante</i>                 | <i>Métodos más efectivos</i>  |
|-------------------------------------|---|
| Arsénico:<br>As <sup>+3</sup>       | Coagulación con sulfato férrico, pH 6-8<br>Coagulación con sulfato de aluminio, pH 6-7<br>Ablandamiento mediante cal-sosa sobrante<br>Oxidación antes del tratamiento requerido |
| As <sup>+5</sup>                    | Coagulación con sulfato férrico, pH 6-8<br>Coagulación con sulfato de aluminio, pH 6-7<br>Ablandamiento mediante cal-sosa sobrante  |
| Bario                               | Ablandamiento mediante cal-sosa, pH 10-11<br>Intercambio iónico   |
| Cadmio:<br>Cd <sup>+3</sup>         | Coagulación con sulfato férrico, pH por encima de 8<br>Ablandamiento mediante cal-sosa<br>Ablandamiento mediante cal-sosa sobrante  |
| Cromo:<br>Cr <sup>+3</sup>          | Coagulación con sulfato férrico, pH 6-9<br>Coagulación con sulfato de aluminio, pH 7-9<br>Ablandamiento mediante cal-sosa sobrante  |
| Cr <sup>6</sup>                     | Coagulación con sulfato ferroso, pH 7-9.5   |
| Fluoruros                           | Intercambio iónico con alúmina activada<br>o substratos de carbón de hueso  |
| Plomo                               | Coagulación con sulfato férrico, pH 6-9<br>Coagulación con sulfato de aluminio, pH 6-9<br>Ablandamiento mediante cal-sosa<br>Ablandamiento mediante cal-sosa sobrante           |
| Mercurio:<br>Inorgánico<br>Orgánico | Coagulación con sulfato férrico, pH 7-8<br>Carbón granular activado   |
| Nitratos                            | Intercambio iónico  |
| Selenio:<br>Se <sup>+4</sup>        | Coagulación con sulfato férrico, pH 6-7<br>Intercambio iónico<br>Ósmosis inversa  |
| Se <sup>+6</sup>                    | Intercambio iónico<br>Ósmosis inversa   |
| Plata                               | Coagulación con sulfato férrico, pH 7-9<br>Coagulación con sulfato de aluminio, pH 6-8<br>Ablandamiento mediante cal-sosa<br>Ablandamiento mediante cal-sosa sobrante           |

dentales. También pueden introducirse mediante descargas de fuentes puntuales, como fabricantes o usuarios industriales. Una fuente que ha creado especial preocupación en los EE.UU. durante los últimos años es la producción de hidrocarburos clorados durante la cloración del agua potable. Se han desarrollado numerosas investigaciones para evaluar en qué medida se presentan estas sustancias químicas en el agua potable, su impacto potencial sobre la salud de las personas que consumen dicha agua durante muchos años y los métodos para reducir sus concentraciones. Si bien en esta publicación no podemos desarrollar una revisión detallada de este tema, existe abundante información sobre el mismo (Harris, 1977; Rohlich, 1977).

#### Remoción de sustancias orgánicas mediante sistemas convencionales

Con el transcurso de los años, se han desarrollado procesos convencionales de tratamiento para corregir deficiencias en la calidad del agua potable, causadas, entre muchos otros factores, por las concentraciones excesivas de sustancias orgánicas naturales que pueden producir colores, gustos y olores indeseables. En consecuencia, es lógico que los sistemas de tratamiento de agua típicos, basados en la coagulación, sedimentación y filtración, sean capaces de lograr una remoción eficiente de muchas de estas sustancias orgánicas. En algunos casos, los sistemas de tratamiento convencionales han sido complementados añadiendo agentes oxidantes o usando carbón activado para destruir o remover algunas de estas sustancias químicas.

Pero, la remoción de plaguicidas y de muchas otras sustancias químicas orgánicas mediante sistemas convencionales de tratamiento de agua es por lo general relativamente ineficaz, según informan muchos investigadores (Anon., 1979; Blanck, 1979; Robeck, 1965; Rohlich, 1977). El cuadro 7-3 resume la remoción de determinadas sustancias orgánicas mediante procesos convencionales de tratamiento de agua (Anon. 1977). El endrin fue removido en un 35%, aunque otros autores han informado de niveles de remoción menores. Todos los otros productos químicos que se muestran fueron removidos en un porcentaje insignificante por la coagulación y filtración.

En los casos en los que la remoción de sustancias orgánicas es necesaria en el tratamiento del agua, no debe asumirse que los sistemas convencionales

lograrán una eficiencia significativa. Algunas sustancias podrían ser removidas eficazmente, pero otras podrían resultar intactas. La efectividad de la remoción depende de muchos factores, especialmente de las características de la sustancia química en cuestión y de si es absorbida o atrapada de alguna otra manera en la materia suspendida en el agua o en el floculo desarrollado durante el tratamiento.

#### Tratamiento especial para la remoción de sustancias orgánicas

El cuadro 7-3 también resume experiencias reportadas por algunos investigadores respecto a la remoción de ciertos plaguicidas usando carbón en polvo activado, carbón granular activado y oxidación mediante cloro, ozono o permanganato de potasio. El carbón activado ha demostrado una excelente capacidad para la adsorción y remoción de muchos productos químicos. Parece que si se le combina con el tratamiento convencional para aguas superficiales, el carbón activado podría conseguir, con frecuencia, una sustancial remoción de plaguicidas, al igual que de muchas sustancias orgánicas.

El carbón granular activado ha exhibido una eficiencia mayor que el carbón en polvo en la remoción de muchas sustancias orgánicas. Esto puede atribuirse a las características hidrodinámicas de las columnas de carbón, las que son capaces de una adsorción más efectiva que la adición en una sola etapa de carbón en polvo activado en un sistema convencional de tratamiento. Las consideraciones económicas para los dos métodos con carbón activado son muy diferentes. El carbón en polvo puede añadirse a los sistemas convencionales con muy poca, o ninguna, inversión adicional de capital. Por otro lado, las columnas de carbón activado requieren de una inversión sustancial para la construcción de las instalaciones de tratamiento. Sin embargo, en compensación, los costos de operación por compras de carbón son menores, debido a la utilización más eficiente del carbón, y la eficiencia del tratamiento es sustancialmente mayor.

Algunas sustancias químicas pueden ser destruidas efectivamente mediante agentes químicos oxidantes, incluyendo cloro, ozono y permanganato de potasio. La efectividad de cada uno depende del tipo de producto químico usado, de la dosis aplicada y de las condiciones ambientales. La oxidación química se usa con poca frecuencia debido a que

Cuadro 7-3 Porcentaje de remoción de sustancias orgánicas mediante procesos de tratamiento de agua.

|  | Reduc.<br>Edrin<br>% | Reduc.<br>Lindane<br>% | Reduc.<br>Toxaphene<br>% | 2,4-D, % de reducción |                  |                 |                 |
|--|----------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------|-----------------|-----------------|
|  |                      |                        |                          | Sal<br>de sodio       | Ester<br>Isoprop | Ester<br>Butilo | Ester<br>Isooct |
| Coagulación, filtración y<br>adsorción con:          | 35                   | < 10                   | < 10                     | < 10                  | < 10             | < 10            | < 10            |
| Carbón activado en<br>polvo, mg/l:                   |                      |                        |                          |                       |                  |                 |                 |
| 5-9  | 85                   | 30                     | 93                       |                       |                  |                 |                 |
| 10-19  | 92                   |                        |                          |                       |                  |                 |                 |
| 20-29  | 80                   | 55                     |                          |                       | 90               | 90              | 90              |
| 30-39  | 94                   | 80-90                  |                          | 90                    |                  |                 |                 |
| 40-49  |                      |                        |                          |                       | 97               | 97              |                 |
| 50-59  | 98                   |                        |                          |                       |                  |                 | 97              |
| 70-79  |                      | 99                     |                          |                       | 98               |                 |                 |
| Carbón activado granular,<br>7-5 minutos de contacto | > 99                 | > 99                   |                          |                       |                  |                 |                 |
| Oxidación:   |                      |                        |                          |                       |                  |                 |                 |
| Cloro, mg/l:   |                      |                        |                          |                       |                  |                 |                 |
| 5  | < 10                 | < 10                   |                          |                       |                  |                 |                 |
| 8  |                      | < 10                   |                          |                       |                  |                 |                 |
| 50   |                      | < 10                   |                          |                       |                  |                 |                 |
| 100  |                      |                        | < 10                     | < 10                  | < 10             | < 10            | < 10            |
| Ozono, mg/l:   |                      |                        |                          |                       |                  |                 |                 |
| 11   |                      | < 10                   |                          |                       |                  |                 |                 |
| 38   |                      | 55                     |                          |                       |                  |                 |                 |
| Permanganato de potasio,<br>mg/l:                    |                      |                        |                          |                       |                  |                 |                 |
| 10   |                      | < 10                   |                          | < 10                  | < 10             | < 10            | < 10            |
| 40   |                      | < 10                   |                          |                       |                  |                 |                 |

su costo generalmente es superior al de una remoción equivalente usando carbón activado.

En general, se considera que las columnas de carbón granular activado brindan el tratamiento más estable y confiable. Ellas pueden usarse sin necesidad de pretratamiento en aguas subterráneas y otros abastecimientos con baja turbidez. Cuando el agua cruda contiene una turbidez significativa, generalmente es necesario aplicar un tratamiento convencional antes de usar las columnas de carbón granular. De otra manera, se producen altos niveles de obstrucción, lo que causa un prematuro agotamiento de carbón y, por consiguiente, compras más frecuentes de este costoso insumo.

#### Remoción de precursores

Se ha mencionado anteriormente que un tópico de gran preocupación en algunas naciones indus-

trializadas es actualmente la formación de hidrocarburos clorados como resultado de las reacciones entre el cloro y los ácidos húmicos u otras sustancias orgánicas presentes en el agua cruda. Esta situación es algo irónica, pues estas sustancias químicas que podrían ser potencialmente dañinas se forman mediante la reacción entre sustancias orgánicas inocuas que se presentan en forma natural en el agua cruda y el cloro que se añade para proteger la salud pública mediante la desinfección de dicha agua.

La preocupación respecto a los hidrocarburos clorados resultantes se basa en que se ha demostrado, o se sospecha, que algunos de ellos pueden causar cáncer en los humanos cuando se les aplica en altas dosis. Aquí, la cuestión de importancia crucial es el riesgo (de existir alguno) a que está expuesta una población que consuma durante muchos años agua potable con una concentración muy baja de hidrocarburos clorados. Actualmente, existe una



gran controversia sobre este tema y es poco probable que se obtenga pronto una respuesta definitiva.

En los EE.UU. se está estableciendo actualmente una norma para limitar la concentración de trihalometanos (THM) en el agua potable a un máximo de 0.1 mg/l. Este grupo de sustancias químicas incluye al cloroformo y a otras sustancias orgánicas potencialmente dañinas producidas durante la cloración del agua.

Un estudio reciente (Blanck, 1979) sobre la operación de las plantas de tratamiento de agua en los EE.UU. indicó que los THM en los abastecimientos de agua podían reducirse en un 59-90%. Los trihalometanos pueden removerse en un 23-60% mediante su adsorción en carbón granular activado. Un cambio en el tipo de desinfectante usado para pretratar al agua que ingresaba a la planta, utilizando en su lugar dióxido de cloro, logró reducir los THM en un 59-90%.

Un método muy efectivo para reducir la concentración de THM en el agua tratada es la prevención de su formación removiendo los precursores antes de la cloración. Esto puede lograrse con la adsorción de las sustancias orgánicas precursoras mediante carbón granular activado o con la ubicación de la desinfección en un punto posterior a la remoción de la mayoría de sustancias orgánicas mediante la coagulación y sedimentación. Con esto, se logró reducir la formación de THM en un 76% obteniéndose además en algunos casos un ahorro neto en los costos (Blanck, 1979).

### TRATAMIENTO PARA INTENSIFICAR LOS EFECTOS BENÉFICOS

Ninguna discusión de los efectos del tratamiento del agua potable sobre la salud estaría completa sin por lo menos mencionar la fluoración. Exhaustivas investigaciones a lo largo de muchos años han demostrado concluyentemente que la incidencia de caries dentales desciende fuertemente con el incremento del contenido de flúor en el agua consumida por los niños. Sin embargo, una concentración más allá de ciertos límites produce con gran frecuencia la decoloración del esmalte dental (dientes moteados). La concentración óptima de flúor, con la cual se logra una sustancial protección contra la caries sin incurrir en un riesgo significativo de decoloración del esmalte dental, parece estar alrededor de 1.0 mg/l.

Actualmente, sistemas de abastecimiento de agua que sirven a millones de personas están siendo tratados para incrementar su contenido de flúor hasta un nivel calculado para producir el máximo beneficio con el menor riesgo. En los EE.UU., esto se ha logrado añadiendo flúor hasta producir una concentración total que varía entre 0.7 y 1.2 mg/l según la temperatura ambiental de la localidad. Las actuales normas de agua potable en los EE.UU. limitan las concentraciones de flúor a un máximo de 1.4-2.4 mg/l según la temperatura del ambiente. La importancia de la temperatura se debe a la relación existente entre la temperatura del aire y la cantidad del agua ingerida por los niños.

### Bibliografía sobre efectividad del tratamiento de agua en la salud pública

- Anónimo. Water Quality and Treatment (Calidad y tratamiento del agua). The American Water Association, Incorporated, Nueva York, 1951.
- Anónimo. Manual of Treatment Techniques for Meeting the Interim Primary Drinking Water Regulations. Report No. EPA-600/8-77-005. Environmental Protection Agency, Washington, 1977.
- Anónimo. "Organics Removal by Coagulation: A Review and Research Needs" (Remoción de sustancias orgánicas mediante coagulación: Un estudio bibliográfico y necesidades de investigación). Committee Report. *Journal American Water Works Association*. 71:588-603. 1979.
- Berger, B.B. "Public Health Aspects of Water Reuse for Potable Supply" (Aspectos de salud pública en la reutilización del agua para abastecimientos potables). *Journal American Water Works Association*. 52: 599-606. 1960.
- Blanck, C.A. "Trihalomethane Reduction in Operating Water Treatment Plants (Reducción de trihalometanos en la operación de plantas de tratamiento de agua). *Journal American Water Works Association*. 71: 525-528. 1979.
- Chang, S.L. "Viruses, Amoebas, Nematodes and Public Water Supplies (Virus, amebas, nematodos y abastecimientos públicos de agua). *Journal American Water Works Association*. 53: 288-296. 1961.
- Clark, R.M., Guttman, D.L., Crawford, J.L., and Machifko, J.A. "The Cost of Removing Chloroform and Other Trihalomethanes from Drinking Water Supplies" (El costo de remover cloroformo y otros trihalometanos de abastecimientos de agua potable). In J.M. Symons, Interim Treatment Guides for the Control of Chloroform and Other Trihalomethanes, Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio. 1976.
- Dennis, J.M. "1955-56 Infectious Hepatitis Epidemic in Delhi, India" (La epidemia de hepatitis infecciosa de 1955-56 en Delhi, India). *Journal American Water Works Association*. 51: 1288-1298. 1959.
- Fair, G.M., Geyer, J.C., and Okun, D.A. Water and Waste-

- water Engineering —Volume II. Water Purification and Wastewater Treatment and Disposal (Ingeniería de Agua y Aguas Residuales —Vol. II. Purificación del agua y tratamiento y disposición de aguas residuales). John Wiley and Sons, Inc., New York. 1968.
- Harris, R.H., Page, T., and Reiches, N.A. "Carcinogenic Hazards of Organic Chemicals in Drinking Water" (Riesgos cancerígenos de las sustancias químicas orgánicas en el agua potable). In Hiatt, Watson and Winsten, Editors, Book A. Origins of Human Cancer, Book A, Incidence of Cancer in Humans, Cold Spring Harbor Laboratory, Cold Spring Harbor, NY. Págs. 309-330. 1977.
- Lamb, James C., III, Personal Communication, 1980.
- Lund, E. "Inactivation of Viruses." In Proceedings of the Sixth International Water Pollution Research Conference, Pergamon Press, Ltd., Elmsford, NY. Págs. B/14/28/1-B/14/28/3, 1972.
- McJunkin, F.E. Surveillance of Drinking-Water Quality (Supervigilancia de la calidad del agua potable). Monograph Series, No. 63. World Health Organization, Geneva. 1976.
- Nupen, E.M., and Stander, G.J. "The Virus Problem in The Windhoek Wastewater Reclamation Project" (Los problemas de virus en el proyecto Windhoek de reutilización de aguas residuales). In Proceedings Sixth International Water Pollution Research Conference, Pergamon Press Ltd., Elmsford, NY. pp. C/4/8/1 - C/4/8/10. 1972.
- Phelps, E.B. Stream Sanitation (Saneamiento de corrientes). John Wiley and Sons, Inc., London. 1944.
- Robeck, G.G., Clarke, N.A., and Dostal, K.A. "Effectiveness of Water Treatment Processes in Virus Removal" (Efectividad de los procesos de tratamiento de agua en la remoción de virus). *Journal American Water Works Association*. 54: 1275-1292. 1962.
- Robeck, G.G., Dostal, K., Cohen, J., and Kreissl, J. "Effectiveness of Water Treatment Processes in Pesticide Removal" (Efectividad de los procesos de tratamiento de agua en la remoción de plaguicidas). *Journal American Water Works Association*. 57: 181-199. 1965.
- Rohlich, G.A. Drinking Water and Health (Agua potable y salud). Safe Drinking Water Committee, National Academy of Sciences, Washington. 1977.
- Slade, J.S. "Enteroviruses in Slow Sand Filtered Water" (Enterovirus en el agua tratada con filtros de arena lentos). *Journal of the Institution of Water Engineers and Scientists*. 32(6): 530-536. 1978.
- Sobsey, M.D. "Enteric Viruses and Drinking Water Supplies" (Virus entéricos y abastecimientos de agua potable). *Journal American Water Works Association*. 67: 414-418. 1975.
- Sobsey, M.D. Source Document on Enteric Viruses. Agency for International Development, Washington, 1979. (In Press).
- Stone, R., Smallwood, H.A., and Marsh, J.R. "Treatment Effectiveness for the Removal of Selected Contaminants from Drinking Water" (Efectividad del tratamiento en la remoción de contaminantes seleccionados presentes en el agua potable). Final Report on Contract No. 68-01-2692. Environmental Protection Agency. Washington. 1975.
- Wagner, E.G., and Lanoix, J.N. Water Supply for Rural Areas and Small Communities (Agua potable para áreas rurales y pequeñas comunidades). World Health Organization, Geneva. 1959.

# Efectividad en la salud pública del tratamiento y la disposición de excretas y aguas residuales

### IMPACTOS POTENCIALES SOBRE LA SALUD

Ya se ha discutido anteriormente sobre los constituyentes de las excretas y de las aguas residuales municipales e industriales que pueden ofrecer riesgos significativos de afectar negativamente la salud de aquellas personas que consumen el agua de las corrientes receptoras o que entran en contacto con la misma de alguna otra manera; por ello, ya no es necesario repetir aquí los detalles. Estos constituyentes incluyen a muchos tipos de agentes infecciosos y a una amplia variedad de sustancias químicas, orgánicas e inorgánicas, que son potencialmente dañinas.

Los agentes infecciosos en las excretas y aguas residuales domésticas incluyen a bacterias patógenas causantes de las enfermedades clásicas transmitidas por el agua y que ya se discutieron anteriormente. También a virus y otros organismos patógenos que se encuentran comúnmente en estas aguas residuales. Frecuentemente se utilizan organismos coliformes para evaluar los riesgos asociados al uso del agua, pero estos organismos indicadores no siempre pueden suministrar una medición confiable de los riesgos reales.

Muchos tipos de sustancias químicas, orgánicas e inorgánicas, pueden estar presentes en los desechos municipales y, aun en mayor medida, en las descargas de establecimientos industriales, pero sus implicancias para la salud sólo se conocen con precisión en el caso de un número relativamente reducido. En algunos casos, sus descargas están reguladas para controlar los impactos adversos conocidos. En otros, están reguladas debido a que se sospechan,

aunque se desconocen, sus efectos. En muchos casos, no tienen ningún tipo de regulación ya que no existe conocimiento sobre sus impactos potenciales ni sobre las concentraciones que podrían perjudicar al medio ambiente.

### MECANISMOS BÁSICOS PARA REDUCIR LOS RIESGOS PARA LA SALUD

Los riesgos para la salud vinculados con la descarga de excretas y aguas residuales incluyen la probabilidad de: *a*) la descarga de un agente dañino en el ambiente, *b*) su transmisión desde el punto de disposición hasta una persona que podría ser negativamente afectada y *c*) la posterior interacción del agente con la víctima, produciéndole en la práctica efectos negativos. Considerándola en los términos más amplios, la reducción o eliminación de los riesgos puede basarse en el ataque contra esta cadena de eventos, en uno o más puntos, buscando reducir la probabilidad de que el agente dañino alcance finalmente un receptor e interactúe con él. Debe reconocerse sin embargo, que el proceso no es tan simple, pues se ve influido grandemente por muchos factores que actúan entre el punto de origen de la descarga y la víctima potencial, ya sea disminuyendo o incrementando las posibilidades de un impacto desfavorable.

Por ejemplo, las excretas humanas pueden incluir muchos agentes infecciosos que algunas veces pueden transmitirse directamente mediante la ingestión de alimentos o de agua o mediante el contacto del cuerpo con el agua, produciendo enfermedades

en otros humanos. En otras situaciones, la ruta de transmisión puede ser menos directa, involucrando a un huésped intermediario con un papel clave en el ciclo de vida del organismo patógeno, como lo ilustra el caso de la esquistosomiasis. En este caso, se introduce otro factor en el patrón de transmisión y otro punto en el cual puede interrumpirse la transmisión de la enfermedad.

En forma similar, los efectos dañinos de las sustancias químicas descargadas en las aguas residuales industriales pueden llegar, mediante su transmisión directa por vía del agua, hasta una persona que podría enfermar como consecuencia del consumo de agua proveniente de la corriente receptora. En otros casos, la ruta de transmisión puede ser mucho menos directa. Por ejemplo, una sustancia química presente en el agua receptora en una concentración baja puede acumularse en organismos acuáticos, magnificando su concentración mediante cadenas alimenticias hasta que finalmente alcanza niveles inaceptables en peces u otros animales o vegetales acuáticos que pueden ser consumidos por humanos. De esta manera, sustancias químicas, presentes inicialmente en el agua en concentraciones inocuas pueden ser "bioacumuladas" hasta niveles muy dañinos para la persona que se encuentra al fin de la cadena alimenticia.

Considerando la gran cantidad de patrones para la transmisión de constituyentes indeseables y los factores que afectan ese proceso, existen varios mecanismos básicos que pueden emplearse para reducir los riesgos para la salud asociados a la disposición de excretas y aguas residuales. Estas son técnicas que pueden emplearse para interrumpir el movimiento de los agentes indeseables de su punto de origen a los consumidores de agua e incluyen: *a*) el aislamiento de las descargas respecto a la población en riesgo, *b*) el almacenamiento para dar tiempo a que las reacciones naturales reduzcan los riesgos, *c*) el tratamiento de las excretas o aguas residuales para remover o destruir los constituyentes indeseables y *d*) el control de los organismos huéspedes que pueden constituir un paso necesario en el proceso de transmisión. En esta sección se discutirá brevemente cada mecanismo antes de revisar los aspectos específicos de algunos métodos empleados en la práctica que hemos seleccionado.

### Aislamiento

Quizás el método más directo para romper la cadena de transmisión en la disposición de excretas

es la adopción de sistemas que no utilicen agua para transportar los desechos. Estos sistemas se basan en la recolección y disposición separativas mediante formas diseñadas para minimizar el contacto con personas o insectos vectores ya que evitan la dispersión prematura de los desechos hacia el ambiente. Feacham y otros (1978) discuten detalladamente algunas técnicas para lograr esto en un estudio sobre los aspectos sanitarios del manejo de aguas residuales y excretas.

Tres tipos de sistemas empleados para este propósito son la letrina de pozo, la letrina de compostaje y los sistemas de acarreo por empresas, los cuales se discutirán brevemente en una sección posterior. Si son operados deficientemente, estos tipos de sistemas pueden producir grandes riesgos para la salud, mediante el incremento de las posibilidades de transmisión de enfermedades. Por el contrario, en las comunidades donde estos sistemas se emplean y administran apropiadamente, ellos son capaces de producir prácticamente los mismos beneficios para la salud que los sistemas de acarreo con agua mucho más costosos. En consecuencia, el paso de este tipo de sistema de manejo de los desechos domésticos a un sistema con acarreo por agua debe realizarse sólo después de una seria evaluación de las alternativas disponibles para la comunidad. Frecuentemente, un método que brindaría una mejor relación costos-beneficios podría ser la mejora del sistema de recolección, tratamiento y disposición de excretas, en vez del paso prematuro a la adopción de un sistema de acarreo con agua, que brinda la posibilidad de una mayor dispersión de agentes infecciosos en el ambiente.

El control o la eliminación de los problemas resultantes de sustancias químicas orgánicas o inorgánicas frecuentemente puede lograrse más efectivamente en sus fuentes. Esta técnica se ha usado extensamente en los países industrializados y está atrayendo una atención cada vez mayor en la medida que las regulaciones de control de la contaminación se hacen más estrictas, causando mayores costos para las soluciones que atacan el punto final de la cadena mediante el tratamiento. Generalmente, esta técnica implica cambios en las operaciones de fabricación para eliminar el uso o la producción de constituyentes indeseables en las aguas residuales mediante la instalación de sistemas de tratamiento y recuperación dentro de la planta, en el punto de generación de aguas residuales, o mediante el cambio del propio proceso de fabricación. La decisión

entre implantar el control de estos constituyentes de las aguas residuales o la aplicación de sistemas de tratamiento más convencionales que actúan al final de la cadena depende en gran medida de las consideraciones económicas para cada alternativa.

En muchas industrias manufacturas, una parte de los residuos se segregan en forma concentrada en el punto de producción en vez de descargarlos en el sistema de recolección de aguas residuales. Estos residuos, que generalmente tienen poco volumen, pueden disponerse en basureros o rellenos sanitarios. La intención aquí es aislar los productos tóxicos o de alguna otra manera dañinos para evitar el contacto con la población. Cuando está adecuadamente controlado, este método constituye una solución viable para el problema. Pero, por otro lado, un control inadecuado puede producir condiciones inaceptables o incluso altamente peligrosas en el futuro.

Un ejemplo clásico en el cual el aislamiento representa el método principal es el campo de la disposición de residuos radioactivos. La carencia de una tecnología adecuada para reducir la radioactividad de los residuos exige que éstos sean recolectados, concentrados y almacenados durante muchos años, o siglos, bajo condiciones que puedan garantizar que dichos residuos no se van a dispersar en el ambiente ni van a entrar en contacto con seres humanos.

### Desactivación progresiva

Desde hace mucho tiempo se sabe que las condiciones existentes fuera del cuerpo humano son desfavorables para la supervivencia de organismos patógenos debido a los factores ambientales, físicos y químicos desfavorables y también debido a la competencia y depredación por parte de otros organismos. En consecuencia, sólo en unos cuantos casos, los organismos patógenos han mostrado capacidad para multiplicarse en las condiciones encontradas en las corrientes receptoras. Por el contrario, la mayoría de patógenos presentes en las descargas de aguas residuales o en las corrientes receptoras han mostrado una reducción en su número durante períodos extensos, reduciendo en última instancia el riesgo de transmisión de enfermedades por medio del agua.

Algunas veces, se ha usado la ley de Chick para describir el descenso en la población de los patógenos (Anónimo, 1975; Fair, Geyer y Okun, 1968):

$$\frac{-dN}{dt} = kN$$

$$\text{o: } (N_0 - N_t) = e^{-kt}$$

donde:

$N_t$  = bacterias en el tiempo  $t$

$N_0$  = población inicial de bacterias

$k$  = constante (logaritmos de base  $e$ )

$t$  = tiempo de exposición

Esta ley se basa en que para un conjunto dado de condiciones ambientales habrá una tasa de mortalidad constante. Diciéndolo de otra manera, en un conjunto dado de condiciones ambientales, el número de organismos que mueran en cada unidad de tiempo será directamente proporcional al número de organismos presentes en el sistema en ese momento. Esto indica que un porcentaje constante de los organismos presentes en el sistema quedarán inactivados en cada intervalo de tiempo sucesivo, lo que brinda una relación similar a la que grafica la curva de la Figura 8-1. Cuando esta relación se grafica en términos del logaritmo del número de organismos sobrevivientes en el sistema, se obtiene una línea recta con una pendiente  $k$ . La tasa de mortalidad constante dependerá de muchos factores, incluyendo el tipo de organismos, la temperatura del sistema, el pH, la presencia de sustancias inhibitoras y muchos otros aspectos del medio ambiente. Aunque esta relación frecuentemente brinda una aproximación aceptable de la curva de desactivación progresiva, rara vez se cumple cuando se le observa en forma rigurosa, como puntualizan Gair, Geyer y Okun (1968).

Según Feacham y otros (1978), los virus y los protozoarios siempre descienden en número fuera del cuerpo, pero algunas bacterias pueden multiplicarse en condiciones adecuadas. Esto puede ocurrir, por ejemplo, con las salmonellas en ciertas comidas y también se ha observado que la *E. coli* se multiplica en efluentes de alcantarillado después de la cloración. Sin embargo, la multiplicación de patógenos en corrientes es poco común y bastante improbable que se mantenga durante largo tiempo. Feacham y otros (1978) resumieron el tiempo de supervivencia en heces y excrementos como se muestra en el cuadro 8-1.

El ritmo de desactivación progresiva depende de muchos factores, incluyendo especialmente la

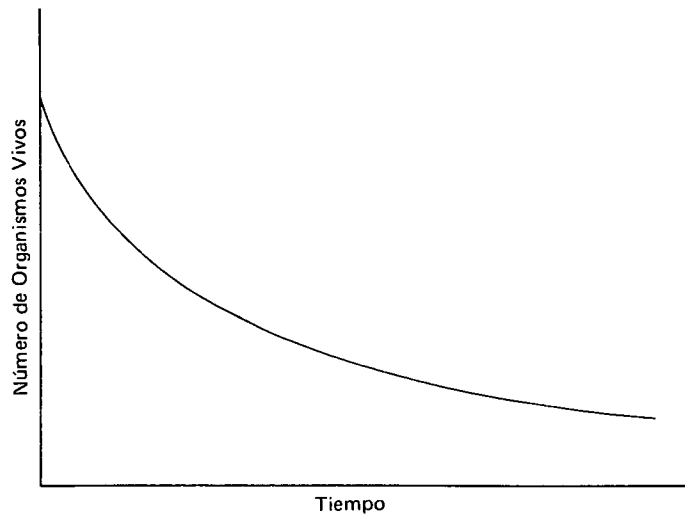


Figura 8-1 Curva de desactivación progresiva.

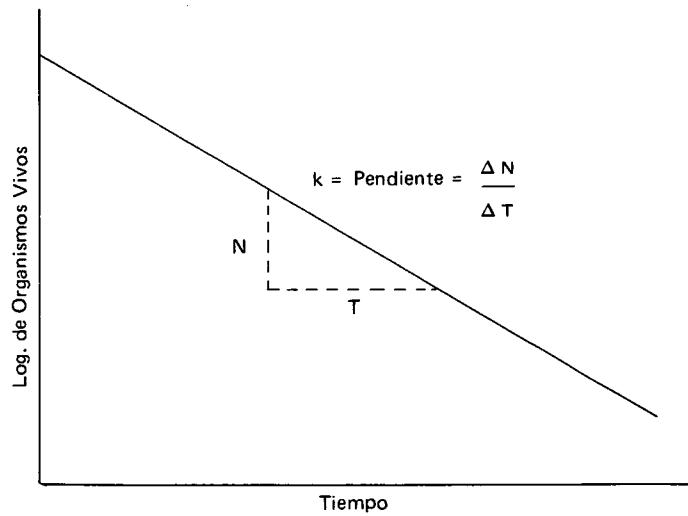


Figura 8-2 Curva semilogarítmica de desactivación progresiva.

| Cuadro 8-1 Supervivencia de organismos en heces y excretas. |                        |         |
|---|------------------------|---------|
| Tipo de organismo   | Generalmente menos de: | Máximo  |
| Virus entéricos   | 3 meses                | 5 meses |
| Bacterias indicadoras                                       | 4 meses                | 5 meses |
| Salmonellas, shigellas                                      | 1 mes                  | 5 meses |
| Vibriones   | 5 días                 |         |
| Bacilos de tuberculosis                                     | 5 meses                | 2 años  |
| Quistes de protozoarios                                     | 10 días                | 1 mes   |
| Huevos de helmintos   |                        |         |
| Ascaris   | Muchos meses           |         |
| Otros   | Altamente variable     |         |

Fuente: Feacham y otros (1978)

temperatura y la competencia. La mayoría de organismos sobrevive durante períodos mayores a temperaturas reducidas. La presencia de diversas poblaciones, incluyendo depredadores, da como resultado una desactivación más rápida de los patógenos. Los virus sobreviven períodos sustancialmente mayores en comparación con las bacterias, especialmente a bajas temperaturas. Feacham ha informado que el tiempo de supervivencia máximo es probablemente de dos meses a 20–30°C y de nueve meses a 10°C. Los quistes de protozoarios sobreviven muy poco, siendo el tiempo de supervivencia máximo probablemente el de la *Entamoeba histolytica*, de unos 20 días en aguas de alcantarillado o aguas contaminadas. Los huevos de helminto varían muy ampliamente, desde organismos muy frágiles hasta huevos *Ascaris* que pueden sobrevivir más de un año.

Aunque puede haber un recrecimiento importante de coliformes en aguas contaminadas con sustancias orgánicas, finalmente se produce su extinción final y es poco probable que ésta tarde más de 50 días, siendo 20 días un tiempo máximo de supervivencia más razonable. Se ha observado que las salmonellas sobreviven hasta tres meses, pero un mes es un límite más común. Las shigellas y los vibriones del cólera son menos persistentes y rara vez sobreviven más de 20 días.

Esta información suministra un método práctico para evitar en muchos casos la diseminación de enfermedades transmitidas por agua. Esto puede lograrse almacenando las excretas o las aguas residuales domésticas el tiempo suficiente para permitir que la extinción progresiva reduzca la población de patógenos hasta límites aceptables. Este proceso se producirá en forma natural debido a las condiciones ambientales desfavorables y a la depredación por parte de otros organismos presentes en los residuos almacenados. Este método se discute más detalladamente, con respecto a la desactivación progresiva en los estanques de estabilización de residuos, en el libro de Gloyna (1971). La adición de cloro o de otros productos químicos desinfectantes o la elevación de la temperatura actúan acelerando el proceso de extinción mediante varios mecanismos para conseguir una reducción más rápida de la población de patógenos. En muchos casos, se puede seguir aplicando los mismos tipos básicos de relación (por ejemplo, la ley de Chick), aunque las constantes serían sustancialmente diferentes en condiciones ambientales menos

favorables. Como puntualizan Fair, Geyer y Okun (1968):

Llegamos a la paradójica conclusión de que la destrucción de bacterias entéricas es más rápida 1) en corrientes fuertemente contaminadas que en corrientes limpias, 2) en clima caluroso que en clima frío y 3) en corrientes superficiales turbulentas que en masas de agua lentas.

El mecanismo de extinción progresiva también es significativo en muchos casos para la remoción de materiales orgánicos indeseables, muchos de los cuales son biodegradables. Para estos productos químicos, el suministro de un tiempo de almacenamiento adecuado, con presencia de la bacteria adecuada, puede dar como resultado una gran reducción de dichos productos o su eliminación total de las aguas residuales. Este método se practica frecuentemente mediante la aplicación de diferentes sistemas de tratamiento biológico para la reducción de productos químicos que producen demanda bioquímica de oxígeno (BDO) y de otros constituyentes biodegradables de las aguas residuales. Sin embargo, debe puntualizarse que en muchos casos puede haber muy poca o ninguna extinción significativa de algunos compuestos orgánicos que no pueden ser degradados por organismos, al igual que de la mayoría de sustancias inorgánicas y de los materiales radioactivos de degradación lenta. Aunque éstos pueden removerse del ambiente acuático mediante volatilización, adsorción en materias suspendidas y sedimentación, o mediante otros mecanismos, debe reconocerse que no han sido destruidos sino solamente removidos hacia un diferente nicho en el ambiente, del cual ellos pueden regresar posteriormente a causar problemas.

### Tratamiento del agua y de las aguas residuales

Se puede utilizar procesos de tratamiento para remover o destruir organismos patógenos o sustancias químicas indeseables antes de descargar las excretas o las aguas residuales al ambiente. Este método puede emplearse frecuentemente para evitar que el material indeseable ingrese al ambiente, del cual podría posteriormente retornar amenazando al hombre. Un método alternativo o complementario involucra la utilización de procesos de tratamiento para remover dichos organismos y otros constituyentes antes de la distribución del agua potable a la población.

Muchos procesos de tratamiento son capaces de remover un número sustancial de bacterias, virus y precipitados químicos, mediante la sedimentación y otras técnicas de separación. La remoción mediante este tipo de mecanismos puede tener poco o ningún efecto en la naturaleza del constituyente, pero puede mejorar la calidad de la descarga removiendo los constituyentes indeseables del flujo liberado en la corriente receptora. Esto frecuentemente da como resultado un correspondiente incremento en la concentración de los mismos constituyentes en los cienos producidos por el proceso, que deben ser tratados y dispuestos posteriormente. Esto puede tener implicancias importantes en la disposición de estos cienos debido al mayor riesgo que implica su manejo y su distribución en el ambiente. Los procesos que funcionan principalmente mediante este mecanismo de remoción física incluyen a la sedimentación, la flotación, la filtración, la destilación, la ósmosis inversa y los procesos con membranas.

Algunas veces, la remoción de constituyentes de las aguas residuales mediante separación física puede ampliarse con la floculación, o la aglomeración bioquímica. Estas actúan aglomerando las partículas pequeñas, que de otra manera no serían removidas eficientemente por el proceso en cuestión, en partículas más grandes que pueden ser removidas más fácilmente. Algunas veces, esto se logra mediante la turbulencia natural del sistema o provocando una mezcla suave con el uso de equipo mecánico (floculación). Generalmente, la eficiencia de la aglomeración puede ampliarse añadiendo sustancias químicas adecuadas para formar flóculos gelatinosos adecuados y coagular así a las bacterias, virus y pequeños precipitados en masas mayores antes del asentamiento, la filtración u otro sistema de separación física. Por ejemplo, la remoción de metales puede por lo general ampliarse sustancialmente mediante un ajuste adecuado del pH y la adición de productos químicos para mejorar la formación y el crecimiento de precipitados.

Estos mismos tipos de reacciones de floculación-coagulación pueden presentarse extensamente en los sistemas de tratamiento biológico y logran frecuentemente una remoción eficiente de constituyentes a los que de otra manera las reacciones biológicas podrían causar un efecto reducido. Por ejemplo, las partículas de precipitados, las bacterias y los virus pueden quedar atrapados en el flóculo bioló-

gico. De igual manera, los organismos que actúan en el proceso biológico pueden producir sustancias químicas capaces de inducir la precipitación, adsorción o coagulación de los constituyentes. En consecuencia, frecuentemente se observa que los procesos de tratamiento biológico pueden brindar una eficiencia relativamente alta en la remoción de bacterias, virus, metales y muchas sustancias químicas orgánicas o inorgánicas, una gran cantidad de las cuales no participan en el proceso bioquímico en sí.

Para reducir los riesgos para la salud por parte de bacterias y virus patógenos, puede aplicarse la desinfección. Frecuentemente, esto puede lograrse simplemente con un almacenamiento que brinde el tiempo adecuado para la extinción natural de los patógenos. Como se puntualizó anteriormente, esta extinción frecuentemente es acelerada por la presencia de diversos organismos y de temperaturas elevadas en el sistema. Los llamados "desinfectantes" actúan incrementando las velocidades de extinción debido a la acción tóxica, para los organismos en cuestión, de la sustancia química o de los productos de su reacción. Los desinfectantes más comunes en el tratamiento de aguas residuales son el cloro y el ozono, que actúan principalmente mediante la reacción con las enzimas y otros componentes claves de los organismos, interfiriendo de esa manera con sus actividades metabólicas o inactivándolos mediante otros mecanismos.

Los agentes oxidantes fuertes, como el ozono, el dióxido de cloro y el cloro, también pueden usarse para destruir ciertas sustancias orgánicas mediante la reacción química directa. Algunas veces, estas reacciones dan como resultado la desintegración de las moléculas en compuestos relativamente pequeños e inoocuos, mientras que otras posibilidades pueden afectar sólo a ciertas partes claves de la molécula, dejando subproductos que son muy complejos pero que tienen una naturaleza sustancialmente diferente. Debe considerarse que algunas veces estos subproductos pueden tener también efectos potencialmente dañinos, como lo ilustra la actual preocupación sobre la formación de hidrocarburos clorados a partir de las reacciones entre el cloro, usado como desinfectante, y diferentes moléculas orgánicas presentes en abastecimientos de agua o en aguas residuales.

La mayoría de sistemas de tratamiento empleados en las aguas residuales municipales reducen los



riesgos para la salud mediante una combinación de los mecanismos mencionados. La remoción y la destrucción de los organismos patógenos en plantas de tratamiento convencional que actúan al final de la cadena se logra, en parte, a través de la remoción física y la acumulación en cienos y, en parte, mediante la destrucción de organismos por extinción progresiva, causada esta última por los extensos períodos de retención y por la gran cantidad de organismos competidores y depredadores. Los efectos prácticos de estos mecanismos se discutirán en mayor detalle más adelante.

### Control de organismos huéspedes

La transmisión de muchas enfermedades en las cuales el agua juega un papel importante requiere de la actuación de un huésped intermediario para los organismos patógenos entre la descarga de excretas y la posterior infección de una víctima. Esta situación es real para la esquistosomiasis y muchas enfermedades transmitidas por mosquitos.

Cuando esta situación es la predominante, se cuenta con otro mecanismo para controlar la transmisión de la enfermedad. Esto implica tomar las medidas necesarias para controlar o erradicar al huésped intermediario, quebrando de esa manera la cadena de transmisión de los patógenos. En consecuencia, se ha dirigido mucho interés a la posibilidad de controlar la esquistosomiasis mediante la erradicación de ciertas especies de caracoles que sirven como huéspedes intermediarios a los organismos patógenos. De manera similar, se viene aplicando técnicas para el control de los mosquitos, buscando reducir la incidencia del gran número de enfermedades en las cuales estos insectos juegan un papel clave, tanto en el desarrollo de los patógenos como en su transmisión entre humanos.

## SISTEMAS QUE MINIMIZAN LAS DESCARGAS A AGUAS SUPERFICIALES

Los sistemas considerados en esta categoría intentan prevenir la difusión de enfermedades transmitidas por agua evitando el contacto entre las excretas y la población durante extensos períodos de tiempo o, quizás, indefinidamente. Algunos se basan en prácticamente anular el uso del acarreo con agua, intentando así minimizar el volumen de

descargas que requieren tratamiento y disposición. En otros casos, se utiliza limitadamente el acarreo con agua, pero las aguas residuales resultantes son sometidas a procesos de tratamiento y disposición que minimizan las descargas en corrientes y la dispersión en el ambiente.

Las cantidades de excretas varían ampliamente, dependiendo de la dieta, el clima y el estado de salud de la población, en un rango entre 20 y 1,500 gramos per cápita diarios. Feacham y otros (1978) resumen una cantidad importante de información sobre las características de los residuos producidos en diferentes países, llegando a la conclusión que un supuesto de trabajo razonable para un país en vías de desarrollo es el de una producción per cápita de aproximadamente 350 gramos de heces y 1,200 gramos de orina diarios en las áreas rurales y 250 gramos de heces y 1,200 gramos de orina en las áreas urbanas. Generalmente, los volúmenes de excretas humanas se aproximan a 1.5-2.0 litros per cápita diarios, con un contenido total de sólidos de aproximadamente 3%.

El cuadro 8-2 resume la composición típica de las heces y orina de los humanos, según informan Gotaas (1956) y Feacham y otros (1978). Los ratios carbón/nitrógeno (C/N) muy bajos requieren la adición de una fuente de carbón, como basura, hojas o aserrín, para un compostaje exitoso que requiere un ratio de aproximadamente 20-30%.

### Letrinas de pozo

La letrina de pozo es el sistema de disposición in situ más simple. Consiste de un agujero en el suelo que se reemplaza por otro nuevo cuando se ha llenado aproximadamente en sus dos terceras partes. La limpieza es extremadamente importante en esta unidad ya que de otra manera la instalación puede convertirse en un foco de transmisión de enfermedades. También el control de insectos es muy importante, ya que de otra manera la letrina de pozo puede convertirse en un sitio de reproducción de moscas y mosquitos.

Cuando se la ha ocupado en sus dos terceras partes, generalmente se rellena la letrina, no volviéndose a utilizar ese terreno en años o quizás nunca. En estas circunstancias, la supervivencia de organismos patógenos es virtualmente imposible, pero períodos de almacenamiento menores podrían reducir drásticamente el margen de seguridad. El uso de letrinas de pozo puede no ser deseable

**Cuadro 8-2** Composición de las heces y orina humanas<sup>1</sup>

|   | <i>Heces</i> | <i>Orina</i> |
|---|--------------|--------------|
| Cantidad (húmeda) diaria per cápita           | 100–400 g    | 1.0–1.31 kg  |
| Cantidad (sólidos secos) diaria p.c.          | 30–60 g      | 50–70 g      |
| Contenido de humedad                          | 70–85 %      | 93–96 %      |
| Composición aprox. (% de peso seco)           | —            | —            |
| Materia orgánica                              | 88–97        | 65–85        |
| Nitrógeno                                     | 5.0–7.0      | 15–19        |
| Fósforo (como P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) | 3.0–5.4      | 2.5–5.0      |
| Potasio (como K <sub>2</sub> O)               | 1.0–2.5      | 3.0–4.5      |
| Carbón  | 44–55        | 11–17        |
| Calcio (como CaO)                             | 4.5          | 4.5–6.0      |

<sup>1</sup> Adaptado de Gotaas (1956).

cuando el nivel freático es alto y se utilizan pozos en las cercanías, ya que existe el peligro potencial de la transmisión de organismos a través del suelo en el caso que la distancia sea reducida.

### Letrinas de compostaje

Las letrinas de compostaje, tanto continuas como intermitentes, requieren la adición de una fuente de carbón para el ajuste de la relación carbón/nitrógeno. Las unidades de compostaje continuas, similares al inodoro sueco “multrum”, han tenido sólo una aplicación limitada en los países en vías de desarrollo por lo que existe poca información sobre su rendimiento en cuanto a supervivencia de patógenos.

Las letrinas de compostaje intermitentes son comunes en China y Vietnam, pero no existe sobre estas unidades información microbiológica que valga la pena según Feacham y otros (1978). El compostado de estas unidades se aplica generalmente en tierras agrícolas, lo que exige que la destrucción de los patógenos sea lo más completa posible. La eficiencia de la destrucción de patógenos depende principalmente del tiempo y de la temperatura. La temperatura, a su vez, depende del ritmo de suministro de aire, del ratio C/N y del contenido de humedad. Los sistemas de compostaje anaeróbicos rara vez elevan su temperatura más allá de 35°C pero las unidades aeróbicas pueden alcanzar temperaturas de hasta 50-70°C si el ratio C/N y el contenido de humedad son adecuados. Se sugiere que es necesario un tiempo de retención mínimo de 3 meses para producir un compostado libre de patógenos, con la excepción de los huevos de helmineto que son los más persistentes.

### Sistemas de acarreo por empresas

Los sistemas de acarreo por empresas se basan en la recolección de excrementos humanos en recipientes dentro de una casa o en las cercanías trasladándolos periódicamente a otro lugar para su tratamiento y disposición. Los impactos potenciales de este sistema para la salud dependen de las medidas de seguridad tomadas en la deposición, recolección, transporte, tratamiento y reutilización de los residuos. Los sistemas de recolección y transporte ofrecen los mayores riesgos, a menos que se establezcan y se supervisen cuidadosamente. El uso de un buen equipo y de un personal adecuadamente capacitado en el manejo de los camiones de succión que recolectan los excrementos de las bóvedas puede brindar una operación higiénica y libre de riesgos. Por otro lado, las letrinas con cubos siempre presentan problemas para la salud. El derrame del material durante la transferencia o el transporte representa el mayor peligro en este tipo de operaciones. Por esta razón, se considera preferible contar con camiones de succión bien equipados y adecuadamente operados.

Los excrementos pueden digerirse y desecarse como el cieno o pueden mezclarse con agua de alcantarillado tratándola posteriormente en plantas convencionales o estanques de estabilización. Frecuentemente, los excrementos se entierran en zanjas aunque esto puede tener serias implicancias para la salud debido a los riesgos potenciales para quienes trabajan en el área utilizada o que tienen acceso a ella de cualquier otra manera.

La reutilización en agricultura está ampliamente difundida, pero es bastante indeseable debido a las implicancias adversas para la salud, a menos que se

aplique al producto un tratamiento o un almacenamiento durante un largo período antes de aplicarlo a la tierra. Estos sistemas son discutidos más detalladamente por Feachem y otros (1978) y por Rybczynski y otros (1978).

### Compostaje de excrementos

El compostaje termofílico es capaz de producir un producto confiable para su reutilización en la agricultura en un plazo de dos meses. El compostado producido por este proceso es útil como acondicionador del suelo y como fuente de nutrientes para el crecimiento de las plantas. Este método ha sido discutido detalladamente por Gotaas (1956) y Shuval (1977). Todos los métodos de compostaje requieren la adición de una fuente de carbón, como basura o aserrín, para conseguir un ratio C/N de aproximadamente 20–30. El rendimiento óptimo también requiere del control del contenido de humedad, fijándolo en un 20–60%.

Como se indicó anteriormente, la temperatura conseguida durante el compostaje depende del ratio C/N, del contenido de humedad y del contenido del material, al igual que del tamaño de las partículas y del pH. Durante el compostaje anaeróbico, el cambio producido en la temperatura es pequeño y además este método generalmente libera gases con mal olor. El compostaje aeróbico, genera una importante cantidad de calor y produce la descomposición orgánica más rápidamente con poco o ningún olor. La temperatura en este método puede llegar a 55°C o más en el centro de la pila de compostado. Es necesario mezclar periódicamente la pila para suministrar el oxígeno adecuado y para mantener la temperatura de digestión termofílica. Feacham y otros (1978) indican que en sistemas de compostaje termofílico aireados y bien manejados, las temperaturas pueden llegar hasta 80°C y que todas las partes de la pila pueden mantenerse durante varias horas por encima de los 60°C, produciendo una rápida destrucción de los patógenos. Los huevos ascaris son los más difíciles de eliminar, pero las siguientes combinaciones tiempo-temperatura garantizarán la destrucción inclusive de éstos.

- 1 hora a 62°C
- 1 día a 50°C
- 1 semana a 46°C
- 1 mes a 43°C

La reproducción de moscas es un problema importante en el manejo de sistemas de compostaje. La obtención de altas temperaturas (por encima de los 51°C) en todas las partes de la pila es esencial para controlar a las larvas de mosca. El control inadecuado de éstas puede producir riesgos a la salud debido a su potencial para acarrear organismos patógenos.

### Tratamiento de aguas residuales y disposición en el subsuelo

Generalmente, se diseña un tanque séptico para recibir todas las aguas residuales de una casa, tanto excretas como aguas grises, y para suministrar al líquido un tiempo de retención de aproximadamente 1 a 3 días. Después de la digestión anaeróbica durante ese período, el efluente del tanque pasa normalmente a un pozo negro o sumidero ciego o a un campo de percolación para su disposición en el subsuelo mediante percolación. Una letrina de pozo anega recibe solamente excretas y pequeños volúmenes de agua utilizados para su lavado. En esta unidad, los tiempos de retención de líquidos pueden ser de hasta 60 días pues los efluentes generalmente pasan a un sumidero ciego a sistemas de alcantarillado de pequeño diámetro. Si la letrina de pozo anega también recibe aguas grises, el tiempo de retención puede disminuir a unos cuantos días.

Los principales procesos relacionados con la remoción de patógenos en estas unidades incluyen la sedimentación de sólidos, con el arrastre de muchas bacterias y virus, así como huevos y quistes. La extinción progresiva de los patógenos en las unidades depende en gran medida del tiempo de retención y de la capacidad del organismo en cuestión para soportar las condiciones anaeróbicas en el tanque. Es imposible generalizar, pero parece que en los tanques sépticos la mayoría de patógenos serán removidos hasta dejarlos en menos de 2 órdenes de magnitud (99%). Las letrinas de pozo anegado que reciben aguas grises y tienen tiempos de retención menores probablemente se comportan de una manera similar. Por otro lado, una letrina de pozo anegado con un tiempo de detención sustancialmente mayor debería producir un afluente con una calidad mucho mejor, debido a la mayor oportunidad que brinda para la extinción progresiva de los patógenos.

Debe asumirse que el afluente de cualquiera de estos tipos de sistema estará altamente poblado por

patógenos, lo que impedirá su descarga en aguas superficiales o su aplicación en tierras agrícolas a no ser que se le trate previamente. La disposición superficial, frecuentemente practicada para estos efluentes, representa por lo general un método mucho más seguro, debido a la extensa remoción de patógenos durante la filtración del líquido a través del suelo. Sin embargo, debe tenerse cuidado para evitar los riesgos producidos por la contaminación de pozos cercanos a través de las aguas subterráneas o por fallas en el sistema hidráulico que generen el rebose de aguas residuales inadecuadamente tratadas del subsuelo hacia la superficie. El último caso se presenta predominantemente cuando se utiliza grandes cantidades de agua y las condiciones del suelo son desfavorables. Los fosos sépticos y los sistemas de disposición en el subsuelo adecuadamente diseñados y operados son capaces de funcionar largo tiempo si existen condiciones apropiadas en el suelo. Comúnmente, las fallas en estos sistemas se producen debido a un mantenimiento inadecuado. Por lo general, estas fallas pueden producirse por el atoro del suelo que rodea al pozo negro o al campo de percolación debido a la presencia de partículas que escapan del tanque séptico luego que éste se ha llenado de cieno. Este hecho puede demorarse o inclusive evitarse mediante el bombeo regular del cieno depositado en el tanque para su posterior tratamiento y disposición. Con un mantenimiento adecuado, este tipo de método puede brindar durante un largo período de tiempo una solución satisfactoria y una protección efectiva contra los riesgos que implican para la salud las enfermedades transmitidas por agua.

### Tratamiento y disposición en la tierra

Los riesgos de salud resultantes de la aplicación de excrementos, cienos y aguas residuales en la tierra pueden clasificarse como: *a*) un riesgo ocupacional para aquellos involucrados en la aplicación de los residuos a la tierra y en la atención de los cultivos y *b*) el riesgo de infección mediante el manejo y consumo posterior de los cultivos por parte del hombre. Aunque parece lógico que quienes trabajan en campos contaminados por residuos que contienen patógenos sufran mayores riesgos que otras personas, realmente la evidencia epidemiológica que demuestre esto en forma convincente es poca o inexistente. Cualesquiera sean los riesgos, ellos pueden minimizarse o eliminarse reutilizando sólo

residuos que hayan sido tratados eliminándose totalmente los patógenos. En consecuencia, parece una política razonable el exigir que los residuos aplicados a las tierras agrícolas tengan un contenido de patógenos muy bajo.

La supervivencia de las bacterias entéricas en los suelos se ve afectada significativamente por el contenido de humedad, la temperatura, el pH, la luz del sol, las materias orgánicas y la presencia de otros organismos antagónicos. En algunas condiciones, los coliformes fecales pueden sobrevivir hasta por varios años, pero en climas calurosos parece probable que se produzca una reducción de 99% en 25 días. Las salmonellas pueden sobrevivir hasta un año en suelo húmedo, pero se considera más común una supervivencia máxima de 50 días. Los virus que pueden ser adsorbidos por partículas de suelo parecen quedar protegidos en alguna escala, lo que permite períodos de supervivencia de hasta 3 meses en climas calurosos y hasta 6 meses en invierno. Es poco probable que los quistes de protozoarios sobrevivan más de 2-10 días, pero los períodos de supervivencia de los helmintos varía ampliamente, llegando hasta varios años. El cuadro 8-3 resume las observaciones realizadas por Feachem y otros (1978).

Las bacterias y los virus no penetran en los vegetales que tienen la piel intacta, pero pueden adherirse a sus superficies, sobreviviendo allí largos períodos

**Cuadro 8-3** Supervivencia de patógenos en el suelo.

| <i>Tipo de organismo</i> | <i>Generalmente menos de:</i> | <i>Máximo</i> |
|--------------------------|-------------------------------|---------------|
| Virus                    | 3 meses                       | 6 meses       |
| Bacterias                | 2 meses                       | > 1 año       |
| Protozoarios             | 2 días                        | 10 días       |
| Huevos de helminto       | 2 años                        | 7 años        |

Fuente: Feachem y otros (1978).

**Cuadro 8-4** Supervivencia de patógenos en cultivos.

| <i>Tipo de organismo</i> | <i>Generalmente menos de:</i> | <i>Máximo</i> |
|--------------------------|-------------------------------|---------------|
| Virus entéricos          | 1 mes                         | 2 meses       |
| Bacterias indicadoras    | 1 mes                         | Varios meses  |
| Salmonellas              | 1 mes                         | 6 meses       |
| Vibrones                 | 7 días                        | —             |
| Quistes                  | 2 días                        | 5 días        |
| Huevos de helminto       | 1 mes                         | 5 meses       |

Fuente: Feachem y otros (1978).

de tiempo. El grado en que los patógenos se adhieren a las superficies de los cultivos depende del método de aplicación de los residuos y del tipo de cultivo. Sus índices de mortalidad se incrementan con la presencia de gran cantidad de luz solar y bajos niveles de humedad. El cuadro 8-4 resume las características de supervivencia de algunos organismos en los cultivos, indicando poca o ninguna supervivencia proyectada luego de dos meses.

Una reciente publicación de Crites y Uiga (1979) compara los riesgos para la salud que presentan, por un lado, el tratamiento de aguas residuales para su uso en terrenos de cultivo y, por otro, el tratamiento de cienos activados y su descarga en aguas superficiales. Ellos concluyen en que aunque se expresa mayor preocupación respecto a los efectos sobre la salud del tratamiento destinado a tierras de cultivo, los riesgos de exposición humana a patógenos es de la misma magnitud que en el caso del método convencional de tratamiento y descarga. Ellos concluyen también que el tratamiento para tierras remueve los virus en mayor medida que el método convencional de tratamiento y desinfección. De igual manera, se encontró que los tratamientos para reutilización en tierras de cultivos en los que se usaba la infiltración lenta ofrecían una mayor protección contra parásitos y virus, trazas metálicas, nitratos, trazas orgánicas y sustancias orgánicas halogenadas. Los cuadros 8-5 y 8-6 resumen parte de la informa-

**Cuadro 8-5** Remoción de microorganismos entéricos por los sistemas de suelos.

| Microorganismos entéricos | Ubicación              | Remoción %          | Concentración observada No./ml | Profundidad de observación pies |
|---------------------------|------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Coliformes fecales        | Hanover, New Hampshire | En esencia completa | < 1/100                        | 5                               |
| Coliformes                | Lodi, California       | En esencia completa | 1/100                          | 4-7                             |
| Coliformes                | Whittier Narrows, Ca.  | Completa            | Ninguna                        | > 4                             |
| Estreptococos fecales     | Santee, California     | 99.5                | 20/100                         | -a                              |
| Estreptococos fecales     | Santee, California     | 99.8                | 6.8/100                        | -b                              |

<sup>a</sup> 200 pies de flujo subterráneo lateral.

<sup>b</sup> 1,500 pies de flujo subterráneo lateral.

**Cuadro 8-6** Tiempos de supervivencia de microorganismos entéricos en suelos y en vegetación.

| Microorganismos entéricos | Ambiente             | Tiempo de supervivencia en días | Extinción estimada después de 7 días, % <sup>a</sup> |
|---------------------------|----------------------|---------------------------------|--|
| Coliformes                | Pienso               | 6-34                            | 98   |
|                           | Vegetales            | 35                              | 90   |
|                           | Superficie del suelo | 38                              | 88   |
| Shigella sp.              | Pienso               | < 2                             | No detectable  |
|                           | Vegetales con hojas  | 2-7                             | No detectable  |
|                           | Hortalizas           | 6                               | No detectable  |
| Salmonella sp.            | Pienso               | 12-< 42                         | 94   |
|                           | Superficie del suelo | 15-46                           | 93   |
|                           | Vegetales con hojas  | 1-40                            | 98   |
|                           | Hortalizas           | 0.75- < 2                       | No detectable  |
| Enterovirus               | Vegetales con hojas  | 15-60                           | 89   |
| E. histolytica            | Vegetales con hojas  | 2                               | No detectable  |

<sup>a</sup> Calculada a partir del tiempo de supervivencia media.

Fuente: Crites y Uiga (1979).

ción brindada por ellos respecto a la remoción y la supervivencia de organismos indicadores y patógenos en los suelos y en la vegetación.

## TRATAMIENTO CONVENCIONAL AL FIN DE LA CADENA

### Las metas de los sistemas típicos

Al tratar el agua potable, la protección de la salud pública tiene naturalmente la máxima prioridad. Un tratamiento efectivo para este fin se logra mediante la remoción o destrucción de los organismos patógenos o las sustancias químicas presentes en el agua cruda en concentraciones por encima de los niveles juzgados como aceptables para propósitos de consumo. Algunas veces, el tratamiento se lleva a cabo para corregir deficiencias estéticas u otras no directamente relacionadas con la salud del consumidor, pero aun en esos casos, la calidad del agua tratada se juzga principalmente de acuerdo a su conveniencia y seguridad para el consumo humano.

Por otro lado, el tratamiento de aguas residuales se basa generalmente en un sistema de prioridades muy diferente. La mayoría de plantas de tratamiento en los países industrializados son construidas y operadas principalmente para remover materiales que demandan oxígeno, materias suspendidas y otros constituyentes que podrían tener impactos indeseables en la estética o en la vida acuática de las corrientes receptoras. En los EE. UU., por ejemplo, el rendimiento de prácticamente todas las plantas de tratamiento de aguas residuales se evalúa de acuerdo a la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) del efluente de la planta, como consecuencia de la preocupación respecto a los niveles de oxígeno disuelto en las corrientes receptoras. Es claro que este criterio no está motivado por consideraciones respecto a la salud pública, ya que nunca se ha demostrado que exista algún tipo de relación entre el contenido de oxígeno disuelto en el agua y la salud de las personas que la consumen. En consecuencia, siempre que las normas de control se basan en la demanda del oxígeno, ello indica que las metas del programa deben estar dirigidas claramente hacia la mantención de una calidad adecuada para la vida acuática en las corrientes receptoras, la protección de sus usos recreativos y la conservación de características estéticamente deseables en las mismas.

No se está sugiriendo que en los EE.UU. y otros países industrializados la protección de la salud no es un punto importante al considerar la planificación, construcción y operación de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales. Por el contrario, ésta puede constituir un factor importante en el control de ciertos residuos industriales, al igual que en la regulación de ciertas poblaciones bacterianas en las aguas residuales municipales descargadas en corrientes utilizadas para la pesca de mariscos o para fines recreativos. Sin embargo, aun en estos casos, la mayor parte de la planta de tratamiento (al igual que la mayor parte de sus presupuestos tanto para la adquisición de bienes de capital como para operación) está destinada principalmente a remover los materiales con demanda de oxígeno, las materias suspendidas y otros constituyentes no relacionados directamente con la salud pública. La preocupación respecto a los aspectos de la salud se refleja generalmente en requerimientos *adicionales* en cuanto a la desinfección de los efluentes de la planta y en limitaciones respecto a las concentraciones permisibles de organismos coliformes y otros organismos indicadores. Estos aspectos del tratamiento, que se relacionan principalmente con la protección de la salud pública, generalmente representan un porcentaje relativamente menor en toda la planta y en los presupuestos de capital y de operación.

Es crucial que esta situación la entiendan claramente los responsables de planificar e implementar programas de control de la contaminación en los países menos desarrollados. Si las metas de sus programas se relacionan principalmente con la protección de la corriente receptora y su vida acuática, entonces podría considerarse apropiada parte de la tecnología de tratamiento que actualmente se viene empleando en los países altamente industrializados. Por otro lado, si la meta principal es proteger la salud pública de los consumidores aguas abajo, reduciendo los riesgos de enfermedades transmitidas por agua o de impactos negativos por parte de sustancias químicas inorgánicas u orgánicas, entonces puede necesitarse de métodos de tratamiento totalmente diferentes. Como lo expresan Feachem y otros (1978):

Aquellos que tienen como labor el elegir y diseñar sistemas apropiados para la recolección y el tratamiento de aguas residuales en los países en vías de desarrollo deben tener en mente que la práctica europea y norteamericana no representa el cenit de los logros científicos ni es el

producto de un proceso de diseño lógico y racional. Más bien, la práctica de los países desarrollados es producto de la historia, una historia que comenzó hace unos 100 años, cuando se sabía poco de los fundamentos físicos y químicos de la materia y no se había descubierto prácticamente nada de la microbiología relevante.

. . . La naturaleza histórica y conservadora que ha tenido el desarrollo de la práctica actualmente vigente en los países industrializados . . . no es especialmente sabia ni lógica ni completamente efectiva y si hoy los mismos países tuvieran la oportunidad de volver a empezar, no necesariamente seguirían el mismo camino.

Las obras convencionales de tratamiento de aguas residuales se desarrollaron originalmente para evitar una gran contaminación orgánica en los ríos europeos y norteamericanos y nunca se buscó con ellas conseguir una elevada remoción de patógenos excretados.

Aun cuando no están construidos principalmente con ese propósito, los sistemas de tratamiento de aguas residuales empleados actualmente en los países industrializados generalmente tienen un impacto significativo en las concentraciones de organismos y de otros constituyentes, el cual puede ser importante desde el punto de vista de la salud pública. Este capítulo examinará brevemente algunos de sus efectos.

### Tratamiento primario

En muchas plantas convencionales de tratamiento de aguas residuales al fin de la cadena, el primer paso de tratamiento consiste en la sedimentación para remover la materia suspendida. Generalmente, esto implica unas 2-4 horas de sedimentación, durante las cuales se remueve quizás unos 2/3 de los sólidos suspendidos en las aguas residuales municipales. La remoción puede incluir a algunos patógenos lo suficientemente grandes para alcanzar una velocidad de sedimentación adecuada, por ejemplo, los huevos. Además, muchos otros patógenos demasiado pequeños para asentarse en cantidad significativa pueden ser removidos al quedar atrapados en porciones mayores de materia suspendida.

En la sedimentación primaria, la remoción de bacterias puede aproximarse a un 50-90% de los organismos presentes en las aguas residuales no tratadas, pero los virus son removidos en un nivel mucho menor —quizás en un 0-30%. Los organismos más grandes (por ejemplo, los huevos de esquistosoma) pueden ser removidos en un mayor grado debido a su tamaño mayor y a su velocidad de sedimentación, en consecuencia, más rápida. El cuadro 8-7 resume las observaciones de Feachem y

**Cuadro 8-7** Remoción de patógenos en la sedimentación primaria.

| <i>Tipo de organismo</i> | <i>Reducción Unidades en Log<sub>10</sub></i> | <i>% de remoción</i> |
|--------------------------|---|----------------------|
| Virus                    | 0-1   | 0-90                 |
| Bacterias                | 0-1   | 0-90                 |
| Protozoarios             | 0-1   | 0-90                 |
| Helminthos               | 0-2   | 0-99                 |

Fuente: Feachem y otros (1978).

otros (1978) sobre la remoción de diferentes tipos de organismos en las unidades de sedimentación primaria, en un rango que va desde cero hasta un máximo de 2 órdenes de magnitud (99%). La remoción puede mejorarse significativamente mediante la floculación y la coagulación de las aguas residuales antes de la sedimentación.

El proceso es efectivo solamente para remover materia suspendida significativamente más pesada o más liviana que el agua y lo suficientemente grande para alcanzar una velocidad de sedimentación terminal que permita su separación total del líquido dentro del período de retención disponible en el tanque. El proceso será relativamente ineficaz para remover partículas pequeñas o de sedimentación lenta y no removerá los constituyentes coloidales o disueltos a menos que éstos se asocien con partículas sedimentables. En consecuencia, los metales y otros constituyentes pueden o no ser removidos eficientemente, dependiendo de las características físicas de las partículas en las cuales ellos se encuentran presentes en las aguas residuales. En muchos casos, el tamaño de las partículas y otras características pueden alterarse radicalmente mediante la precipitación o mediante otras reacciones químicas, influyendo de esa manera en la eficiencia de remoción de la sedimentación primaria.

### Tratamiento secundario

Los filtros percoladores parecen ser relativamente ineficaces para remover los virus de las aguas residuales (15-75%), pero las bacterias y los protozoarios son removidos en un grado ligeramente mayor (80-95%). Las plantas de tratamiento en las que se incluye sedimentación primaria, percolación en filtro y sedimentación secundaria, logran generalmente una remoción de patógenos menor a los 2

órdenes de magnitud. Los sistemas de cieno activado parecen ser ligeramente más efectivos en la remoción de patógenos, informándose de remociones de virus de hasta un 90% (Sobsey, 1979 y Feacham y otros, 1978). La remoción de bacterias generalmente cae en el rango de 60-99%.

El cuadro 8-8 resume la información obtenida mediante estudios bibliográficos por Feachem y otros (1978) respecto a la remoción de patógenos en plantas de tratamiento secundario, mostrando remociones por debajo de los 2 órdenes de magnitud. El cuadro 8-9 presenta una información similar tomada de Crites y Uiga (1979).

### Digestión y desecación de cienos

El cieno proveniente de los tanques de sedimentación primaria y final en las plantas con métodos de filtros percoladores y cieno activado pasa a ser objeto de una digestión anaeróbica. Generalmente, los digestores operan con períodos de retención de 2-15 semanas, dependiendo de la temperatura

**Cuadro 8-8** Remoción de patógenos mediante filtros de percolación y cieno activado.

| Tipo de organismo | Reducción unidades en $\text{Log}_{10}$ | % de Remoción |
|-------------------|---|---------------|
| Virus             | 0-1                                     | 0-90          |
| Bacterias         | 0-2                                     | 0-99          |
| Protozoarios      | 0-2                                     | 0-99          |
| Helmintos         | 0-1                                     | 0-90          |

Fuente: Feachem y otros (1978).

**Cuadro 8-9** Reducción de microorganismos entéricos mediante tratamiento convencional.\*

| Microorganismo        | Remoción con tratamiento primario, % | Remoción con tratamiento secundario, % |
|-----------------------|--------------------------------------|--|
| Coliformes totales    | <10                                  | 90-99                                  |
| Coliformes fecales    | 35                                   | 90-99                                  |
| Shigella sp.          | 15                                   | 91-99                                  |
| Salmonella sp.        | 15                                   | 96-99                                  |
| Escherichia coli      | 15                                   | 90-99                                  |
| Virus                 | <10                                  | 76-99                                  |
| Entamoeba histolytica | 10-50                                | 10                                     |

\* Sin desinfección.

Fuente: Crites y Uiga (1979)

de operación y del grado de digestión requerido. Los digestores de flujo continuo entregan mayores concentraciones de patógenos que las unidades intermitentes, incrementándose la efectividad de la destrucción de patógenos con el aumento de la temperatura. Feachem y otros (1978) indican que prácticamente ningún protozooario sobrevive a la digestión; números pequeños de huevos y bacterias pueden sobrevivir a la digestión termofílica durante dos semanas, mientras que algunas bacterias y huevos persisten durante 4-15 semanas en digestores operados a temperaturas bajas. El único proceso de digestión que produce cieno libre totalmente de patógenos es la digestión termofílica intermitente.

La desecación de cienos en lechos abiertos durante 2-3 semanas destruye a la mayoría (posiblemente incluso a un 100%) de los virus y bacterias entéricos a temperaturas superiores a los 20°C. Los protozoarios también serán destruidos, con lo que sólo los huevos persistentes sobreviven en un número significativo. Otros procesos de desecación, incluyendo la filtración al vacío, la filtración a presión y la centrifugación tienen relativamente poco efecto en el contenido de patógenos. Los sistemas de elevadas temperaturas, como los procesos de Zimmerman y Carver-Greenfield dan como resultado la esterilización del cieno.

### Estanques de oxidación

Los estanques de oxidación son grandes depósitos con poca profundidad que brindan la oportunidad para destruir la materia orgánica durante extensos períodos. El tipo más común es el de los estanques facultativos, en los cuales el oxígeno se suministra a través de la fotosíntesis de algas, su tiempo de retención oscila entre 10 y 40 días. Los estanques de maduración pueden recibir efluentes de estanques facultativos o de otras unidades de tratamiento para mejorar su calidad antes de la descarga. Frecuentemente están diseñados para tiempos de retención de 5-10 días. Algunas veces, pueden utilizarse estanques anaeróbicos con 1-5 días de retención para un pretratamiento antes de pasar a los estanques facultativos o de maduración.

Gloyne (1971), Feacham y otros (1978), al igual que muchos otros autores, discuten detalladamente los estanques. Debido a que estos estanques brindan largos períodos de retención, existe mayor oportunidad de que los patógenos se extingan progresiva-



mente, lo que produce una eliminación muy eficaz de estos organismos. Algunos investigadores han informado sobre remociones de coliformes de 70-85% a 20°C en 3.5 días, con una remoción menor a 9°C. Los estanques simples facultativos y aeróbicos con 10-30 días de retención pueden brindar una remoción entre 80 y 99% según diferentes temperaturas.

Feachem y otros (1978) indican que un sistema deseable que asegure una supervivencia baja de patógenos implica la utilización de múltiples estanques en serie. Por ejemplo, un buen diseño puede incorporar un estanque facultativo seguido por 2 o más estanques de maduración en serie para brindar un tratamiento eficiente. Los desechos fuertes pueden ser pre-tratados mediante el uso de lagunas anaeróbicas antes de pasar a los estanques facultativos para minimizar los requerimientos de terreno. Se ha informado que tres o más estanques en serie brindan una remoción de patógenos superior al 99.99%. Una serie de 5-7 estanques, cada uno con 5 días de retención, puede producir un efluente con un contenido menor de 100 coliformes fecales y estreptococos fecales para cada 100 ml, lo que hace a este efluente adecuado para su uso irrestricto en la irrigación. Los investigadores han informado sobre remociones 90-99% en Salmonellas y otras bacterias patógenas y han indicado que se puede lograr la completa eliminación de estos organismos con largos períodos de retención, especialmente a temperaturas por encima de los 25°C. Mucho menos se sabe sobre la suerte de los virus en climas cálidos y en países en vías de desarrollo. Se ha informado de una remoción en esencia del 100% para quistes de protozoarios y huevos de helmintos mediante estanques de celdas múltiples con tiempos de retención superiores a los 20 días. Las larvas de las lombrices intestinales pueden sobrevivir hasta 16 días en los estanques aeróbicos, pero no se informa de ellas en el efluente de estanques con más de 20 días de retención. El cuadro 8-10 resume la información brindada por Crites y Uiga (1979) sobre la remoción de microorganismos entéricos mediante sistemas de lagunas.

Desafortunadamente, los estanques de estabilización de aguas residuales pueden brindar excelentes condiciones para la reproducción de mosquitos. Las especies encontradas comúnmente incluyen al *Culex pipiens*, que sirve como vector para la transmisión de enfermedades. Con un mantenimiento apropiado, esto puede controlarse, evitando el crecimiento de

**Cuadro 8-10** Remoción máxima de microorganismos entéricos mediante sistemas de lagunas.

| Microorganismo entérico | % de Remoción      |
|-------------------------|--------------------|
| Coliformes              | 60-99.99           |
| Coliformes fecales      | 99                 |
| Bacterias totales       | 99                 |
| S. typhi                | 99.5               |
| Virus                   | 99.99 <sup>1</sup> |
| P. aeruginosa           | 99.69              |

<sup>1</sup> Estudios de laboratorio.

Fuente: Crites y Uiga (1979).

vegetación en los estanques y construyéndolos con más de un metro de profundidad, al igual que usando losas de concreto o escolleras a la altura de la superficie del agua.

### Resumen

Los cuadros 8-11 a 8-13 resumen los informes presentados por Feachem y otros (1978) sobre la remoción de bacterias, virus, quistes y huevos mediante diferentes tipos de sistemas de tratamiento de aguas residuales. La mayoría de plantas convencionales de tratamiento secundario parecen capaces de producir remociones de patógenos entre 90 y 99%. Esto sugiere una alta eficiencia, pero en realidad ésta resulta muy pobre cuando la meta es proteger la salud pública. Feachem y otros (1978) señalan que aun una remoción del 99% representa un 1% de supervivencia y que es la población de patógenos que permanece en el agua la que determina el grado de riesgo. En un influente de aguas residuales conteniendo  $10^5$  bacterias patógenas por litro, una remoción del 99% dejaría  $10^3$  bacterias por litro en el efluente, lo que con frecuencia podría ser inadecuado para proteger a las poblaciones corriente abajo que entran en contacto con el agua para usarla como agua potable.

En consecuencia, las conclusiones sobre la efectividad relativa de diferentes tipos de plantas convencionales de tratamiento con respecto a la remoción de patógenos tendría poca significación, pues en la mayoría de los casos ninguno resulta satisfactorio. Como se señaló anteriormente, estos procesos no se desarrollaron verdaderamente con el propósito de remover patógenos, sino de remover las sustancias con demanda de oxígeno y la materia suspendida. La remoción satisfactoria de patógenos requeriría

**Cuadro 8-11** Remoción de bacterias en el tratamiento de aguas residuales.

| Procesos  | Porcentaje de Remoción |                    |                  |                       |
|---|------------------------|--------------------|------------------|-----------------------|
|   | <i>E. coli</i>         | <i>Salmonellas</i> | <i>Shigellas</i> | <i>Vibrion cólera</i> |
| Sedimentación primaria                                | 50-90                  | 50-90              | 50-90            | 50-90                 |
| Planta con filtro de percolación                      | 90-95                  | 90-95              | 90-95            | 90-95                 |
| Sedimentación primaria                                |                        |                    |                  |                       |
| Filtro de percolación                                 |                        |                    |                  |                       |
| Sedimentación secundaria                              |                        |                    |                  |                       |
| Digestor de cieno                                     |                        |                    |                  |                       |
| Desección de cieno                                    |                        |                    |                  |                       |
| Planta de cieno activado                              | 90-99                  | 90-99              | 90-99            | 90-99                 |
| Sedimentación primaria                                |                        |                    |                  |                       |
| Aereación   |                        |                    |                  |                       |
| Sedimentación final                                   |                        |                    |                  |                       |
| Digestión de cieno                                    |                        |                    |                  |                       |
| Desección de cieno                                    |                        |                    |                  |                       |
| Poza de oxidación, sedimentación, desecación de cieno | 90-99                  | 90-99              | 90-99            | 90-99                 |
| Estanques de estabilización                           | 99.99-                 | 99.99-100          | 99.99-100        | 100                   |
| 3 celdas  | 99.99999               |                    |                  |                       |
| 25 días de retención                                  |                        |                    |                  |                       |
| Tanque séptico  | 50-90                  | 50-90              | 50-90            | 50-90                 |
| Lagunas terciarias                                    | 99-                    | 99-100             | 99-100           | 99-100                |
|   | 99.9999                |                    |                  |                       |
| Aplicación a tierra o                                 |                        |                    |                  |                       |
| Filtros lentos  | 99.99-100              | 100                | 100              | 100                   |
| Cloración   | < 100                  | 100                | 100              | 100                   |

Fuente: Feachmen y otros (1978).

**Cuadro 8-12** Remoción de virus en el tratamiento de aguas residuales.

| Procesos  | Influyente<br>No./litro | Efluente<br>No./litro | Porcentaje<br>de remoción |
|---|-------------------------|-----------------------|---------------------------|
| Sedimentación primaria                                | $10^3 - 10^5$           | $10^3 - 10^5$         | 0-30                      |
| Planta con filtro de percolación                      | $10^3 - 10^5$           | $10^3 - 10^4$         | 90-95                     |
| Sedimentación primaria                                |                         |                       |                           |
| Filtro de percolación                                 |                         |                       |                           |
| Sedimentación secundaria                              |                         |                       |                           |
| Digestor de cieno                                     |                         |                       |                           |
| Desección de cieno                                    |                         |                       |                           |
| Planta de cieno activado                              | $10^3 - 10^5$           | $10 - 10^4$           | 90-99                     |
| Sedimentación primaria                                |                         |                       |                           |
| Aereación   |                         |                       |                           |
| Sedimentación final                                   |                         |                       |                           |
| Digestión de cieno                                    |                         |                       |                           |
| Desección de cieno                                    |                         |                       |                           |
| Poza de oxidación, sedimentación, desecación de cieno | $10^3 - 10^5$           | $10 - 10^4$           | 90-99                     |
| Estanques de estabilización                           | $10^3 - 10^5$           | 0-10                  | 99.99-100                 |
| 3 celdas  |                         |                       |                           |
| 25 días de retención                                  |                         |                       |                           |
| Tanques sépticos                                      | 0- $10^9$               | 0- $10^8$             | 50                        |
| Lagunas terciarias                                    | $10 - 10^4$             | 0- $10^2$             | 99-100                    |
| Aplicación a la tierra o                              |                         |                       |                           |
| filtros lentos  | $10 - 10^4$             | 0- $10^2$             | 99-100                    |
| Cloración   |                         |                       | Incierto                  |

Fuente: Feacham y otros.

| Cuadro 8-13 Remoción de quistes y huevos en el tratamiento de aguas residuales. |                              |                            |                          |                               |                        |
|---|------------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------|
| Procesos  | Porcentaje de remoción       |                            |                          |                               |                        |
|   | <i>Entamoeba histolytica</i> | Huevos de <i>Nemátodos</i> | Huevos de <i>Ascaris</i> | Huevos de <i>Esquistosoma</i> | Huevos de <i>Tenia</i> |
| Sedimentación primaria  | 10-50                        | 50                         | 30-50                    | 80                            | 50-90                  |
| Planta filtro percolador  | 50?                          | 50-99                      | 70-100                   | 50-99                         | 50-95                  |
| Sedimentación primaria  |                              |                            |                          |                               |                        |
| Filtro de percolación   |                              |                            |                          |                               |                        |
| Sedimentación secundaria  |                              |                            |                          |                               |                        |
| Digestor de cieno   |                              |                            |                          |                               |                        |
| Deseccación de cieno  |                              |                            |                          |                               |                        |
| Planta de cieno activado  | 50?                          | 50-90                      | 70-100                   | 50-99                         | 50-95                  |
| Sedimentación primaria  |                              |                            |                          |                               |                        |
| Aereación   |                              |                            |                          |                               |                        |
| Sedimentación final   |                              |                            |                          |                               |                        |
| Digestión de cieno  |                              |                            |                          |                               |                        |
| Deseccación de cieno  |                              |                            |                          |                               |                        |
| Poza de oxidación, sedimentac., desec. de cieno                                 | 50?                          | 50-90                      | 70-100                   | 50-99                         | 50?                    |
| Estanques de estabilización   | 100                          | 100                        | 100                      | 100                           | 100                    |
| 3 celdas  |                              |                            |                          |                               |                        |
| 25 días de retención  |                              |                            |                          |                               |                        |
| Tanques sépticos  | 0                            | 50-90                      | 50-99                    | 50-90                         | 50-90                  |
| Lagunas terciarias  | 100                          | 100                        | 100                      | 100                           | 100                    |
| Aplicación en tierra  |                              |                            |                          |                               |                        |
| o filtración lenta  | 100                          | 100                        | 100                      | 100                           | 100                    |
| Cloración   | 100?                         | 0                          | 0                        | 100?                          | 0                      |

Fuente: Feachem y otros (1978).

no los niveles de 90-99% alcanzados por estos sistemas sino una cifra quizás superior al 99.999%. De los sistemas convencionales de tratamiento al fin de la cadena, sólo los estanques de oxidación parecen ser capaces de producir este tipo de remoción, debido a sus mayores períodos de retención que brindan una mayor oportunidad para que los organismos se extingan progresivamente. Sin embargo, aun estas instalaciones brindan una alta eficiencia confiable en la remoción de patógenos sólo cuando se les emplea como múltiples celdas en serie y con períodos de retención bastante amplios. Por supuesto, se pueden lograr efectos similares usando estanques de maduración después del tratamiento secundario convencional.

Sin embargo, cuando el costo del terreno sea relativamente razonable, los estanques facultativos seguidos por estanques de maduración constituyen un método confiable y económico para controlar los patógenos en las aguas residuales municipales. Este método ofrece la ventaja adicional de evitar el uso de complejos equipos y operaciones que sí son ne-

cesarios en las plantas que usan filtros percoladores o cieno activado; además, que la construcción se puede efectuar usando mano de obra y materiales locales en su totalidad.

Crites y Uiga (1979) resumen la información sobre remoción de trazas metálicas en las aguas residuales municipales mediante plantas de tratamiento primarias y secundarias, al igual que mediante dos tipos de sistemas de tratamiento en tierra. Esta información se presenta en el cuadro 8-14 e indica remociones que van entre 20 y el 80% en sistemas convencionales de tratamiento. La remoción mediante tratamiento en tierra lento generalmente logró reducir las concentraciones de metal a niveles menores que los especificados en las normas vigentes para el agua potable. El tratamiento en tierra con infiltración rápida fue menos efectivo.

## DESINFECCIÓN

En la mayoría de los casos, la cloración ha sido la técnica empleada para la desinfección de aguas

**Cuadro 8-14** Resumen de la información sobre trazas metálicas, incluyendo concentraciones y remoción.

| Compo-<br>nente | Norma EPA<br>para agua<br>Potable,<br>mg/L | Concentración<br>en aguas resi-<br>duales muni-<br>cipales, mg/L | Remoción<br>con trata-<br>miento pri-<br>mario, % | Remoción<br>con trata-<br>miento se-<br>cundario, % | Remoción de masa<br>con tratamiento terrenal % |                        |
|-----------------|--|--|---|---|--|------------------------|
|                 |  |  |   |   | A ritmo<br>lento                               | Infiltración<br>rápida |
| Arsénico        | 0.05                                       | 0.003  | —   | —   | menor que<br>la norma                          | —                      |
| Cadmio          | 0.01                                       | 0.004—0.14   | 30  | 60  | menor o mayor<br>que la norma                  | < 10                   |
| Cromo           | 0.05                                       | 0.02—0.7   | 40  | 40—80   | menor que<br>la norma                          | —                      |
| Cobre           | 1.0  | 0.02—3.4   | 40  | 60—70   | menor que<br>la norma                          | 90                     |
| Fluoruros       | 1.4—2.4                                    | —  | —   | —   | —  | —                      |
| Hierro          | 0.3  | 0.9—3.5  | 60  | 50  | —  | —                      |
| Plomo           | 0.05                                       | 0.05—1.3   | 50  | 50—60   | menor o mayor<br>que la norma                  | 20                     |
| Manganeso       | 0.05                                       | 0.11—0.14  | 30  | 20  | —  | —                      |
| Mercurio        | 0.002                                      | 0.002—0.05   | —   | 70—80   | menor que<br>la norma                          | 30—40                  |
| Selenio         | 0.01                                       | —  | —   | —   | —  | —                      |
| Plata           | 0.05                                       | 0.05—0.60  | 50  | 70  | menor que<br>la norma                          | —                      |
| Zinc            | 5.0  | 0.03—8.3   | 50  | 60  | menor que<br>la norma                          | 40—80                  |

Fuente: Crites y Uiga (1979).

residuales. Su uso ha sido resultado directo del éxito disfrutado durante tantos años en el campo del abastecimiento de agua, a pesar de que las condiciones en esa aplicación son sustancialmente diferentes a las predominantes en los sistemas de aguas residuales. Las diferencias han generado algunos cuestionamientos serios respecto a la efectividad de la cloración, como se la aplica normalmente en los EE.UU., en cuanto a asegurar la eliminación de los patógenos.

Debe reconocerse que los efluentes de las aguas residuales tienen altos contenidos de sustancias orgánicas y amoníaco, en comparación con los abastecimientos públicos de agua. Esto da como resultado reacciones secundarias a un nivel más extenso entre cloro y los constituyentes orgánicos, produciendo muchos compuestos clorados con capacidades de desinfección marcadamente diferentes. Además, el control de patógenos en los sistemas públicos de abastecimiento de agua exige frecuentemente el uso de cloro residual libre, obtenido mediante la cloración hasta el punto de quiebra. Este método no es factible en el tratamiento de aguas residuales ya que los elevados niveles de amoníaco requerían una adición de cloro demasiado costosa para alcanzar el punto de quiebra. En consecuencia, prácticamente

todo el cloro residual en estas aguas está presente como cloraminas u otras formas combinadas del cloro, que, como se ha demostrado repetidamente, son mucho menos efectivas que el cloro libre en la eliminación de patógenos.

Es posible lograr concentraciones relativamente bajas de coliformes en las aguas residuales utilizando dosis elevadas de cloro y tiempos de contacto prolongados. La cloración también es relativamente efectiva contra las bacterias patógenas, siempre que la demanda de cloro de las aguas residuales no sea demasiado alta. En muchos casos se ha observado el recrecimiento de organismos coliformes luego de la cloración, aunque es poco probable que el recrecimiento de patógenos alcance niveles significativos, en caso de producirse. Los datos del cuadro 8-11 muestran que la cloración es relativamente efectiva en la destrucción de bacterias, pero los cuadros 8-12 y 8-13 muestran que su utilidad en la destrucción de virus y huevos es dudosa. Sobsey (1979) estimó que la cloración de efluentes provenientes de tratamiento secundario producía una reducción de un 50% en la concentración de virus. Esto daba como resultado una remoción general de virus en todo el sistema de tratamiento de aproximadamente 97.5% (cuadro 8-15).

En resumen, la cloración de los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales debe considerarse como un asunto controvertido en lo que respecta a su efectividad para reducir el contenido de patógenos. Dosis mucho más elevadas, combinadas con períodos de contacto prolongados, podrían producir una remoción efectiva, pero la efectividad del tipo de cloración practicado normalmente en los EE.UU. y en otros países no es convincente. En muchos países no se practica la cloración de efluentes de aguas residuales debido a las dudas respecto a sus beneficios y respecto a los posibles efectos dañinos en las corrientes o en los usuarios posteriores del agua de éstas a consecuencia de la formación de diferentes compuestos orgánicos clorados. Este problema no ha sido adecuadamente resuelto y requerirá de un considerable estudio antes de que se llegue a conclusiones respecto a si la cloración de efluentes podría ser confiable en los países en vías de desarrollo.

Otros desinfectantes que podrían usarse incluyen al ozono y al dióxido de cloro. Estos superan algunas de las dificultades con respecto a la formación de compuestos de cloro, pero desafortunadamente son sustancialmente más caros que el cloro en la mayor parte del mundo. De igual manera, el equipo requerido para su producción y su aplicación a las aguas residuales es mucho más caro y más complejo de manejar. Además, sobre su efectividad para reducir el contenido de patógenos, se sabe aún menos que en el caso del cloro.

#### Tratamiento "avanzado" de aguas residuales

La mayoría de tratamientos de aguas residuales más avanzados, es decir los que van más allá del

tratamiento biológico, han sido dirigidos a corregir problemas químicos y físicos en la calidad de las aguas residuales. En ningún caso se han adoptado para controlar patógenos.

Indudablemente, muchos de los procesos avanzados "podrían" ser muy efectivos en la remoción o destrucción de patógenos, pero realmente se sabe poco sobre su rendimiento y es claro que representarían sistemas extraordinariamente costosos si se les dedicara a ese propósito. Al no contarse con información detallada sobre la efectividad de estos procesos en la remoción de patógenos, no debe considerárseles seriamente.

### BIBLIOGRAFÍA SOBRE EFECTIVIDAD EN LA SALUD PÚBLICA DEL TRATAMIENTO Y LA DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y AGUAS RESIDUALES

- Anónimo. Water Quality and Treatment (Calidad y tratamiento del agua). 2nd Edition. The American Water Works Association, Inc. Nueva York. 1951.
- Anónimo. "Health Effects Relating to Direct and Indirect Re-Use of Wastewater for Human Consumption" (Efectos en la salud relacionados a la reutilización directa e indirecta de aguas residuales para el consumo humano). Report of an International Working Meeting. Technical Paper No. 7. World Health Organization. The Netherlands. 1975.
- Berg, G. "Reassessment of the Virus Problem in Sewage and in Surface and Renovated Waters" (Reevaluación del problema de los virus en las aguas de alcantarillado y en las superficiales y reutilizadas). In Proceedings of the 6th International Water Pollution Research Conference, Pergamon Press, Ltd., Elmsford, Nueva York, págs. B/14/28/1 - B/14/28/8. 1972.
- Crites, R.W. and Uiga, A. An Approach for Comparing Health Risks of Wastewater Treatment Alternatives (Un método

**Cuadro 8-15** Reducciones estimadas en los virus y concentraciones remanentes producidas por tratamiento convencional de aguas residuales.

| Proceso de tratamiento | Reducción estimada |           | Concentración de virus (I.U./l) |
|------------------------|--------------------|-----------|---------------------------------|
|                        | Proceso unitario   | Acumulada |                                 |
| Ninguno                | —                  | —         | 1,000—10,000                    |
| Tratamiento primario   | 50                 | 50        | 500— 5,000                      |
| Tratamiento secundario | 90                 | 5         | 50—500                          |
| Cloración              | 50                 | 2.5       | 25—250                          |
| .....                  | .....              | .....     | .....                           |
| Digestión de cieno     | 90                 | —         | 1,000—10,000 <sup>1</sup>       |

<sup>1</sup> En base a una concentración de virus inicial estimada de 1,000—10,000 Unidades Formativas de Placas por litro (UFP/l) en cieno no digerido (Lund 1978).  
Fuente: Sobsey (1979).

- para la comparación de los riesgos de salud de diferentes alternativas de tratamiento de aguas residuales). Publication EPA 430/9-79-009. Environmental Protection Agency. Washington. 1979.
- Fair, G.M., Geyer, J.C. and Okun, D.A. Water and Wastewater Engineering-Volumen II. Water Purification and Wastewater Treatment and Disposal (Ingeniería de Agua y Aguas Residuales. Vol. II. Purificación del agua y tratamiento y disposición de aguas residuales). John Wiley and Sons, Inc. New York. 1968.
- Feachem, R.G., Brandley, D.J., Garelick, H. and Mara, D.D. Health Aspects of Excreta and Wastewater Management, Part 1, Review and Analysis (Aspectos de salud del manejo de excretas y aguas residuales). The World Bank. Washington. 1978.
- Gloyna, E.F. Waste Stabilization Ponds (Estanques de estabilización de aguas residuales). WHO Monograph No. 60. World Health Organization. Geneva. 1971.
- Gotaas, H.B. Composting. Sanitary Disposal and Reclamation of Organic Wastes (Compostaje. Disposición sanitaria y reutilización de desechos orgánicos). WHO Monograph No. 31. World Health Organization. Geneva. 1956.
- Heukelekian, H. and Albanese, M. "Enumeration and Survival of Human Tubercule Bacilli in Polluted Waters. II. Effect of Sewage Treatment and Natural Purification" (Enumeración y supervivencia de bacilos de tuberculosis en aguas contaminadas. II. Efecto del tratamiento de aguas residuales y de la purificación natural). *Sewage and Industrial Wastes*. 28:1094-1102. 1956.
- Lund, E. "The Survival of Viral Pathogens in Water and Waste in Tropics" (La supervivencia de virus patógenos en el agua y aguas residuales en los trópicos). *Progress in Water Technology*. 11(1/2):73-79. 1978.
- Nupen, E.M. and Stander, G.J. "The Virus Problem in the Windhoek Wastewater Reclamation Project." In Proceedings of the 6th International Water Pollution Research Conference, Pergamon Press, Ltd., Elmsford, New York. págs. C/4/8/1-C/4/8/10. 1972.
- Rohlich, G.A. Drinking Water and Health. Safe Drinking Water Committee, National Academy of Sciences. Washington. 1977.
- Rybczynski, W., Polprasert, C. and McGarry, M. Low-Cost Technology Options for Sanitation (Opciones de tecnología de bajo costo para el saneamiento). Publication IDRC-102e. International Development Research Center. Ottawa. 1978.
- Shuval, H.I. Nightsoil Composting: State-of-the-Art and Research Pilot Study Needs (Compostaje de excrementos: Avance tecnológico y necesidades de estudios pilotos de investigación). Report No. RES12. The World Bank. Washington. 1977.
- Sobsey, M.D. Source Document on Enteric Viruses. Agency for International Development. Washington. 1979. (In Press).
- Van Vuuren, L.R.J., Clayton, A.J. and van der Post, D.C. "Current Status of Water Reclamation of Windhoek" (Estado actual de la reutilización de aguas en Windhoek) *Journal Water Pollution Control Federation*. 52:661-671. 1980.
- Wagner, E.G. and Lanoix, J.N. Excreta Disposal for Rural Areas and Small Communities (Disposición de excretas en áreas rurales y pequeñas comunidades). World Health Organization. Geneva. 1958.
- Wolf, H.W., Safferman, R.S., Mixon, A.R. and Stringer, C.E. "Virus Inactivation during Tertiary Treatment." *Journal American Water Works Association* 66:526-531. 1974.

# Impactos de los abastecimientos comunitarios de agua sobre la salud

## INTRODUCCIÓN

Aunque la transmisión de enfermedades a través de abastecimientos de agua generalmente se acepta sin más, la capacidad de los mismos para evitar enfermedades entéricas y de otro tipo no siempre resulta obvia. La mayoría de estas enfermedades tiene múltiples mecanismos de transmisión y pocas tienen otra puerta de acceso al cuerpo que no sea la boca. Además, un abastecimiento de agua perfecto en una comunidad cuya higiene sea deficiente en todo lo demás tendrá un efecto limitado en la reducción de las enfermedades entéricas endémicas.

Entonces, se presentan varias preguntas:

1. ¿Existe una relación entre el suministro de sistemas de agua y una mejora en la situación de la salud pública?
2. ¿Es esta relación cuantificable?
3. ¿Pueden evaluarse los impactos sobre la salud de los sistemas de abastecimiento de agua?
4. ¿Existen estudios que muestren beneficios positivos significativos producidos por los sistemas de abastecimiento de agua en los países en vías de desarrollo? Esta pregunta a veces se convierte en: ¿Por qué no existen tales estudios?

## ESTUDIOS DE CAMPO SOBRE LOS IMPACTOS DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA EN LAS ENFERMEDADES

Durante los últimos 30 años se han intentado formalmente quizás unos 100 estudios. Para el pre-

sente trabajo, se han revisado aproximadamente 200 publicaciones. Al final de esta sección, se incluyen dos cuadros-resumen en los cuales se describe la metodología y las conclusiones de unos 25 de estos estudios.

### Primeros estudios sobre impactos del abastecimiento de agua en las enfermedades

Los estudios del siglo XIX en Inglaterra por parte de John Snow (1849, 1854, 1856) y de William Budd (1874) sobre el cólera y la tifoidea respectivamente, así como el de Robert Koch (1894) sobre el cólera en Alemania, Egipto y la India, son clásicos de la epidemiología por lo que en la mayoría de textos de esta materia aparece uno o más de estos estudios.

Los Estados Unidos también tienen sus pioneros: William T. Sedgewick (1892, 1910); Hiram F. Mills (1890), en la Estación Experimental Lawrence del Departamento Sanitario de Massachusetts; James H. Fuertes (1897); George C. Whipple (1907, 1908, 1921); George A. Johnson (1916); Wade Hampton Frost (1914) y otros.

Los estudios de Frost para el Servicio de Salud Pública de los EE. UU. mostraron una reducción en los índices de tifoidea en las ciudades de Ohio que habían construido plantas de tratamiento hacia 1914 (véase Cuadro 9-1). Johnson encontró que los índices de tifoidea se redujeron en un 65% en un estudio realizado en 1916 sobre 20 ciudades norteamericanas (véase Cuadro 9-2). En los EE. UU., más de mil estudios sobre enfermedades transmitidas

**Cuadro 9-1** Índices de mortalidad por tifoidea para 26 ciudades del Río Ohio sin plantas de tratamiento de agua en 1906 y para las mismas ciudades en 1914 luego de la iniciación del tratamiento del agua en 16 ciudades.

| Número de ciudades      | Mortalidad por cada 100,000 pobladores |         |
|-------------------------|--|---------|
|                         | En 1906                                | En 1914 |
| 11 Ciudades             |  |         |
| Sin Tratamiento en 1906 |  |         |
| Sin Tratamiento en 1914 | 76.8                                   | 74.5    |
| 16 Ciudades             |  |         |
| Sin Tratamiento en 1906 |  |         |
| Con Tratamiento en 1914 | 90.5                                   | 15.3    |

*Nota:* La fuente de abastecimiento de agua no fue cambiada en ninguna de las 27 ciudades entre 1906 y 1914.

*Fuente:* Frost (1941).

por agua realizados a lo largo de muchos años, generalmente en base a brotes de fuente común, han establecido los riesgos reales y potenciales de la transmisión de enfermedades por medio del agua. La amplia disponibilidad de sistemas controlados de abastecimiento de agua, saneamiento y otras medidas destinadas a salvaguardar la salud pública, junto con una buena nutrición, pocos portadores y un alfabetismo total, han reducido inmensamente la incidencia y los efectos de las enfermedades infecciosas transmitidas por agua en los Estados Unidos y en los países industrializados.

#### Estudios de campo más recientes sobre los impactos del abastecimiento de agua y del saneamiento en las enfermedades

Aun cuando la mayor parte de la población de los EE. UU. tiene un abastecimiento de agua confiable e inodoros con descarga de agua dentro de sus casas y además la incidencia de enfermedades transmitidas por agua es baja, existen situaciones en las cuales estudios recientes han realizado pruebas sobre el efecto de una mejora en las instalaciones de abastecimiento de agua y saneamiento.

Hollister y otros (1955), en un estudio sobre los campamentos de agricultores migrantes en California encontraron que la prevalencia de infecciones causadas por shigella eran menores cuando el agua

y los inodoros estaban dentro de las viviendas y era 3.6 veces mayor cuando se contaba con agua y letrinas fuera. Se llegó a conclusiones en las comunidades pobres de Georgia en los estudios de Stewart y otros (1955), McCabe y Haines (1957) y OMS (1964). Estos estudios bien realizados establecieron la importancia para el control de las enfermedades diarreicas de un acceso conveniente a cantidades adecuadas de agua.

Peterson y Hines (1960) encontraron una fuerte correlación estadística ( $P$  menor que 0.01) entre la incidencia de enfermedades gastrointestinales y la calidad del agua en 6 pueblos de Colorado. El nivel de contaminación se consideraría menor en el caso de abastecimientos rurales en países en vías de desarrollo.

Berg y Mowery (1968), en un estudio de 1,943 indios americanos que vivían en reservaciones ubicadas en cuatro estados, encontraron que el número de pacientes externos con enfermedades entéricas disminuyó modestamente (15%) en un grupo con uno o dos grifos de agua y letrinas o letrinas con fosa mientras que aumentó ligeramente en un grupo con grifos domiciliarios y con letrinas de pozo.

Rubenstein y otros (1969), en un estudio en el poblado indio Hopi, encontraron que las visitas clínicas per cápita motivadas por diarreas descendieron de 2.0 anuales a 0.85 anuales luego de la instalación de un sistema de plomería doméstico. En un área de control, sin plomería doméstica, las visitas clínicas descendieron de 3.1 a 2.6 anuales durante el mismo período de tiempo.

Estudios realizados en los países en vías de desarrollo usando una variedad de criterios y metodologías de prueba brindan una mejor comprensión de las relaciones existentes entre abastecimiento de agua-saneamiento y enfermedades transmitidas por el agua. Los siguientes estudios de América Latina, África y Asia son reveladores.

Moore y otros (1965) encontraron que la morbilidad por diarrea en los niños costarricenses entre 0 y 4 años era un 25% menor entre aquellos que usaban los sistemas de agua clasificados como "mejores" que entre aquellos que usaban los sistemas de agua clasificados como "peores".

Bruch y otros (1963) informaron en Guatemala que en un poblado con un sistema mixto de agua entubada (10%) y grifos públicos, los episodios de diarrea tenían un nivel de ataque de 32.4 para los niños que consumían agua entubada y de 38.0 para los niños que usaban las fuentes públicas. En un



**Cuadro 9-2.** Reducción de los índices de mortalidad por fiebre tifoidea en ciudades norteamericanas luego de adoptar el sistema de filtración en su abastecimiento público de agua (promedios para cinco años antes y cinco años después de la filtración).

| <i>Ciudad</i>               | <i>Tasas promedio de mortalidad por fiebre tifoidea</i> |                                 | <i>Porcentaje de reducción en las tasas de mortalidad por fiebre tifoidea luego de la filtración de los sistemas de abastecimiento de agua</i> |
|-----------------------------|---|---------------------------------|--|
|                             | <i>Antes de la filtración</i>                           | <i>Después de la filtración</i> |  |
| Albany, N. Y.               | 109   | 28                              | 74   |
| Charleston, S.C.            | 106   | 62                              | 41   |
| Cincinnati, O.              | 56  | 11                              | 80   |
| Columbus, O.                | 83  | 17                              | 78   |
| Harrisburg, Pa.             | 72  | 33                              | 54   |
| Hoboken, N.J.               | 18  | 13                              | 28   |
| Indianapolis, Ind.          | 46  | 28                              | 39   |
| Lawrence, Mass.             | 110   | 23                              | 79   |
| Louisville, Ky.             | 57  | 24                              | 58   |
| New Haven, Conn.            | 40  | 25                              | 38   |
| New Orleans, La.            | 39  | 26                              | 33   |
| Paterson, N. J.             | 29  | 9                               | 69   |
| Philadelphia, Pa.           | 63  | 20                              | 68   |
| Pittsburgh, Pa.             | 132   | 19                              | 85   |
| Providence, R. I.           | 19  | 13                              | 31   |
| Reading, Pa.                | 53  | 35                              | 34   |
| Scranton, Pa.               | 25  | 10                              | 60   |
| Springfield, Mass.          | 22  | 22                              | 0  |
| Washington, D. C.           | 55  | 31                              | 43   |
| Washington, Del.            | 35  | 24                              | 31   |
| <b>Promedios ponderados</b> | <b>60</b>   | <b>21</b>                       | <b>65</b>  |

*Fuente:* Johnson (1916).

poblado cercano que usaba agua de múltiples fuentes, algunas de ellas contaminadas, los niveles de ataque eran de 128.6 y 134.8 para agua entubada y agua de fuente pública respectivamente. Los pobladores que dependían de fuentes mixtas para su agua potable sufrían de diarreas con una frecuencia 4 veces mayor que aquellos que obtenían su agua de un manantial por gravedad protegido.

Henry (1981) describe la introducción de un sistema domiciliario de agua entubada con grifos exteriores en dos áreas de Santa Lucía, en las Antillas. Un área también recibió letrinas con sello de agua. Una tercera área servía como control. La diarrea entre niños de un año tuvo una incidencia un 70% menor en el área con abastecimiento de agua y letrinas respecto al área de control (esta última utilizaba fuentes públicas); la ascariasis, un 30% menor y el número de niños tratados por diarrea y

enfermedades de la piel fue un 47% menor y un 82% menor respectivamente.

Pontes y Ramos (1971) informan sobre la mortalidad infantil a largo plazo en dos áreas de Sao Paulo, Brasil, que recibieron sistemas mejorados de abastecimiento de agua, comparándola con dos áreas de "control". La mortalidad infantil descendió en un 68 a 80%, hasta llegar aproximadamente a los niveles de sectores antiguos donde ya existían previamente sistemas de abastecimiento de agua.

Reiff (1981) ha desarrollado para Costa Rica un análisis de correlación gráfico donde muestra a lo largo del tiempo el desarrollo de los sistemas de abastecimiento de agua y el descenso simultáneo de la diarrea y la gastroenteritis. También se muestran los períodos de ocurrencia de otras medidas sociales (véase figura 9-1). Un análisis similar se desarrolló antes de la Segunda Guerra Mundial para

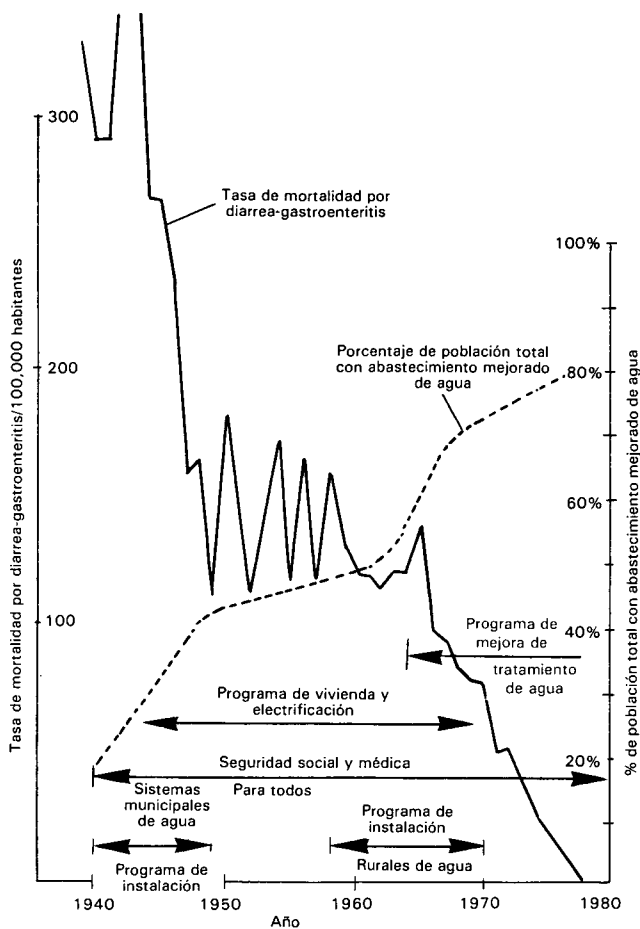


Figura 9-1. Índices de mortalidad por diarrea y gastroenteritis en Costa Rica vs. el tiempo y porcentaje de la población total con abastecimiento de agua mejorado vs. el tiempo (Fuente: Reiff, 1981).

muchas ciudades norteamericanas: Baltimore, Chicago, Filadelfia y otras.

El Centro para Control de Enfermedades (1978) y Thacker y otros (1980) intentaron establecer el efecto sobre la salud del uso per cápita de agua durante una interrupción del suministro de agua en Puerto Príncipe, Haití. Se encontró poco efecto, posiblemente como consecuencia de que se requería que los encuestados recordaran sucesos acaecidos 8 meses antes.

Koopman (1980), en un estudio desarrollado en Cali, Colombia, encontró que las casas con letrinas tenían 36% más casos de diarrea que aquellas con alcantarillado. Las casas que no contaban con métodos de remoción de excretas tenían un 60% más de casos que aquellas con letrinas y un 127% más que aquellas con alcantarillado.

Kourany y Vásquez (1969) concluyeron en forma similar que el suministro de sistemas entubados de agua y de inodoros con tanque era más efectivo en Panamá.

Una ampliación del sistema de agua entubada hasta las barriadas de Lusaka, Zambia, dio como resultado un descenso de 90% en la tasa de morbilidad por tifoidea de la ciudad. La morbilidad por diarrea cayó en un 37% (Bahl, 1976).

Fenwick (1966), en un intenso estudio del impacto sobre la salud de un nuevo sistema rural de abastecimiento de agua para Zaina (Kenia), encontró que los días de enfermedad descendieron notablemente entre los niños del lugar (más de un 50% entre aquellos menores de 6 años), mientras que se elevaron ligeramente en Thengenge, un área de control. También consúltese a Strudwick (1962) y White, Bradley y White (1972).

White, Bradley y White (1972) encontraron que la prevalencia de la diarrea en 34 lugares del Africa Oriental era de 3.4% cuando se contaba con agua entubada y de 19.0% cuando no se contaba con ella.

Bokkenheuser y Richardson (1960) y Richardson y otros (1963, 1965, 1966, 1968, 1968) examinaron la transmisión de la shigelosis y de la salmonelosis en Sudáfrica durante un extenso período. La información antes y después de la instalación de un abastecimiento mejorado en una de las aldeas fue: shigelosis, 25.6% antes, 19.6% después y salmonelosis, 35.5% antes, 19.6% después, porcentajes calculados en base a cultivos positivos en niños en edad escolar.

La OMS implementó una serie de estudios sobre la diarrea (Van Zijl, 1966; OMS, 1960, 1961a, 1961b, 1962, 1963, 1966a y 1966b) en siete países: Sri Lanka, Bangladesh, Irán, Mauritania, Sudán, Egipto, y Venezuela. Tomando los siete estudios como una sola unidad, las conclusiones generales incluyen las siguientes:

1. La diferencia reportada entre los índices de diarrea en áreas con y sin abastecimiento entubado de agua fue altamente significativa ( $X^2 = 60.34$ ;  $P$  menor que 0.001;  $n = 4$ ).
2. En forma similar, se encontró entre las dos áreas una diferencia altamente significativa en lo que respecta a la detección de shigelas ( $X^2 = 23.04$ ;  $P$  menor que 0.001,  $n = 5$ ).
3. "Quedó demostrada la importancia del agua, al igual que de otros factores de saneamiento".

**Cuadro 9-3** Tasas de mortalidad promedio específicas para cinco años antes y después del establecimiento de plantas de purificación de agua en el estado de Uttar Pradesh en la India.

| Pueblos                                       | Año de instalac. de plantas | Tasas de Mortalidad Promedio |         |          |         |            |         |          |         |
|---|-----------------------------|------------------------------|---------|----------|---------|------------|---------|----------|---------|
|   |                             | Cólera                       |         | Tifoidea |         | Disentería |         | Diarreas |         |
|   |                             | Antes                        | Después | Antes    | Después | Antes      | Después | Antes    | Después |
| Roorkee                                       | 1953                        | 0:01                         | 0:00    | 0:37     | 0:04    | 0:25       | 0:14    | 0:77     | 0:38    |
| Ghaziabad                                     | 1954                        | 0:04                         | 0:00    | 0:12     | 0:08    | 0:21       | 0:19    | 0:15     | 0:02    |
| Etawah  | 1951                        | 0:39                         | 0:03    | 0:04     | 0:00    | 0:45       | 0:08    | 3:27     | 1:62    |
| Orai  | 1945                        | 0:30                         | 0:13    | 0:21     | 0:11    | 0:25       | 0:06    | 1:56     | 0:48    |
| Gorakhpur                                     | 1954                        | 0:04                         | 0:02    | 0:07     | 0:06    | 0:76       | 0:72    | 1:11     | 0:42    |
| Banda   | 1950                        | 0:43                         | 0:06    | 0:42     | 0:21    | 0:21       | 0:14    | 0:26     | 0:10    |
| Bahraich                                      | 1951                        | 0:34                         | 0:00    | 0:12     | 0:03    | 0:26       | 0:15    | 1:13     | 0:65    |
| Hardoi  | 1954                        | 0:29                         | 0:00    | 0:22     | 0:02    | 0:22       | 0:13    | 0:49     | 0:28    |
| Basti   | 1954                        | 0:13                         | 0:01    | 0:52     | 0:00    | 0:15       | 0:08    | 0:09     | 0:01    |
| Mirzapur                                      | 1953                        | 0:11                         | 0:00    | 0:01     | 0:00    | 0:98       | 0:62    | 0:62     | 0:27    |
| Moghulsarai                                   | 1949                        | 0:86                         | 0:06    | 0:25     | 0:03    | 0:18       | 0:03    | 0:18     | 0:17    |
| Sandila                                       | 1954                        | 0:20                         | 0:57*   | 2:46     | 0:05    | 0:84       | 0:70    | 1:07     | 1:03    |
| Deoria  | 1954                        | 0:04                         | 0:00    | 0:11     | 0:06    | 0:02       | 0:04*   | 0:01     | 0:03*   |
| Vrindaban                                     | 1943                        | 0:60                         | 0:16    | 0:10     | 0:37*   | 0:72       | 1:12*   | 3:76     | 2:86    |
| Promedio (14 pueblos)                         |                             | 0:27                         | 0:07    | 0:22     | 0:08    | 0:39       | 0:30    | 1:03     | 0:59    |
| Porcentaje de reducción en las tasas promedio |                             | 74:07                        |         | 63:63    |         | 23:08      |         | 42:72    |         |

\*Las cifras con asterisco no muestran descenso.  
Fuente: Zaheer y otros (1962).

Un estudio desarrollado en Egipto por Weir y otros (1952) concluyó que "la instalación de sistemas sanitarios de abastecimiento de agua y de letrinas no alteró el índice de mortalidad infantil ni el índice de mortalidad general en ninguno de los poblados". Una revisión de dicho estudio, a la luz de los conocimientos actuales, sugiere que ni los pozos ni las letrinas eran "sanitarios". Consúltese también a Kawata (1978a).

Zaheer y otros (1962) encontraron reducciones de 74%, 64%, 23%, y 43% en las tasas de mortalidad por cólera, tifoidea, disenterías y diarreas, respectivamente, después del establecimiento de plantas de tratamiento de agua en 14 pueblos del estado de Uttar Pradesh en la India. El uso promedio de agua fue de 13 galones per cápita diarios. Estos resultados se muestran en el cuadro 9-3.

Misra (1971), en un estudio de sistemas rurales de abastecimiento de agua en siete aldeas del estado de Uttar Pradesh en la India, encontró que la introducción de agua entubada con grifos domiciliarios tuvo efecto en la prevalencia de algunas enfermedades, haciéndola descender para la diarrea en un 77%; para la disentería, en un 76%; para la sarna, en

un 98% y para el tracoma, en un 90%. La fiebre tifoidea desapareció. La reducción lograda en la prevalencia de la diarrea mediante fuentes públicas fue dos tercios tan efectiva como las conexiones domiciliarias.

Cvjetanovic (1980) reporta un descenso constante a largo plazo en la incidencia de la diarrea luego de las mejoras en el abastecimiento de agua de las cuales informa Misra (1971). La diarrea en los niños de 5 años o menos descendió en un 40% durante el primer año luego de la introducción de estas mejoras y continuó descendiendo en el segundo y en el tercer año luego de las mismas.

Rajasekaran, Dutt y Pisharoti (1977), en un estudio de abastecimientos rurales de agua en la India, encontraron que la prevalencia de la shigelosis en hogares con grifos de agua era la mitad que en aquellos con pozos y un tercio de la de aquellos con fuentes públicas.

Trevedi, Gandhi y Shukla (1971) emprendieron la cloración de 48 pozos de abastecimiento rural de agua en tres aldeas cercanas a Kanpur en la India. La incidencia de la diarrea se redujo a su sexta parte luego de implementada la cloración en los pozos y al

hacer la comparación con los pozos de control, la incidencia en éstos era 11 veces mayor que en los pozos clorados.

Khan (1978) encontró que en un campo de refugiados en Dacca, Bangladesh, con agua entubada y letrinas tenía un 62% menos de casos de cólera que dos campos cercanos con pozos tubulares y letrinas superficiales.

También se informa de resultados positivos en tres países industrialmente desarrollados donde se introdujo o restauró mejoras en el abastecimiento de agua de las áreas rurales luego de la Segunda Guerra Mundial.

Zevec, Bujevic y Cvjetanovic (1980) describen la instalación en 1962 de pozos y letrinas sanitarios en Mraclin, una aldea yugoslava. La tasa de mortalidad anual entre niños de 1 a 4 años se redujo en un 45%.

Costopolus (1968) informó de un espectacular descenso, luego de la Segunda Guerra Mundial, en las enfermedades transmitidas por agua en Grecia, como consecuencia de la restauración de los sistemas de abastecimiento de agua (en la sección 2 aparece un gráfico en la parte dedicada a la tifoidea).

Dieterich y Henderson (1963) describen un informe del gobierno japonés a la Organización Mundial de la Salud sobre la instalación de abastecimientos de agua potable en 30 áreas rurales de Japón. Luego de la instalación, las enfermedades intestinales infecciosas descendieron en un 71.5%, el tracoma en un 64% y los índices de mortalidad para infantes y niños pequeños en un 51.7%.

#### Estudios de campo con resultados negativos o imprecisos

Varios estudios de campo recientes han tenido dificultades de interpretación o han sido, algunas veces, mal interpretados. Existen ejemplos en Guatemala, Lesotho y Bangladesh.

Un estudio extenso a largo plazo en Guatemala, patrocinado por la AID e implementado en campo por la Universidad de Carolina del Norte (UNC) y el Instituto de Nutrición para Centroamérica y Panamá (INCAP), encontró que "la introducción de abastecimientos de agua y los intentos por mejorar el saneamiento no tuvieron un efecto significativo sobre la diarrea" (véase Shiffman y otros, 1978d; también Schneider, Shiffman y Faigenblum, 1978 y Shiffman y otros, 1978a, 1978b, 1978c). Un análisis posterior de parte de los datos por un

miembro de la dirección de la AID produjo conclusiones totalmente contrarias (Dworkin y Dworkin, 1980). La AID, encontrándose en un dilema convocó a un panel de expertos no vinculados a las partes para que revisaran independientemente el proyecto, su informe y sus conclusiones (Cvjetanovic y otros, 1981). El panel determinó que la información no podía apoyar una conclusión firme con respecto a si la intervención había tenido o no un impacto.

Un estudio patrocinado por el Ministerio de Desarrollo Exterior británico, OXFAM, y el gobierno de Lesotho y ejecutado por un equipo interdisciplinario evaluó sistemas de abastecimiento de agua en aldeas de Lesotho. Una parte de este interesante estudio examinó los impactos en la salud (Feachem y otros, 1977).

El estudio sobre el impacto en la salud tuvo dificultades debido a la falta de datos sanitarios que sirvieran de línea base en las aldeas estudiadas. El análisis buscó superar esta dificultad realizando historias clínicas retrospectivas para los pobladores de aldeas con y sin abastecimientos mejorados de agua. La información sobre enfermedades diarreicas se expresó como un porcentaje respecto a ciertas otras enfermedades, con el fin de "brindar una medida que fuera independiente de las diferencias existentes entre las aldeas respecto al tamaño de la población y a su asistencia (a los centros de salud)". Luego, se tabularon estos porcentajes de las diferentes aldeas confrontándolos con el estado del abastecimiento de agua en las mismas y a estos datos se les aplicó pruebas estadísticas de Chi-cuadrado. No se encontró diferencias significativas entre las aldeas con respecto a la relación entre sus enfermedades reportadas clínicamente y otras enfermedades, independientemente de la calidad del servicio de abastecimiento de agua.

Los autores del informe de Lesotho argumentaron que "los abastecimientos de agua rurales, *en la forma en que se habían construido y usado en Lesotho*, no habían producido reducciones en las enfermedades" (p. 179, el subrayado es nuestro). La precisión que hemos subrayado es importante por lo menos en dos aspectos: 1) no existe diferencia en la cantidad de agua utilizada por los usuarios de los sistemas mejorados o no mejorados, en ambos casos es de 20 litros per cápita diarios. Veinte lpcd es una cantidad mínima para fomentar la higiene; 2) la contaminación de las fuentes de agua no mejoradas es poca, siendo algo raro que los recuentos de coliformes fecales superen la magnitud de  $10^3$ . De ahí

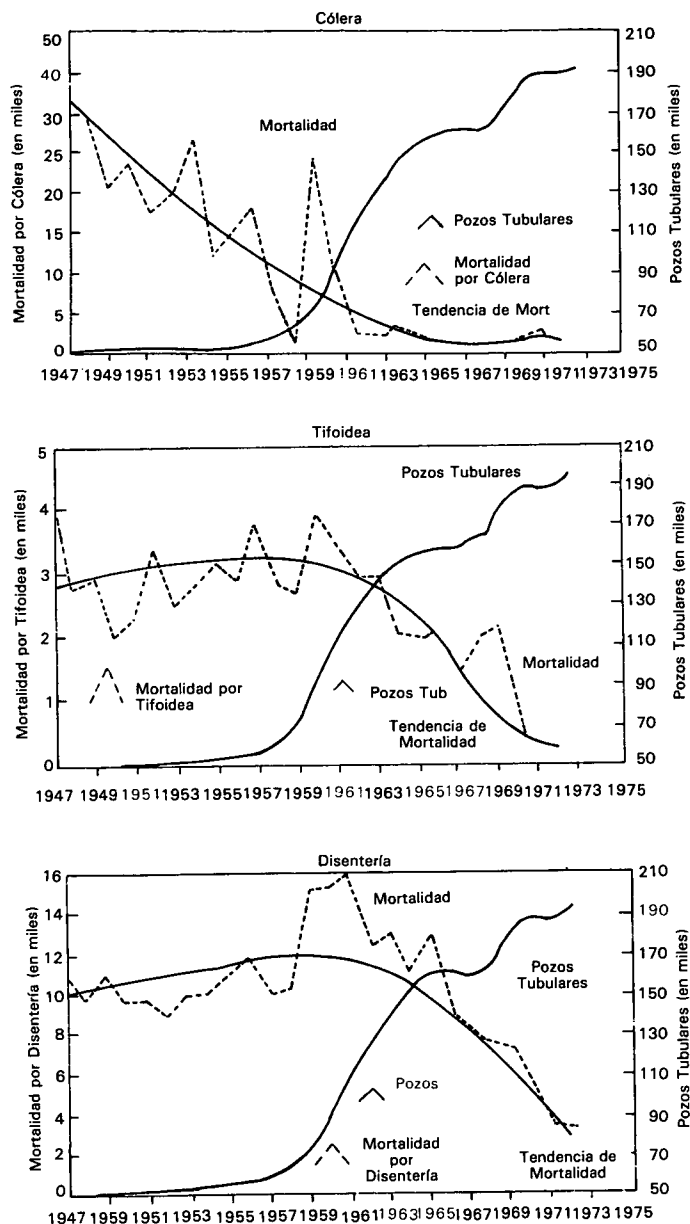


Figura 9.2 Relación entre número de pozos tubulares y mortalidad debida al cólera, la tifoidea y la disentería en Bangladesh. (Fuente: OMS, 1974).

la pregunta: ¿eran los abastecimientos de agua en la prueba realmente diferentes?

Otro problema es la “sensibilidad” del procedimiento de porcentajes utilizado. Los casos de diarrea reportados clínicamente fueron pocos, menos de 2 mensuales por aldea. Este método ingenioso podría ser probado con mejores perspectivas en un caso en el que se disponga tanto de información clínica como de la aldea en general.

Los autores son más cautelosos que algunos otros

que han extrapolado las conclusiones de Lesotho a las condiciones diferentes del Africa Occidental (Comisión de Comunidades Europeas, 1978).

Bangladesh está en el corazón de los ancestrales dominios del cólera (Politzer, 1959). También es la sede del Centro Internacional para la Investigación de Enfermedades Diarreicas (fundado originalmente como Laboratorio para la Investigación del Cólera) y de un importante programa de bombas de mano y pozos tubulares implementado por la UNICEF.

Esto ha llevado a la realización de varios estudios sobre la eficiencia de los pozos tubulares en la prevención del cólera.

Algunos de estos estudios han cuestionado este rol (Briscoe, 1978; Levine y otros, 1976a, 1976b; Feachem y otros, 1977), preguntándose inclusive si el cólera en realidad es transmitido por el agua. Estudios más recientes (Hughes y otros, 1977; Spira y otros, 1980) han encontrado que los pozos tubulares no presentan rastros de vibriones cólera y que el cólera se transmite a través del agua que no proviene de estos pozos. Más aún, el número de pozos tubulares es inadecuado para el número de usuarios, un problema empeorado por las no pocas frecuentes averías de las bombas de mano. También se debe tomar en cuenta el rol del hierro presente en las aguas subterráneas de Matlab Thana, donde se han implementado la mayoría de estudios (Kawata, 1978a, 1978b).

Existen numerosos ejemplos sobre el impacto en la salud de los abastecimientos de agua mejorados en Bangladesh, especialmente en las afueras de Matlab Thana (véase, por ejemplo, Curlin y otros, 1977a, 1977b; Greenough, 1981; Khan, 1978; Rahaman, 1978, 1981; Skoda, Mendis y Chia, 1977, 1979 y OMS, 1974). La figura 9-2 muestra la relación entre el número de pozos tabulares y la mortalidad debido al cólera, la tifoidea y la disentería en Bangladesh en su conjunto.

#### IMPACTO EN LA SALUD DE DIFERENTES NIVELES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

Como ilustra el cuadro 9-4 (utilizando datos sobre el nivel de servicio y de costos en Brasil), el nivel del servicio de agua, que va desde el abastecimiento comunitario puntual hasta la plomería doméstica completa, tiene un impacto significativo en los costos. Los impactos en la salud tienden a incrementarse con la elevación del nivel de servicio. ¿Se elevan los beneficios en la salud tan rápidamente como los costos? Desafortunadamente, existen pocos estudios a partir de los cuales se puedan definir los beneficios marginales para la salud según el nivel de los servicios de abastecimiento de agua. El estudio realizado por Misra (1971) es uno de esos pocos. El cuadro 9-5 se extrae de ese estudio.

Nótese que, en este caso, el mayor porcentaje de beneficios sanitarios se obtiene con las fuentes públicas. Con el mismo presupuesto, se podría brindar servicio a un número mayor de personas, lo que reduciría probablemente la incidencia de diarreas más que si se brindara servicio con grifos domiciliarios a un número menor. La relación exacta dependerá de los costos per cápita relativos para las fuentes públicas y los grifos domiciliarios.

Los costos de los beneficios adicionales para la salud obtenidos con actividades complementarias también son relevantes. Aquí, nuevamente, son escasos los estudios. Uno interesante es el de Azurín y Alvero (1974) respecto a la implementación de medidas para controlar el cólera en las Filipinas. En ese estudio, podía atribuirse un 72.9% de la reducción en el cólera al abastecimiento de agua por sí solo, un 68.0% al saneamiento por sí solo y un 76.4% a ambos (agua potable y saneamiento), es decir, apenas un 3.5% más que al abastecimiento de agua solo. Nuevamente, la combinación de agua potable y saneamiento dependería de los costos relativos si fuera posible estimar a priori y con exactitud los impactos en la salud.

#### IMPACTOS EN LA NUTRICIÓN

Las evidencias sugieren crecientemente que el problema de "desnutrición" no se debe simplemente a la insuficiencia disponibilidad de alimentos. La pesada carga de la diarrea infantil y otras infecciones e infestaciones retarda el crecimiento y el desarrollo físico y, en algunas circunstancias, puede precipitar o exacerbar la desnutrición clínica abierta. En la medida que la calidad y la cantidad de los abastecimientos domésticos de agua están asociadas con la incidencia de infecciones e infestaciones, el agua es un factor del estado nutricional. Actualmente están publicando unos cuantos estudios en los que se relaciona la mejora en los abastecimientos de agua con mejoras cuantificables en el estado nutricional, especialmente en lo que respecta al crecimiento de los niños. Entre estos se incluyen los de Adrianzen y Graham (1974), Henry (1981), Rowland y McCollum (1977), Tomkins y otros (1978), Whitehead (1977) y algunos más. La evidencia acumulada hasta la fecha sugiere que vale la pena brindar una mayor atención a la vinculación entre abastecimiento de agua y nutrición.

**Cuadro 9-4.** Costos de las alternativas para los niveles de servicio en las áreas de abastecimiento de agua y saneamiento: Un ejemplo.**I. Costos per cápita anuales según nivel de servicio**

| Categoría                      | Nivel de servicio |     |      |      |      |
|--------------------------------|-------------------|-----|------|------|------|
|                                | I                 | II  | III  | IV   | V    |
| Abastecimiento de agua         | \$2               | \$4 | \$ 7 | \$ 7 | \$11 |
| Disposición de excretas        | \$2               | \$4 | \$ 7 | \$10 | \$12 |
| Agua y disposición de excretas | \$4               | \$8 | \$14 | \$17 | \$23 |

**II. Características de los niveles de servicio alternativos**

| Nivel | Demanda per cápita promedio de agua (1/día) | Máxima demanda total diaria de agua (m <sup>3</sup> /día) | Agua: Instalac. de distribución (Los costos incluyen fuente y tratamiento) | Saneamiento: Instalac. de dispos. de excretas y aguas resid.                |
|-------|---|---|--|---|
| I     | 25  | 405   | Fuentes públicas para 200-400 personas en 100 m a la redonda               | Una letrina por cada familia  |
| II    | 50  | 810   | Un grifo exterior por familia  | Un inodoro con descarga de agua y sumidero ciego por familia                |
| III   | 100   | 1,620   | Un grifo en la cocina y una ducha por familia                              | Un inodoro con descarga de agua y un tanque séptico por familia             |
| IV    | 100   | 1,620   | Igual que III  | El mismo inodoro pero con alcantarillas de pequeño diámetro a estanques     |
| V     | 200   | 3,240   | Plomería completa  | Alcantarillado convencional con agua y tratamiento de residuos en estanques |

*Notas:* Los estimados son para el pueblo de Río Pasca, estado de Minas Gerais, Brasil; población actual: 6,000, población proyectada: 12,800; área de servicio: 83 hectáreas; tamaño de familia promedio: 6; el pueblo está dividido por un río y su topografía es irregular. El consumo de agua en los días pico es un 150% del consumo promedio diario. Los costos de construcción se han convertido en costos anuales usando un período de diseño de 20 años y una tasa de interés del 10%. Importante: los costos de agua y saneamiento dependen del sitio y varían ampliamente según el clima, la hidrología, la geología, la topografía, la demografía, la economía y otras condiciones locales.

**Cuadro 9-5** Comparación de la incidencia de diarreas entre niños menores de cinco años según la fuente de agua potable.

| Fuente          | Incidencia de diarreas (%) | Reducción respecto a pozo abierto (%) |
|-----------------|----------------------------|---------------------------------------|
| Pozo Abierto    | 18.4                       | —                                     |
| Fuente Pública  | 7.8                        | 57.7                                  |
| Grifo doméstico | 6.2                        | 66.3                                  |

Adaptado de Misra (1971) para siete aldeas indias en agosto-diciembre 1968.

## IMPACTOS EN LAS ENFERMEDADES NO DIARREICAS

Los estudios de campo sobre los impactos del abastecimiento de agua en la salud se han centrado históricamente en las enfermedades diarreicas. Sin embargo, existen numerosos ejemplos de estudios sobre impactos centrados en otras enfermedades. Son particularmente notables los de Assaad, Maxwell-Lyons y Sundareson (1969) y Marshall (1968) para el tracoma; Sholdt, Holloway y Fronk (1979) para la pediculosis (piojos) y Unrau (1978) para la esquistosomiasis. Estos y otros estudios se revisaron en las secciones anteriores.

## MODELOS HISTÓRICOS, ESTADÍSTICOS Y ECONOMÉTRICOS

Existen estudios que observan la información a gran escala, frecuentemente considerando múltiples intervenciones en un período de tiempo extenso. En estos análisis, son populares las técnicas de regresión múltiple. Estos *no* son modelos epidemiológicos.

Entre los primeros trabajos de este tipo están los de Thomas McKeown y sus colegas (McKeown, 1976; McKeown y Record, 1962 y McKeown, Brown y Record, 1962), quienes intentan explicar el incremento en la población de la Europa moderna mediante el análisis de las tasas históricas de nacimiento y mortalidad, mortalidad por enfermedades específicas, niveles nutricionales, cambios ambientales y otras variables durante la segunda mitad del siglo XIX y los comienzos del siglo XX.

Su conclusión es que el descenso en la mortalidad se debió a una reducción en el número de muertes causadas por enfermedades infecciosas. Entre los descubrimientos relevantes para el presente estudio está el de que “a partir de la segunda mitad del siglo XIX, se produjo una reducción sustancial en la mortalidad por infecciones intestinales, luego de la introducción de medidas higiénicas—purificación del agua, eficiente disposición de aguas residuales y mejoras en la higiene alimentaria”. Las reducciones que se produjeron antes de los avances en la higiene se atribuyen a las mejoras en la nutrición debido al mayor suministro de alimentos. “El descenso en la mortalidad no estuvo influenciado sustancialmente por la inmunización ni la terapia antes de 1935”.

Un análisis similar, pero menos extenso, realizado por Arriaga y Davis (1969) para 13 países latinoamericanos además de unos 8 países más, con datos desde fines del siglo XIX hasta 1960, encontró que después de aproximadamente 1930, las medidas de salud pública ejercieron en América Latina una fuerte influencia, independientemente del desarrollo económico local. Las medidas sanitarias citadas incluyen el agua, el alcantarillado y la higiene personal.

Barnum y otros (1980) en un modelo matemático de optimización de las intervenciones en el campo de la salud, con bajos “niveles de recursos”, seleccionaron las actividades a enfatizar: “promoción de la salud, agua y saneamiento (fuentes públicas, letrinas y alcantarillado protegido) y centros de atención infantil”. La información de entrada se obtuvo de las experiencias colombianas. Koopman (1980), en un estudio también en Colombia (Cali) encontró que las casas sin letrinas tenían un 60% más de incidencia de diarreas que aquellas con letrinas y 127% más que aquellas con alcantarillado. Otro estudio realizado en Colombia (Koopman, 1981) encontró que la higiene tenía una estrecha relación con el crecimiento infantil.

Un estudio de intervención múltiple en base a datos de Chile y utilizando regresión múltiple (Livingstone-Balbontin, 1976) encontró que “el incremento en el porcentaje de casas con sistema de alcantarillado y agua potable tendrá inmediatamente un efecto directo sobre los índices de mortalidad entre la población infantil”.

Un análisis similar en Sri Lanka (Patel, 1980) encontró que las variaciones regionales en la naturaleza del abastecimiento de agua estaban más estrechamente asociadas con la mortalidad infantil que las variaciones regionales en los gastos de salud pública ( $r = 0.82$ , significativo con un 99% de abastecimiento de agua).

Un análisis estadístico de 35,000 muertes entre niños menores de 5 años en 10 países latinoamericanos encontró una fuerte correlación inversa entre la mortalidad post-neonatal y el porcentaje de casas con agua entubada. Los autores (Puffer y Serrano, 1973) concluyeron que “el suministro de instalaciones de agua y saneamiento en una proporción mucho mayor a las familias de grandes áreas urbanas y rurales es esencial para lograr una mayor reducción en la mortalidad post-neonatal”. Un estudio de las mismas comunidades (Burke, York y Sande, 1979), en base a 30,000 entrevistas familiares confirmó la



plementarias en la disposición sanitaria de excretas y en la educación higiénica ayudan a relación inversa entre disponibilidad de agua entubada y altas tasas de mortalidad entre niños pequeños.

Otro análisis de regresión múltiple en base a información nacional sobre abastecimiento de agua "no brindó explicación alguna de la variación en las tasas de mortalidad". Pero la información sobre agua era muy dudosa y así lo puntualizó el autor (Sloan, 1971).

Un análisis de regresión simple y múltiple respecto a intervenciones múltiples que podrían tener impactos sobre la expectativa de vida colocó al abastecimiento de agua debajo de la alfabetización pero a un nivel igual o mayor que la mayoría de las otras intervenciones (Hicks, 1979). Las series de datos para el agua provenían de 69 países.

Un estudio similar (Grosse, 1980) usando datos de 1962 sobre abastecimiento de agua en 65 países en vías de desarrollo encontró que el porcentaje de la población urbana con grifos de agua se ubicaba dentro de las "categorías dominantes" en lo que respecta a la expectativa de vida.

Un estudio (Butz, DaVanzo y Habicht, 1981) sobre los determinantes de las variaciones de la mortalidad infantil en Malasia, utilizando un modelo probabilístico lineal, encontró que los infantes en las casas con agua entubada e inodoros sufrían un índice de mortalidad significativamente menor. Las comunidades con abastecimientos de agua y saneamiento tendían a tener una mortalidad significativamente menor entre los infantes no lactantes.

El agua proveniente de grifos parecía "estar influenciando la mortalidad infantil" reduciendo la misma, según un modelo econométrico usando datos del censo de 1971 en la India (Evenson, Rosenzweig y Wolpin, 1981; Rosenzweig y Wolpin, 1981).

Un modelo econométrico sobre fertilidad y mortalidad infantil, en base a los datos del censo de Malasia, encontró que el abastecimiento entubado de agua y la "disposición de desechos en cubos" eran significativos. El autor (Heller, 1976) sugiere que "la salud del niño está amenazada por un ambiente insalubre principalmente después del primer año, probablemente en el momento del destete".

Shuval, Tilden, Perry y Grosse (1981) plantean la hipótesis de una "teoría general" (una curva logística en forma de S) para el impacto que tiene sobre la expectativa de vida la intervención del abastecimiento de agua. Tanto el modelo como los

datos usados para la verificación son problemáticos y no incluyen entradas respecto a otras intervenciones alternativas ni comparaciones con las mismas.

Un modelo de regresión menos ambicioso realiza una correlación entre las características hidráulicas de los sistemas de distribución de agua y de alcantarillado de Worcester, Massachusetts y los casos reportados de infecciones debidas al virus A de la hepatitis. Las viejas tuberías en áreas de baja presión resultaron asociadas a los mayores niveles de incidencia de la hepatitis (Hoffman, 1979).

## RESUMEN DE TODOS LOS ESTUDIOS

Muchos de estos estudios tuvieron una o varias deficiencias: el no establecer datos base adecuados, el no medir o controlar los cofactores y covariables significativos, poblaciones de control inadecuadas, períodos de tiempo inadecuados para medir cambios significativos, un afinamiento inapropiado para distinguir entre "señales" y "ruido", un tamaño de muestra inadecuado, excesiva confianza en el uso de cuestionarios y en la capacidad de memoria, la incapacidad para controlar la intervención, una (sorprendentemente) inadecuada medición de la calidad y cantidad de agua realmente utilizada por las familias, un control o diseño estadístico inadecuado para variables complejas como ingresos, nivel de alfabetización, condiciones de vivienda y dieta.

Con todas sus deficiencias, la revisión de estos estudios en conjunto indica que:

1. Existe un impacto en la salud cuando el agua potable es fácilmente accesible en cantidades apropiadas—40 a 60 litros diarios por persona.
2. La relación es estrictamente cuantificable *a priori* solamente en el sentido más amplio (mejor abastecimiento de agua, mejores condiciones de salud) y varía ampliamente según las circunstancias específicas.
3. Los impactos en la salud pueden evaluarse pero no sin una gran inversión de tiempo, mano de obra calificada y recursos que podrían fácilmente exceder el costo de un abastecimiento rural de agua.
4. Si todo lo demás se mantiene igual, las condiciones de salud mejorarán en la medida que el abastecimiento de agua pase de los pozos y fuentes comunales a los grifos exteriores y a las conexiones domiciliarias. Las actividades com-

incrementar los impactos. La disponibilidad de jabón también es importante.

5. Varios estudios muestran beneficios notables: los principales ejemplos provienen de la India, Yugoslavia, las Filipinas, Kenia, el Cercano Oriente, Venezuela y los campamentos de mineros y trabajadores migrantes en los Estados Unidos.
6. Los estudios poco claros o negativos tienden a presentarse en situaciones donde es predominante la mayor pobreza y subdesarrollo. Estos resultados enfatizan fuertemente que el control de las enfermedades transmitidas por agua es complicado y difícil y no puede lograrse solamente con medios técnicos. Factores como los patrones de comportamiento humano, la falta de educación, el hacinamiento, la pobreza y la falta de un entendimiento básico de la higiene personal y familiar pueden anular el probado potencial para mejorar las condiciones de salud que tienen los sistemas de agua potable y de disposición de excretas.

#### Otros estudios bibliográficos

Existen otros estudios bibliográficos que vale la pena anotar:

Una revisión de 28 estudios desarrollados por el Banco Mundial (Saunders y Warford, 1976) resume que:

... los veintiocho estudios brindaron evidencias para reforzar la creencia intuitiva de que en el caso de ciertas enfermedades asociadas con el agua y el saneamiento, su incidencia está relacionada con la cantidad o la calidad del agua y del saneamiento que disponen los usuarios. Sin embargo, los mismos estudios nos ayudan poco para determinar exactamente cuánta mejora en las condiciones de salud puede esperarse a partir de una mejora específica en el abastecimiento de agua y el saneamiento en un área determinada.

Un Grupo de Trabajo Científico de la OMS (OMS, 1979) revisó 25 estudios e informó que:

... los resultados de los presentes estudios tomados en conjunto sugieren firmemente que las mejoras en la calidad y la disponibilidad del agua pueden conducir frecuentemente a una reducción en las enfermedades diarreicas agudas, mientras que las mejoras en la disponibilidad del agua pueden provocar un descenso en la prevalencia de la shigelosis.

#### También

En los estudios de impactos en los que las mejoras en el

abastecimiento de agua mostraron claras reducciones en los índices de diarreas, la intervención fue probablemente efectiva de dos maneras. Primero, la mejora en la calidad del agua redujo la carga de patógenos presente en el agua. Segundo, el mayor acceso al agua (por ejemplo, con un abastecimiento entubado domiciliario) redujo la incidencia de enfermedades diarreicas transmitidas persona a persona, especialmente en el caso de la shigelosis presumiblemente debido a que la intervención facilitó el aseo personal y evitó la transmisión que se producía cuando más de una persona utilizaba la misma agua para lavarse.

Wall y Keeve (1974) concluyeron que:

Aunque muchos de los estudios revisados sufrieron de una pobre conceptualización o una inadecuada implementación, los estudios, tomados en su conjunto, representan una evidencia significativa de que las mejoras en el abastecimiento de agua están asociadas con un descenso en la incidencia de enfermedades entéricas. Más aún, para la mayoría de enfermedades diarreicas y enfermedades de la piel, la incidencia aparece inversamente relacionada con el volumen de agua usado. Las familias que tienen las fuentes de agua más adecuadas y que tienen más instalaciones para usarla (letrinas dentro de la casa, duchas, tinas) tienen menores índices de infección. Estos descubrimientos confirman las conclusiones a las que muchos pueden haber llegado intuitivamente o por sentido común. Los estudios no brindan una base para estimar el incremento en los beneficios para la salud que pueden esperarse a partir de los incrementos en las inversiones dedicadas a los sistemas de abastecimiento de agua.

La conclusión de un panel de expertos convocado por el Banco Mundial ha sido citada ampliamente (Panel de Expertos, 1976):

Si no existen otras diferencias, generalmente se asocia un abastecimiento de agua confiable y adecuado con una población más sana. Esto ha sido demostrado inequívocamente en las áreas urbanas y en diferentes grados en las áreas rurales. La dificultad reside más en la medición que en las tendencias cualitativas. El problema con la recolección de observaciones de campo sobre el impacto del abastecimiento de agua en la salud es que se les considera sincrónicamente (transversalmente), los factores nunca son iguales y si se les considera diacrónicamente, por lo general no se pueden mantener los otros factores constantes o controlados. En consecuencia, es extremadamente difícil identificar y medir exactamente los efectos de los abastecimientos mejorados sobre la salud y por lo tanto existe un límite para la precisión obtenible. Más aún, inclusive si se encontrara un caso en el que se pudiera controlar razonablemente los factores gubernamentales, físicos, ambientales, económicos, culturales y educacionales que afectan a la salud, es poco probable que las conclusiones detalladas de un estudio sobre salud y abastecimiento de agua sean transferibles de ese asentamiento particular a situaciones existentes en cualquier otro lugar.

El Panel de Expertos también consideró el problema de la evaluación de proyectos. El Panel recomendó que:

Si bien los estudios longitudinales (diacrónicos) a largo plazo y de gran tamaño y gastos constituyen probablemente el único mecanismo con el que existe alguna probabilidad de aislar una relación cuantitativa específica entre abastecimiento de agua y salud, en forma independiente de la multitud de otros factores interrelacionados, su muy alto costo, su limitada posibilidad de éxito y la aplicación restringida de sus resultados llevan al panel a recomendar que el Banco no implemente este tipo de estudios. Más aún, dado el actual estado del conocimiento, es probable que los intentos para lograr una cuantificación rigurosa de los beneficios para la salud sean infructuosos. Debería ser suficiente aceptar el hecho universalmente reconocido que el suministro de una cantidad adecuada de agua potable es una necesidad básica para el mantenimiento de la buena salud y de la productividad.

Hughes (1981) en una extensa revisión de 43 estudios publicados que han cuantificado indicadores para las enfermedades diarreicas en poblaciones con diferentes niveles de servicio de abastecimiento de agua y/o disposición de excretas, concluyó que:

La información sugiere que las reducciones de 20% o más en el índice de morbilidad por lo general son lo suficientemente significativas a nivel estadístico y se han presentado con la frecuencia necesaria como para sugerir que las posiciones previas respecto a la falta de documentación sobre los beneficios en la salud pueden ser innecesariamente pesimistas. . .

y que:

La información de estos estudios sugiere que aunque el abastecimiento domiciliario de agua es preferible, en términos de beneficios para la salud, al abastecimiento fuera de la casa, la disponibilidad de agua en las cercanías de la casa puede también producir importantes beneficios para la salud. . . la información de estos estudios sugiere que los volúmenes en el rango de 20-30 l pcpd (litros per cápita por día) pueden constituir el nivel mínimo para producir reducciones en la morbilidad por enfermedades diarreicas.

### Conclusiones

A nivel global, tales estudios y revisiones bibliográficas apoyan las siguientes conclusiones:

1. Un corpus de evidencias significativo apoya la vinculación positiva entre abastecimiento sanitario de agua y disposición de excretas y mejoras a largo plazo en el estado de la sa-

lud. Esta vinculación se basa en observaciones empíricas a largo plazo tanto en los países desarrollados como en los países en vías de desarrollo.

2. Sin embargo, el presente estado de la tecnología en cuanto a los pronósticos epidemiológicos hace difícil, si no imposible, predecir con mayor exactitud la mejora incremental en el estado de la salud que podría esperarse mediante mejoras incrementales en los sistemas de agua y saneamiento. En el caso de intervenciones sustanciales en lugares donde la morbilidad y mortalidad por causa de enfermedades diarreicas son elevadas, no es raro que se produzcan mejoras de 20 a 40%.
3. No sólo es difícil realizar afirmaciones *a priori*, sino que las mediciones posteriores presentan problemas de gran magnitud y requieren de considerables recursos.
4. Las mejoras en la salud asociadas a mejoras sanitarias están vinculadas con otros numerosos aspectos de la vida personal y comunitaria, especialmente la nutrición, la higiene personal, el saneamiento de los alimentos, la atención primaria de la salud y otros aspectos similares.
5. En los países en vías de desarrollo, los principales beneficiarios directos son los niños más pequeños y los miembros más pobres de la sociedad.
6. Los beneficios están directamente relacionados con las ventajas que se le ofrezca a los usuarios y el éxito obtenido entre ellos. Las conexiones domiciliarias son superiores a los grifos exteriores que a su vez son superiores a los puntos de abastecimiento comunal (un problema importante relacionado a esto es el de economía/niveles de servicio).
7. La cantidad de agua, al igual que la calidad, es un factor importante para establecer los beneficios en la salud mediante la reducción de la incidencia y la prevalencia de numerosas enfermedades. Una meta mínima debe ser de 50 litros per cápita diarios.
8. A largo plazo, las medidas de abastecimiento de agua y saneamiento son más efectivas que los programas de vacunación, en el caso de enfermedades transmitidas por agua.
9. El abastecimiento de agua puede jugar un rol importante en el control de enfermedades transmitidas por vectores, particularmente

en el caso de la esquistosomiasis y el tifus epidémico.

10. Los agentes de etiología no específica tienen gran importancia. El rol de los rotavirus en las enfermedades diarreicas de niños pequeños necesita ser dilucidado.
11. Es imprescindible reducir la incidencia de enfermedades relacionadas con el agua en los países en vías de desarrollo, particularmente entre los niños y las mayorías pobres, para satisfacer su necesidad humana básica de un medio ambiente saludable.
12. El abastecimiento de agua y las disposición sanitaria de excretas son factores necesarios para reducir y prevenir las enfermedades relacionadas con el agua.
13. La tecnología con la que actualmente se cuenta hace imposible que se implemente como una actividad rutinaria una evaluación cuantitativa *rígida* de los beneficios para la salud de los proyectos y programas de abastecimiento de agua, por lo cual este tipo de evaluación debe estar limitada a los proyectos de investigación con sustanciales recursos.
14. Los abastecimientos de agua a suministrarse deben ser adecuados cuantitativa y cualitativamente, confiables y fácilmente accesibles si se quiere que estas intervenciones sean eficaces como medidas sanitarias. Además, es necesario que sean *realmente utilizados*.

Los cuadros 9-6 y 9-7 resumen la metodología y las conclusiones de estudios seleccionados que asocian las enfermedades diarreicas y los cultivos de deposiciones con el abastecimiento de agua y/o la disposición de excretas.

#### Bibliografía sobre los impactos de los abastecimientos comunitarios de agua en la salud

- Adrianzen T., Blanca, and Graham, George G. "The High Cost of Being Poor/Water" (El alto costo de ser pobre/Agua). *Archives Environmental Health*. 28:312-315. 1974
- Arriaga, Eduardo, E., and Davis, Kingsley. "The Pattern of Mortality Change in Latin America" (El patrón del cambio en la mortalidad en América Latina). *Demography*. 6(3): 223-242. 1969.
- Ascoli, W., et al. "Nutrition and Field Study in Guatemalan Villages, 1959-1964. IV Deaths and Preschool Children" (Nutrición y estudios de campo en caseríos de Guatemala, 1959-1964. IV. Muertes en niños en edad pre-escolar). *Archives Environmental Health*. 15:439-449. 1967.
- Assaad, F. A., Maxwell-Lyons, F., and Sundaresan, T. "Use of Local Variations in Trachoma Endemicity in Depicting Interplay between Socio-economic Conditions and Disease" (Uso de las variaciones locales en la endemicidad del tracoma para describir la interacción entre condiciones socioeconómicas y morbilidad). *Bulletin World Health Organization*. 41:181-194. 1969.
- Azurin, J.C., and Alvero, M. "Field Evaluation of Environmental Sanitation Measures Against Cholera" (Evaluaciones de campo de las medidas de saneamiento contra el cólera). *Bulletin World Health Organization*. 51:19-26.
- Bagchi, S. C., Murty, Y. S., and Prasad, B.G. "A Study of Water Supply in Rural Health Centre, Sarojini Nagar, Lucknow District" (Un estudio del abastecimiento de agua en el centro de salud rural Sarojini Nagar, distrito de Lucknow). *Indian Journal Medical Science*. 16:1048-1063. 1962.
- Bahl, M. R. "Impact of Piped Water Supply on the Incidence of Typhoid Fever and Diarrhoeal Diseases in Lusaka" (Impacto del abastecimiento entubado de agua en la incidencia de la fiebre tifoidea y de enfermedades diarreicas en Lusaka). *Medical Journal of Zambia*. 10(4):98-99. 1976.
- Banaga, S.E.I., and Pickford, J. "Water-Health Relationships in Sudan" (Relaciones agua-salud en Sudán). *Effluent & Water Treatment Journal*. 18:559-569. 1978.
- Barnum, Howard, Barlow, Robin, Fajardo, Luis, and Pradilla, Alberto. A Resource Allocation Model for Child Survival (Un modelo para la asignación de recursos destinados a la supervivencia infantil). Oelgeschlager, Gunn & Hain, Publishers, Inc. Cambridge, MA. 190 págs. 1980.
- Beck, M.D., Muñoz, J.A. and Schrimshaw, N. S. "Studies on Diarrhoeal Diseases in Central America (Estudios sobre enfermedades diarreicas en Centroamérica). I. Preliminary findings on cultural surveys of normal population groups in Guatemala." *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 6: 62-71 (1957).
- Berg, Lawrence E., and Mowery, Thomas M. Health Program Evaluation: Impact Study of the Indian Sanitation Facilities Construction Act (Evaluación del programa de Salud: Estudio del impacto de la ley de construcción de instalaciones sanitarias en las reservaciones indias). Division of Indian Health, U.S. Public Health Service, Tucson, Arizona, 28 págs. 1968.
- Black, Robert E., y colaboradores. "Enterotoxigenic Escherichia coli Diarrhoea: Acquired Immunity and Transmission in an Endemic Area" (Diarrea por ECET: Inmunidad adquirida y transmisión en áreas endémicas). *Bulletin World Health Organization*. 59(2):263-268. 1981.
- Bokkenheuser, V., y Richardson, N. J. "Salmonellae and Shigellae in a Group of Rural South African Bantu School Children" (Salmonelosis y shigelosis en un grupo de niños de una escuela bantú rural de Sudáfrica). *Journal Hygiene (Cambridge)*. 58:109-117. 1960.
- Briscoe, John. "The Role of Water Supply in Improving Health in Poor Countries (with special reference to Bangladesh)" (El rol del abastecimiento de agua en la mejora de la salud en países pobres (con referencia especial a Bangladesh)). Working Paper No. 6. Cholera Research Laboratory. Dacca. 33 págs. 1978. Also published with

**Cuadro 9-6** Estudios de evaluación de la asociación entre enfermedades diarreicas o síntomas relacionados y el abastecimiento de agua y/o la disposición de excretas adaptado de Hughes (1981).

| Referencia                | Variable Evaluada                 | Ubicación del estudio | Indicador específico                           | Grupo de edad | Tipo de estudio          | Sitio de recolección de la información indicadora  | Duración | Resultados  |
|---------------------------|-----------------------------------|-----------------------|--|---------------|--------------------------|--|----------|---|
| Petersen & Hines (1960)   | Calidad del agua                  | Colorado EE. UU.      | Incidencia de enfermedades gastrointestinales* | Todos         | Transversal              | Una visita domiciliaria (información sobre 3 meses antes)  | 3 meses  | Incidencia en comunidades con agua de mala calidad: 13.19%<br>Incidencia en comunidades con agua de buena calidad: 8.8%                                 |
| Levine y otros (1976a)    | Calidad del agua                  | Bangladesh            | Incidencia de diarreas                         | Todos         | Revisión de historias    | Datos de centros médicos y hospitales  | 11 años  | Incidencia entre no usuarios de pozos tubulares 3.2/1000/año; entre usuarios, 7.5/1000/año  |
| Watt y otros (1953)       | Disponibilidad de agua            | California EE. UU.    | Incidencia de diarreas                         | Todos         | Transversal Longitudinal | Visitas domiciliarias semanales o cada 4-6 s. (datos sobre 6 s. antes) Muestras rectales en niños menores de 10 años | 6 meses  | La información señaló al uso del agua como un factor que podría reducir significativamente la prevalencia de shigelosis ante un gran riesgo de contagio |
| Schiffman y otros (1978d) | Calidad y disponibilidad          | Guatemala **          | Incidencia de diarreas                         | Todos         | Longitudinal             | Visitas domiciliarias mensuales (datos sobre 2 s. antes) y revisión de registros clínicos                            | 3 años   | Incidencia inicial: 39.7/1000/año<br>3 años después: 39.5/1000/año  |
| Bahl (1976)               | Calidad y disponibilidad del agua | Zambia                | Incidencia de diarreas                         | Todos         | Revisión de registros    | Centros médicos y hospitales   | 4 años   | Incidencia inicial: 338/1000/año<br>2 años después del suministro de agua entubada 212/1000/año   |
| Feacham y otros (1978)    | Calidad y disponibilidad del agua | Lesotho               | Incidencia de diarreas                         | Todos         | Revisión de registros    | Centros médicos y hospitales   | 39 meses | Ningua diferencia en la incidencia entre caseríos con y sin abastecimientos mejorados.  |
| White, Bradley y White    | Calidad y disponibilidad del agua | Kenia                 | Prevalencia de diarreas                        | Todos         | Transversal              | Una visita domiciliaria (datos sobre 1 s. antes)   | 1 semana | 19.0% en casas sin agua entubada, sólo 3.1% en casas con agua entubada  |

\* Definición especificada.

\*\* Se evalúa una intervención específica.

| Referencia                         | Variable evaluada                                 | Ubicación del estudio    | Indicador específico            | Grupo de edad   | Tipo de estudio       | Información indicadora recolectada in situ                  | Duración | Resultados  |
|------------------------------------|---|--------------------------|---------------------------------|-----------------|-----------------------|---|----------|---|
| Shaffer y otros (1978)             | Calidad y disponibilidad del agua                 | Kenia                    | Prevalencia de diarreas         | Todos           | Transversal           | Una visita domiciliaria (datos sobre 7 s. antes)            | Corta    | Prevalencia: 7%; no se encontraron diferencias  |
| Strudwick (1962)<br>Fenwick (1972) | Calidad y disponibilidad de agua                  | Kenia **                 | Enfermedades gastrointestinales | Todos           | Longitudinal          | Visitas domiciliarias quincenales (datos sobre 2 s. antes)  | 9 meses  | El índice de morbilidad global descendió de 23% a 20% entre infantes y de 31% a 18% entre niños de 1-2 años   |
| Schliessman y otros (1958)         | Disponibilidad del agua y disposición de excretas | Kentucky EE. UU.         | Incidencia de diarreas          | Todos           | Longitudinal          | Visitas domiciliarias mensuales (datos sobre 1 mes antes)   | 29 meses | Incidencia sin plomería interna: 349/1000/año; con plomería: 135.   |
| Rubenstein y otros (1969)          | Disponibilidad del agua y disposición de excretas | Arizona EE. UU.          | Incidencia de diarreas          | 1 año           | Revisión de registros | Centros médicos y hospitales                                | 6.5 años | Incidencia anual por persona antes de plomería interna: 2.0; después: 0.9   |
| Berg y otros (1968)                | Disponibilidad del agua y disposición de excretas | Cinco estados de EE. UU. | Incidencia de diarreas          | Todos           | Revisión de registros | Centros médicos   | 6 años   | Incidencia antes de plomería interna: 59/1000/año; después: 136/1000/año  |
| Wolff y otros (1969)               | Disponibilidad de agua y disposición de excretas  | Venezuela                | Incidencia de diarreas          | Todos           | Longitudinal          | Visitas domiciliarias mensuales (datos de 1 mes antes)      | 1 año    | Incidencia en niños menores de 8 a. en 2 comunidades sin disponibilidad de agua: 24.2, 27.4% y en 4 comunidades con disponibilidad: 11.8, 12.0, 12.5, 17.9% |
| Freij y otros (1975)               | Disponibilidad de agua y disposición de excretas  | Etiopía                  | Incidencia de gastroenteritis*  | Menos de 4 años | Longitudinal          | Visitas domiciliarias quincenales (datos sobre 1 día antes) | 1 año    | Disponiéndose de agua, la incidencia es menor si se cuenta con letrinas privadas  |
| van Zijl (1966)                    | Disponibilidad de agua y disposición de excretas  | Siete países             | Incidencia de diarreas          | Menos de 9 años | Transversal           | Una visita domiciliaria (datos sobre 1 mes antes)           | 1 mes    | Incidencia de 2.0-48.7% donde el agua es menos disponible y de 2.0-39% donde hay más agua disponible  |

Cuadro 9-6 (continuación).

| <i>Referencia</i>    | <i>Variable evaluada</i>                                   | <i>Ubicación del estudio</i> | <i>Indicador específico</i> | <i>Grupo de edad</i> | <i>Tipo de estudio</i> | <i>Sitio de recolección de la información indicadora</i>   | <i>Duración</i> | <i>Resultados</i>   |
|----------------------|--|------------------------------|-----------------------------|----------------------|------------------------|--|-----------------|---|
| Bruch y otros (1963) | Calidad y disponibilidad del agua, disposición de excretas | Guatemala                    | Incidencia de diarreas      | Todos                | Longitudinal           | Visitas domiciliarias quincenales (datos sobre 2 s. antes) | 4 años          | Incidencia sin letrinas 224/1000/años, con letrinas: 168. La incidencia era 3 veces mayor cuando la disponibilidad de agua era limitada   |
| Moore y otros (1965) | Calidad y disponibilidad del agua, disposición de excretas | Costa Rica                   | Incidencia de diarreas**    | Todos                | Longitudinal           | Visitas domiciliarias semanales (datos sobre 1 s. antes)   | 1 año           | Incidencia/1000/año:<br>0-1 accesorios que usan agua por casa. . . . .490<br>3 o más accesorios por casa. . . . . 240<br>Sin instalaciones de disposición excretas. . . .210<br>Letrina . . . . . 400<br>Tanque séptico . . . . 270 |

**Cuadro 9-7** Estudios de evaluación de la relación entre cultivos de heces y el abastecimiento de agua y/o la disposición de excretas; adaptado de Hughes (1981).

| Referencia                  | Variable evaluada                               | Ubicación del estudio | Indicador específico  | Grupo de edad    | Tipo de estudio          | Ubicación y método de la recolección de especímenes        | Duración | Resultados  |
|-----------------------------|---|-----------------------|---|------------------|--------------------------|--|----------|---|
| Sommer y otros (1972)       | Calidad del agua                                | Bangladesh            | Incidencia del cólera                                       | Menos de 11 años | Longitudinal             | Casa y hospital; muestras rectales                         | 2 años   | Cólera clásico: Incidencia entre quienes viven más lejos de los pozos tubulares, 25.3%; entre los que viven cerca, 3.7%   |
| Levine y otros (1976a)      | Calidad del agua                                | Bangladesh            | Incidencia del cólera                                       | Todos            | Revisión de registros    | Centros médicos y hospitales; muestras rectales y de heces | 11 años  | Incidencia/1000/año: Pozos tubulares, no usuarios . . . . . 8.4% usuarios . . . . . 14.2%   |
| Watt y otros (1953)         | Disponibilidad de agua                          | California EE. UU.    | Prevalencia de <i>Shigella</i> , <i>Salmonella</i>          | Menos de 10 años | Transversal/longitudinal | Casa y centros médicos; muestras rectales                  | 6 meses  | Prevalencia de <i>Shigella</i> en casas sin agua. . . 6.6% en casas con agua. . . 2.1%  |
| Hollister y otros (1955)    | Disponibilidad de agua                          | California EE. UU.    | Prevalencia de <i>Shigella</i> , <i>Salmonella</i>          | Menos de 10 años | Longitudinal             | Casa; muestras rectales                                    | 7 meses  | Prevalencia de <i>Shigella</i> en casas sin agua. . . 7.2% en casas con agua. . . 0.7%  |
| McCabe y otros (1957)       | Disposición de excretas                         | Georgia* EE. UU.      | Prevalencia de <i>Shigella</i>                              | Menos de 10 años | Longitudinal             | Casa; muestras rectales                                    | 31 meses | Prevalencia de <i>Shigella</i> antes de la mejora de letrinas . . . . . 4.7% después. . . . . 2.8%  |
| Stewart y otros (1955)      | Calidad y disponibilidad del agua               | Georgia EE. UU.       | Prevalencia de <i>Shigella</i>                              | ?                | Longitudinal             | Casa; muestras rectales                                    | 3 años   | Prevalencia de <i>Shigella</i> en familias sin agua en las cercanías. . . 5.8% en familias con agua en las cercanías . . . 4.1%   |
| Azurin y otros (1974)       | Calidad del agua, disposición de excretas       | Filipinas*            | Incidencia del cólera                                       | Todos            | Longitudinal             | Casa; muestras rectales                                    | 4.5 años | Incidencia del cólera El Tor/1000/año: Sin mejoras. . . 46.0% Disposición mejoradas de excretas. . . 14.7% Abastecimiento mejorado de agua . . . . . 12.5% Abastecimiento de agua y disposición de excretas mejorados . . 10.8% |
| Schliessmann y otros (1958) | Disponibilidad de agua, disposición de excretas | Kentucky EE. UU.      | Prevalencia de <i>Shigella</i> , <i>Salmonella</i> , ECEP** | Menos de 5 años  | Longitudinal             | Casa; muestras rectales                                    | 29 meses | Prevalencia de <i>Shigella</i> Sin plomería interna, 6.4%; con plomería interna, 0.7%   |
| Berg y otros (1968)         | Disponibilidad de agua, disposición de excretas | Cinco estados EE. UU. | Prevalencia de <i>Shigella</i> , <i>Salmonella</i>          | Todos            | Revisión de registros    | Hospitales; heces  | 6 años   | Baja incidencia; no se presenta la información  |

\* Se evalúa intervención específica.

\*\* *Escherichia coli* enteropatógena.



| Referencia             | Variable evaluada  | Ubicación del estudio | Indicador específico  | Grupo de edad    | Tipo de estudio | Ubicación y método de la recolección de especímenes          | Duración    | Resultados   |
|------------------------|--|-----------------------|---|------------------|-----------------|--|-------------|--|
| Beck y otros (1937)    | Disponibilidad de agua, disposición de excretas            | Guatemala             | Prevalencia de <i>Shigella</i> , <i>Salmonella</i>          | Menos de 10 años | Transversal     | Centros médicos; muestras rectales                           | 6 meses     | Prevalencia de <i>Shigella</i> en comunidades con pozos privados o servicio municipal a 0-50% de las casas . . . . . 6.3%<br>Servicio municipal a más del 50% . . . . . 9.4%<br>Comunidades con letrinas o inodoros con descarga en 0-50% de las casas . . . . . 4.8%<br>En aquellas con más del 50% . . . . . 11.2% |
| van Zijl (1966)        | Disponibilidad de agua, disposición de excretas            | Siete países          | Prevalencia de <i>Shigella</i> , <i>Salmonella</i> , ECEP** | Menos de 10 años | Transversal     | Casa, muestras rectales                                      | 1 mes       | Prevalencia de <i>Shigella</i> donde es difícil disponer de agua. . . . . 4-14%<br>donde se dispone de agua. . . . . 2-6.4%  |
| Kourany y otros (1969) | Calidad y disponibilidad del agua, disposición de excretas | Panamá                | Incidencia de <i>Shigella</i> , <i>Salmonella</i> , ECEP**  | Infantes         | Transversal     | Centros médicos; no queda claro el método de examen de heces | Desconocida | Incidencia de <i>Shigella</i> :<br>Sin plomería interna, 0.9-2.5%<br>Con plomería interna, 0.0%  |
| Moore y otros (1965)   | Calidad y disponibilidad del agua, disposición de excretas | Costa Rica            | Prevalencia de <i>Shigella</i> , <i>Salmonella</i> , ECEP** | Todos            | Longitudinal    | Casa y centros médicos; muestras rectales y heces            | 1 año       | Prevalencia de <i>Shigella</i><br>0-1 conexiones internas de agua . . . . . 7%<br>2-3 conexiones internas de agua. . . . . 1%<br>Letrina o ninguna instalación. . . . . 4%<br>Tanque séptico . . . . . 0%  |

\*\* *Escherichia coli* enteropatógena.

- addendum in *American Journal Clinical Nutrition*. 31: 2100-2113. 1978.
- Britt, Bonnie, Kourany, Miguel, y Millar, Jack W. "A Pilot Search for Environmental Factors Influencing Diarrheal Diseases in Young Children in Panama" (Una búsqueda piloto de factores ambientales que influyen en las enfermedades diarreicas de niños pequeños en Panamá). *Journal Tropical Pediatrics and Environmental Child Health*. 19(3):282-287. 1973.
- Bruch, Hans A., Ascoli, Werner, Scrimshaw, Nevin S., y Gordon, John E. "Environmental Factors in the Origin and Transmission of Acute Diarrheal Disease in Four Guatemalan Villages" (Factores ambientales en el origen y la transmisión de enfermedades diarreicas agudas en cuatro caseríos guatemaltecos). *American Journal Tropical Medicine and Hygiene*. 12:567-579. 1963.
- Bryan, Frank L, y colaboradores (9). Procedures to Investigate Waterborne Illness (Procedimientos para investigar enfermedades transmitidas por el agua). International Association of Milk, Food, and Environmental Sanitarians, Inc., Ames, Iowa. 68 págs. 1979.
- Buck, Alfred A., Anderson, Robert I., Jasa Ki Tom T., y Kawata, Kazuyoshi. Health and Disease in Chad (Agua y enfermedades en el Chad). Johns Hopkins Press. Baltimore. 284 págs. 1970.
- Budd, William. Typhoid Fever: Its Nature, Mode of Spreading and Prevention (Fiebre tifoidea: Su naturaleza, modo de propagación y prevención). London. 184 págs. 1874. Reprinted for Delta Omega by the American Public Health Association. 1931.
- Burke, Mary, York, Marjorie, y Sande, Innis. Mortality in Childhood (Mortalidad en la infancia). Scientific Publication No. 386. Pan American Health Organization. Washington. 145 págs. 1979.
- Burr, M. L. y colaboradores "Diarrhoea and the Drought" (Diarrea y sequía). *Public Health, London*. 92:86-87. 1978.
- Butz, William, Da Vanzo, Julie, y Habicht, Jean-Pierre. Family Community and Program Influences on the Mortality of Malaysian Infants (Influencias de la familia, la comunidad y los programas en la mortalidad de los infantes de Malasia). Working Draft No. 992-1-AID (Grant Nos. AID/otr-1744 and AID/otr-1822). RAND Corporation, Santa Mónica. 46 págs. 1981.
- Center for Disease Control. Acute Water Shortage and Health Problems in Haiti (Escasez aguda de agua y problemas de salud en Haití). U.S. Public Health Service. Atlanta. Unpublished document EPI-77-51-2., 9 págs. une 29, 1978.
- Chandler, Asa C. "An Evaluation of the Effects, After Two Years, of Sanitary Improvements in an Egyptian Village" (Una evaluación, después de dos años, de los efectos de las mejoras sanitarias en una aldea egipcia). *Journal Egyptian Medical Association*. 36:357-367. 1953.
- Commission of the European Communities, Directorate-General for Development. Sectoral Evaluation (Ex-Post) of Urban and Village Water Supply Projects (Evaluación sectorial de proyectos urbanos y rurales de abastecimiento de agua). Dos Vols. Bruselas. Var. Paging. 1978.
- Costopoulos, J.M. "Water Supply and Public Health" (Abastecimiento de agua y salud pública) *International Conference on Water for Peace*. 7:952-958. U. S. Government Printing Office. Washington. 1968.
- Curlin, George T., Aziz, K.M.A., y Khan, M. R. "The Influence on Drinking Tubewell Water on Diarrhea Rates in Matlab Thana, Bangladesh" (La influencia del agua potable de pozos tubulares sobre los índices de diarrea en Matlab Thana, Bangladesh). Working Paper No. 1. Cholera Research Laboratory, Dacca, Bangladesh. 18 págs. 1977 a.
- Curlin, George T., Aziz, Km.A., y Khan, M. R. "The Influence of Drinking Tubewell Water on Diarrhea Rates in Matlab Thana, Bangladesh." In Fukami, Hideo, and Zinnaka, Yutaka, Editores, *Symposium on Cholera*. National Institute of Health, Tokyo. págs. 48-54. 1977b.
- Cvjetanovic, B. "Epidemiology and Control of Water and Food-Borne Infections." In Hobson, W., Editor, *The theory and Practice of Public Health*, 4th Ed., Oxford University Press, London. págs. 216-231. 1975.
- Cvjetanovic, B. "Impact of Water Supply and Sanitation on Health. (A Brief Review)" (Impacto del abastecimiento de agua y del saneamiento en la salud. (Una breve revisión)). World Health Organization Regional Office for South East Asia, New Delhi, Document SEA/EH/RSG Meet. 1/4. 5. 6 págs. 10 octubre 1978.
- Cvjetanovic, B., Grab, B., y Uemura, K. "Dynamic of Acute Bacterial Diseases, Epidemiological Models and Their Application in Public Health" (Dinámica de las enfermedades bacteriológicas agudas, modelos epidemiológicos y su aplicación en la salud pública). *Bulletin World Health Organization*. 56 (supplement No. 1): 1-143. 1978.
- Cvjetanovic, B. "Banki Block (Barabanki) Programme of Rural Water Supply in the State of Uttar Pradesh, India" (Programa Banki Block (Barabanki) de abastecimiento rural de agua en el estado de Uttar Pradesh, India). Annex 1 (10 págs.) in Cvjetanovic, Branko. Effect of Water Supply and Sanitation on Health in Rural Communities in Developing Countries. Unpublished report. Zagreb, Yugoslavia. 42 págs. + 2 anexos. Junio 1980.
- Cvjetanovic, Branko, Chen, Loicoln, Kronmal, Richard, Rohde, Charles, y Susskind, Robert. "Measuring and Evaluating Diarrhea and Malabsorption in Association with Village Water Supply and Sanitation in Guatemala. Review by an External Panel of Experts" (Medición y evaluación de la diarrea y de la mala absorción en asociación con el abastecimiento de agua y el saneamiento en áreas rurales de Guatemala). WASH. *Technical Report No. 12*. Office of Health, Agency for International Development. Washington. 36 págs. diciembre 1981.
- Dhar, G.M., Prasad, B. G., Mathur, Y. D., y Bhatnagar, J.K. "A Study of Drinking Water in Village Rahimabad of Lucknow District" (Un estudio del agua potable en el caserío Rahimabad del distrito de Lucknow). *Indian Journal Medical Research*. 59:1922-1931. 1971.
- Dieterich, Bernd H., y Henderson, John M. "Urban Water Supply Conditions and Needs in Seventy-Five Developing Countries" (Condiciones y necesidades del abastecimiento urbano de agua potable en setentaicinco países en vías de desarrollo). *Public Health Papers No. 23*. World Health Organization. Geneva. 92 págs. 1963.

- Dworkin, Daniel, y Dworkin, Judith. "Water Supply and Diarrhea: Guatemala Revisited" (Abastecimiento de agua y diarrea: Una nueva visita a Guatemala). *A.I.D. Evaluation Special Study No. 2*. Agency for International Development. Washington. 40 págs. Agosto 1980.
- Elsesroad, H. Jeffrey. Health Benefits from Improved Community Water Supplies in Developing Countries (Beneficios para la salud de los abastecimientos comunitarios mejorados de agua potable en los países en vías de desarrollo). Johns Hopkins University, Baltimore. Unpublished ms. 57 págs. 1973.
- Evenson, Robert E., m Rosenzweig, Mark R., y Wolpin, Kenneth I. "Economic Determinants of Fertility and Child Health in Philippine and Indian Rural Household" (Determinantes económicos en la fertilidad y en la salud infantil en las familias rurales de las Filipinas y la India). Project AID/otr-G-1723. "Project Summary," 16 págs., y "Technical Report," 31 págs. + apéndices. Yale University, New Haven. Sin fecha, circa 1981.
- Feachem, R. G. "Is Cholera Primarily Waterborne?" (¿Es el cólera transmitido principalmente por agua?) *Lancet*. 2:957:958. 1976.
- Feachem, Richard, y Eight Other. Water, Health and Development, and Interdisciplinary Evaluation (Agua, salud y desarrollo, una evaluación interdisciplinaria). Tri-Med Books Ltd., London. 267 págs. 1978. Originally "Lesotho Village Water Supplies, An Ex-Post Evaluation". Ross Institute of Tropical Hygiene, London. 31 págs. + 10 Anexos. 1977.
- Feachem, Richard G., Bradley, David J., Garelick, Hemda, y Mara, D. Duncan. "Health Aspects of Excreta and Sullage Management — A State of the Art Review" (Aspectos de salud en el manejo de excretas y aguas grises— Una revisión del avance tecnológico). In *Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation*, vol. 3, The World Bank, Washington. 318 págs. junio 1981.
- Feachem, R., Bradley, D., Garelick, J., y Mara, D., y colaboradores. Health Aspects of Excreta and Wastewater Management. World Bank/Johns Hopkins University Press, Baltimore. (In Press).
- Fenwick, K.H.W. "The Short Term Effects of Pilot Environmental Health Project in Rural Africa: The Zaina Scheme Reassessed After Four Years" (Los efectos a corto plazo de un proyecto piloto de salud ambiental en el Africa rural: El proyecto Zaina reevaluado después de cuatro años). Kenya Ministry of Health. Nyeri, Central Province. Unpublished. 1966.
- Figueiredo, Lima, Leonardo. Agua Potavel Saude. Universidade de Recife. Recife. 262 págs. 1960.
- Freij, L., Sterky, G., Wadstrom, T., y Wall, S. "Child Health and Diarrhoeal Disease in Relation to Supply and Use of Water in African Communities" (Salud infantil y enfermedades diarreicas en relación con el abastecimiento y el uso del agua en las comunidades africanas). *Progress in Water Technology*. 11(1/2):49-55. 1978.
- Frost, Wade Hampton. Papers of Wade Hampton Frost, M D. A Contribution to Epidemiological Methods (Una contribución a los métodos epidemiológicos). Kenneth F. Maxcy, Editor. Commonwealth Fund, New York, 628 págs. 1941.
- Fuertes, James H. Water and Public Health (Agua y salud pública). John Wiley & Sons. Nueva York. 75 págs. 1897.
- Gordon, John E., Chitkara, Ishwari D., y Wyon, John B. "Weanling Diarrhea" (Diarrea en el destete). *American Journal Medical Sciences*. 245:345-377. 1963.
- Gordon, John E., Behar, Moises, y Scrimshaw, Nevin S. "Acute Diarrhoeal Disease in Less Developed Countries. 1. An Epidemiological Basis For Control" (Enfermedades diarreicas agudas en los países menos desarrollados. 1. Una base epidemiológica para su control). *Bulletin World Health Organization*. 31:1-7. 1964a.
- Gordon, John E., Guzmán, Miguel, Ascoli, Werner, y Scrimshaw, Nevin S. "Acute Diarrhoeal Disease in Less Developed Countries. 2. Patterns of Epidemiological Behaviour in Rural Guatemalan Villages" (Enfermedades diarreicas agudas en los países menos desarrollados. 2. Patrones de comportamiento epidemiológico en caseríos rurales de Guatemala). *Bulletin World Health Organization*. 31:9-20. 1964b.
- Gordon, John E., Behar, Moises, y Scrimshaw, Nevin S. "Acute Diarrhoeal Disease in Less Developed Countries. 3. Methods for Prevention and Control" (Enfermedades diarreicas agudas en los países menos desarrollados. 3. Métodos de prevención y control). *Bulletin World Health Organization*. 31:21-28. 1964c.
- Gordon, J.E., y colaboradores "Nutrition and Infection Field Study in Guatemalan Villages, 1959-1964. VI. Acute Diarrheal Diseases and Nutritional Disorders in General Disease Incidence" (Estudio de campo sobre nutrición e infección en caseríos de Guatemala, 1959-1964. VI. Enfermedades diarreicas agudas y desórdenes nutricionales en la incidencia general de enfermedades). *Archives Environmental Health*. 16:424-437. 1968.
- Graham, G. G. "Environmental Causes Affecting the Growth of Children" (Causas ambientales que afectan el crecimiento de los niños) *American Journal Clinical Nutrition*. 25: 1184-188. 1972.
- Greenough, William B., III. Director's Report. International Centre for Diarrhoeal Disease, Dacca, Bangladesh. p. 3. Noviembre 1981.
- Grosse, Robert N. "Interrelation between Health and Population: Observation Derived from Field Experience" (Interrelación entre salud y población: Observaciones derivadas de experiencias de campo). *Social Science and Medicine* 14C:99-120. 1980.
- Guzmán, M. A., y colaboradores "Nutrition and Infection Field Study in Guatemalan Villages, 1959-1964. VII. Physical Growth and Development of Preschool Children" (Estudio de campo sobre nutrición e infección en caseríos de Guatemala, 1959-1964. VII. Crecimiento físico y desarrollo de niños en edad pre-escolar). *Archives Environmental Health*. 17:107-118. 1968.
- Gwatkin, Davidson R., Wilcox, Janet R., y Wray, Joe D. "Can Health and Nutrition Interventions Make a Difference" (¿Pueden las medidas de salud y nutrición lograr alguna diferencia?). Monograph No. 13. Overseas Development Council. Washington. 76 págs. 1980.
- Gwatkin, Davidson R. "Signs of Change in Developing-Country Mortality Trends: the End of an Era?" (Signos de cambio en las tendencias de la mortalidad en los países

- en vías de desarrollo: ¿El fin de una era?). Development Paper 30. Overseas Development Council. Washington, 40 págs. febrero 1981.
- Heller, Peter S. "Interactions of Childhood Mortality and Fertility in W. Malaysia: 1947-1970" (Interacciones entre mortalidad infantil y fertilidad en Malasia: 1947-1970). Discussion Paper No. 57. Center for Research on Economic Development. University of Michigan, Ann Arbor. 33 págs. 1976.
- Henry, Fitzroy J. "Environmental Sanitation, Infection, and Nutritional Status of Infants in Rural St. Lucia, West Indies" (Saneamiento ambiental, infección y estado nutricional de los infantes en el sector rural de Santa Lucía, Las Antillas). *Transaction Royal Society Tropical Medicine and Hygiene*. 75(4): 507-513. 1981.
- Hicks, Norman L. "Sector Priorities in Meeting Needs: Some Statistical Evidence" (Prioridades del sector para cubrir necesidades: Algunas evidencias estadísticas). World Bank. Washington. 21 págs. 1979.
- Hoffman, Alan H., Crusberg, Theodore C., y Savilonis, Brian J. "Viral Hepatitis and Hydraulic Parameters: An Alternate Hypothesis" (Hepatitis viral y parámetros hidráulicos: Una hipótesis alternativa). *Archives Environmental Health*. 34:87-91. 1979.
- Hollister, Arthur C., Jr., Beck, M. Dorothy, Gittelsohn, Alan M., y Hemphill, Emmarie C. "Influence of Water Availability on Shigella Prevalence in Children of Farm Labor Families" (Influencia de la disponibilidad de agua en la prevalencia de shigelosis en familias de trabajadores rurales). *American Journal Public Health*. 45(3): 354-362. 1955.
- Hughes, James M., y colaboradores "Water and the Transmission of El Tor Cholera in Rural Bangladesh." Working Paper No. 2. Cholera Research Laboratory, Dacca, Bangladesh. 24 págs. 1977.
- Hughes, James M. Development of Indicators for the Evaluation of the Impact of Provision of Water Supplies and Excreta Disposal in the Control of Diarrhoeal Diseases (Desarrollo de indicadores para la evaluación del impacto del suministro de sistemas de agua y disposición de excretas en el control de enfermedades diarreicas). (Background paper for WHO Scientific Working Group on Environmental Health and Diarrhoeal Disease Prevention). Center for Disease Control, Atlanta. 26 págs. 1979.
- Hughes, James M. Potential Impacts of Improved Water Supply and Excreta Disposal on Diarrhoeal Disease Morbidity: An Assessment Based on a Review of Published Studies (Impactos potenciales de sistemas mejorados de abastecimiento de agua y disposición de excretas en la morbilidad por enfermedades diarreicas: Una evaluación en base a una revisión de estudios publicados). Consultation Report, World Health Organization Diarrhoeal Disease Control Programme, Geneva, 10 págs. + 7 págs. Biblio + 219 tables. Draft, julio 6, 1981.
- International Bank for Reconstruction and Development. "Measurement of the Health Benefits of Investments in Water Supply, Report of an Expert Panel" (Medición de los beneficios para la salud de las inversiones en abastecimientos de agua. Informe de un panel de expertos). P. U. Report No. PUN 20. Washington. 13 págs. 1976.
- International Centre for Diarrhoeal Disease Research, Dacca, Bangladesh. 1979 Annual Report, pág. 28, 1980. 1980 Annual Report, p. 19, 1981.
- Jelliffe, D. B. "Weanling Diarrhoea" (Diarrea del destete). In Jelliffe, D. B., Editor, *Diseases of Children in the Subtropics and Tropics*, Williams & Wilkins Co., Baltimore. págs. 441-444. 1970.
- Johnson, George A. "The Typhoid Toll" (La mortalidad por tifoidea). *Journal of the American Water Works Association*. 3(2): 249-313. 1916.
- Kawata, Kazuyoshi. "Of Typhoid Fever and Telephone Poles: Deceptive Data on the Effect of Water Supply and Privies on Health in Tropical Countries" (Sobre la fiebre tifoidea y los postes telefónicos: Datos engañosos sobre el efecto del abastecimiento de agua y de las letrinas en la salud en países tropicales). *Progress in Water Technology*. 11(1/2): 37-43. 1978a.
- Kawata, Kazuyoshi. "Water and Other Environmental Interventions —the Minimum Investment Concept" (Agua y otras intervenciones ambientales —el concepto de la inversión mínima). *The American Journal Clinical Nutrition*. 31:2114-2123. 1978b.
- Khan, Moslemuddin, y colaboradores "Water Sources and the Incidence of Cholera in Rural Bangladesh" (Fuentes de agua y la incidencia del cólera en el Bangladesh rural). Scientific Report No. 16. Cholera Research Laboratory. Dacca. 15 págs. diciembre 1978.
- Khoury, Sami A., y Al-Wali, Madi Tawfic Abd. "Continuous Water Supply and Diarrheal Disease in Jordan. A Preliminary Study" (Abastecimiento continuo de agua y enfermedades diarreicas en el Jordán. Un estudio preliminar). (To be published, 1980). *AID Cable Amman 01583*. Washington. 3 págs. 1 marzo 1980.
- Koch, R. Professor Koch on the Bacteriological Diagnosis of Cholera, Water Filtration and Cholera, and the Cholera in Germany during the Winter of 1892-93 (El profesor Koch sobre el diagnóstico bacteriológico del cólera, la filtración de agua y el cólera y el cólera en Alemania durante el invierno de 1892-93). Translated by G. Duncan. David Douglas, Publisher. Edinburgh. 1894.
- Kocher, V. "Sanitation and Culture I — Social Aspects of Sanitation and Personal Hygiene in a Rural W. Bengal Region" (Aspectos sociales del saneamiento y la higiene personal en una región rural de W. Bengal). *Indian Journal Preventive & Social Medicine*. 8:106-117. 1977a.
- Kocher, V. "Sanitation and Culture II — Behavioral Aspects of Disposal of Excreta in a Rural W. Bengal Region" (Aspectos de conducta en la disposición de excretas en una región rural de W. Bengal). *Indian Journal Preventive and Social Medicine*. 8:142-151. 1977b.
- Koopman, J. S. "Diarrhea and School Toilet Hygiene in Cali, Colombia" (Diarrea e higiene escolar en Cali Colombia). *American Journal Epidemiology*. 107:412-420. 1978.
- Koopman, J. S. "Eliminación de Aguas Negras, Suministro de Agua y Diarrea Endémica en un Barrio Urbano Pobre de Cali, Colombia." *Boletín Oficina Sanitaria Panamericana*. 88(5):402-421. 1980.
- Koopman, James S. "Food, Sanitation, and the Socio-economic Determinants of Child Growth in Colombia" (Alimento, saneamiento y los determinantes socioeconómicos

- cos del crecimiento infantil en Colombia). *American Journal Public Health*. 71(1): 31-37. 1981.
- Kourany, Miguel y Vásquez, Manuel A. "Housing and Certain Socioenvironmental Factors and Prevalence of Enteropathogenic Bacteria Among Infants with Diarrheal Disease in Panama" (Condiciones de vivienda y ciertos factores socio-ambientales y la prevalencia de bacterias enteropatógenas entre infantes con enfermedades diarreicas en Panamá). *American Journal Tropical Medicine and Hygiene*. 18(6):936-941. 1969.
- Kreysler, J. "Health, Water Supply and Self Reliance in Mayo Village" (Salud, abastecimiento de agua y autogestión en la aldea Mayo). *Journal Tropical Pediatrics*. 16:116-123. 1970.
- Kruse, Cornelius W. The Minimum Water Service Required for the Promotion of Health and Well-Being (El mínimo servicio de agua requerido para la promoción de la salud y el bienestar). Inter-Regional Symposium on Developmental Work in Community Water Supply. World Health Organization (Unpub. working doc. CWS/WP/66.). Teherán. 11 págs. 1966.
- Lauria, Donald T., y colaboradores "Design of Low-Cost Water Distribution Systems" (Diseño de sistemas de distribución de agua de bajo costo). *Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation*. Volume 9. World Bank. Washington. In press.
- Levine, Richard J., Khan, Montiu R., D'Souza, Stanislaus, y Nalin, David R. "Failure of Sanitary Wells to Protect Against Cholera and other Diarrhoeas in Bangladesh" (Fallas en los pozos sanitarios destinados a proteger a la población contra el cólera y otras diarreas en Bangladesh). *Lancet*. 2:86-89. 1976a.
- Levine, Richard J., Khan, Montiu R., D'Souza, Stanislaus, y Nalin, David R. "Cholera Transmission Near A Cholera Hospital" (Transmisión del cólera cerca a un hospital especializado en cólera). *Lancet*. 2:84-86. 1976b.
- Levine, R. J., y Nalin, D. R. "Cholera is Primarily Waterborne in Bangladesh." *Lancet*. 2:1305. 1976c.
- Livingstone-Balbotin, Mario. "Socioeconomic and Health Variables Affecting Infant and Child Mortality in Chile, 1970: A Regional Analysis" (Variables socioeconómicas y de salud que afectan a la mortalidad de infantes y niños en Chile, 1970: Un análisis regional). CDE Working Paper 76-2. Center for Demography and Ecology, University of Wisconsin, Madison. 117 págs. 1976.
- Mackie, T. T., y colaboradores "Intestinal Parasitic Infections in Forsyth County. North Carolina, IV: Domestic Environmental Sanitation and the Presence of Entamoeba Histolytica" (Infecciones parasitarias intestinales en Forsyth County. North Carolina, IV. Saneamiento Ambiental doméstico y la presencia de E. Histolytica). *American Journal Tropical Medicine and Hygiene*. 5(1); 29:39 1956.
- Marshall, Carter L. "The Relationship Between Trachoma and Piped Water in a Developing Area" (La relación entre tracoma y agua entubada en un área en desarrollo). *American Journal Epidemiology*. 89(5): 572-582. 1969.
- McCabe, L.J., y Haines, T.W. "Diarrheal Disease Control by Improved Human Excreta Disposal" (Control de enfermedades diarreicas mediante la disposición mejorada de excretas humanas). *Public Health Reports*. 72:921-928. 1957.
- McCormack, William M., Mosley, Wiley H., Fahimuddin, Mohammad, y Benenson, Abram S. "Endemic Cholera in Rural East Pakistan". *American Journal Epidemiology*. 89(4): 393-404. 1969.
- McCormack, William M., y Curlin, George T. "Infectious Diseases: Their Spread and Control" (Enfermedades contagiosas: Su difusión y control). In Chen, Lincoln C., Editor, *Disaster in Bangladesh*, Oxford University Press, Nueva York. págs. 67-80. 1973.
- McJunkin, Frederick Eugene. Water, Engineers, Development and Disease in the Tropics (Agua, ingenieros, desarrollo y enfermedad en el trópico). Agency for International Development. Washington. 182 págs. 1975.
- McJunkin, F. E., y colaboradores "Surveillance of Drinking Water Quality" (Supervigilancia de la calidad del agua potable). *World Health Organization Monograph Series* No. 63. Geneva. 135 págs. 1976.
- McJunkin, Frederick E. Community Water Supplies in Developing Countries, A Quarter-Century of United States Assistance (Abastecimientos comunitarios de agua en los países en vías de desarrollo. Un cuarto de siglo de asistencia norteamericana). Agency for International Development. Washington. 85 págs. 1969.
- McKeown, Thomas, y Record, R. G. "Reasons for the Decline of Mortality in England and Wales During the Nineteenth Century" (Razones para el descenso de la mortalidad en Inglaterra y Gales durante el siglo XIX). *Population Studies*. 16(2):94-122. 1962.
- McKeown, Thomas, Brown, R. G., y Record, R. G. "An Interpretation of the Modern Rise of Population in Europe" (Una interpretación del crecimiento moderno de la población en Europa). *Population Studies*. 26(3):345-382. 1972.
- McKeown, Thomas. The Modern Rise of Population (El crecimiento moderno de la población). Academic Press. Nueva York. 168 págs. 1976.
- Miller, Arthur P. Water and Man's Health (El agua y la salud del hombre). Agency for International Development, Washington. 92 págs. 1962.
- Mills, Hiram F. "Typhoid Fever in its Relations to Water Supplies" (La fiebre tifoidea y su relación con los abastecimientos de agua). 22nd Annual Report, Massachusetts State Board of Health Boston, págs. 523-543. 1980. Abstracted in Whipple, George Chandler. State Sanitation Harvard University Press, Cambridge, págs. 131-138.
- Misra, K. K. "Safe Water in Rural Areas, An Experiment in Promoting Community Participation in India" (Agua segura en áreas rurales. Un experimento en la promoción de la participación comunitaria en la India). *International Journal Health Education*. 18(1):53-59. 1971.
- Moore, Helen A., de la Cruz, Enrique, Vargas-Méndez, Oscar. "Diarrheal Disease Studies in Costa Rica: 1. Plan and Methods of Investigation." *American Journal Public Health*. 56(2):276-286. 1966.
- Moore Helen A., de la Cruz, Enrique, y Vargaz-Méndez, Oscar. "Diarrheal Disease Studies in Costa Rica. IV. The Influence of Sanitation upon the Prevalence of Intestinal Infection and Diarrheal Disease." (Estudios de enfermedades diarreicas en Costa Rica. IV. La influencia del saneamiento sobre la prevalencia de infecciones intestinales

- y enfermedades diarreicas). *American Journal Epidemiology*. 82(2):162-184. 1965.
- Mosley, Wiley H., Bart, Kenneth J., y Somer, Alfred. "An Epidemiological Assessment of Cholera Control Program in Rural East Pakistan" (Una evaluación epidemiológica del programa de control del cólera en la región rural de este de Pakistán). *International Journal Epidemiology*. 1(1):5-11. 1972.
- Mosley, W. Henry y Khan, Moslemuddin. "Cholera Epidemiology — Some Environmental Aspects" (Epidemiología del cólera — Algunos aspectos ambientales). *Progress in Water Technology*. 11(1/2):309-316. 1978.
- National Academy of Sciences, Safe Drinking Water Committee. Drinking Water and Health (Agua potable y salud). Three volumes. National Academy of Sciences — National Research Council. Washington. 939 págs. (Vol. 1), 393 págs. (Vol. 2), y 415 págs. (Vol. 3). 1977, 1980, y 1980.
- Patel, Mahesh. "Effects of the Health Service and Environmental Factors on Infant Mortality: The Case of Sri Lanka" (Efectos del servicio sanitario y de los factores ambientales en la mortalidad infantil: El caso de Sri Lanka). *Journal Epidemiology and Community Health*. 34:76-82. 1980.
- Petersen, Norman J., y Hines, Virginia D. "The Relation of Summertime Gastrointestinal Illness to the Sanitary Quality of the Water Supplies in Six Rocky Mountain Communities" (La relación de las enfermedades gastrointestinales veraniegas y la calidad sanitaria de los abastecimientos de agua en seis comunidades de Rocky Mountain). *American Journal Hygiene*. 71:314-320. 1960.
- Pisharoti, K. A., Dutt, P. R., y Rajasekaran, P. Investigation on Impact of Protected Water Supply on the Incidence of Diarrhoeal Disease (Shigellosis) among Children in the Rural Communities (Investigaciones sobre el impacto de abastecimientos protegidos de agua en la incidencia de enfermedades diarreicas (Shigelosis) entre los niños de las comunidades rurales). Gandhigram Institute of Rural Health and Family Planning. Gandhigram, Madurai District, Tamil Nadu. 58 págs. 1973.
- Pollitzer, R. "Cholera." Monograph Series No. 43 World Health Organization. Geneva. 1019 págs. 1959.
- Pontes, De Lima, Augusto Luiz, Ramos, Minervino, y Roberto, Carlos. Estudio Preliminar de Beneficio-custo de Inveſtimentos em Saneamento Urbano. Secretaria dos Servicos e Obras Publicas do estado de Sao Paulo. Sao Paulo. 30 págs. 1971.
- Pratt-Johnson, John A., y Wessels, Jurie H. W. "Investigation into the Control of Trachoma in Sekhukuniland". *South African Medical Journal*. 32:212-215. 1958.
- Prescott, Samuel C., y Horwood, Murray P. "Water as a Vehicle of Infectious Disease" (El agua como un vehículo de enfermedades infecciosas). Chpt. IX in Sedgewick's Principles of Sanitary Science and Public Health, MacMillan Company, Nueva York, págs. 124-167. 1935.
- Puffer, Ruth Rice, y Serrano, Carlo V. "Patterns of Mortality in Childhood. Report of the Inter-American Investigation of Mortality in Childhood" (Patrones de mortalidad en la niñez). *Scientific Publication* No. 262. Pan American Health Organization. Washington. 470 págs. 1973.
- Rahaman, M. Mujibur. "A Strategy for Control of Shigellosis (Dysentery) in Teknaf — A Rural Bangladesh Village" (Una estrategia para el control de la shigelosis en Teknaf — Una aldea rural de Bangladesh). *Progress in Water Technology*. 11(1/2):303-308. 1978.
- Rahaman, M. Mujibur. Personal Communication. Washington. 1981.
- Rajasekaran, P., Dutt, P. R., y Pisharoti, K. A. "Impact of Water Supply on the Incidence of Diarrhoea and Shigellosis Among Children in Rural Communities in Madurai" (Impacto del abastecimiento de agua en la incidencia de diarreas y shigelosis entre niños de las comunidades rurales de Madurai). *Indian Journal Medical Research*. 66(2): 189-199. 1977.
- Reiff, Fred. Personal Communication. Pan American Health Organization. Washington, 1981.
- Richardson, N. J., y Bokkenheuser, V. "Salmonellae and Shigellae in a Group of Peri-urban South African Bantu School Children" (Salmonelosis y shigelosis en un grupo de escolares bantú en la periferia urbana, Sudáfrica). *Journal Hygiene (Cambridge)*. 61:257-263. 1963.
- Richardson, N. J., Burnett, Gilliam M., y Koornhof, H. J. "A Bacteriological Assesment of Meat, Offal and Other Possible Sources of Human Enteric Infections in a Bantu Township" (Una evaluación bacteriológica de la carne, las menudencias y otras posibles fuentes de infecciones entéricas humanas en un pueblo bantú). *Journal Hygiene (Cambridge)*. 66:365-375. 1968.
- Richardson, N. J., Hayden-Smith, S., Bokkenheuser, V., y Koornhof, H. J. "Salmonellae and Shigellae in Bantu Children Consuming Drinking Water of Improved Quality" (Salmonelosis y shigelosis en niños bantú que consumen agua potable de calidad mejorada). *South African Medical Journal*. 42:46-49. 1968.
- Richardson, N. J. y Koornhof, H. J. "Salmonellae and Shigellae in a Group of Bantu School Children in the Eastern Transvaal Lowveld" (Salmonelosis y shigelosis en un grupo de escolares bantú en el Transversal Lowveld del este). *South African Medical Journal*. 29:367-370. 1965.
- Richardson, N. J., Koornhof, H. J., y Hayden-Smith, S. "Salmonellae and Shigellae in a Group of Urban South African Bantu School Children" (Salmonelosis y shigelosis en un grupo de niños escolares bantú del área urbana, Sudáfrica). *Journal Hygiene (Cambridge)*. 64:245-253. 1966.
- Richter, Elihu D., y Tuilchinsky, Theodore. "Epidemic Suppression Packages in Disasters: A Public Health Viewpoint" (Supresión epidémica de paquetes en desastres: Un punto de vista de la salud pública). *Public Health, London*, 93:204-209. 1979.
- Rosenzweig, Mark R., y Wolpin, Kenneth I. "Governmental Intervention and Household Behavior in a Developing Country" (Intervención gubernamental y comportamiento familiar en un país en vías de desarrollo). Project AID. Otr-G-1723. Yale University, New Haven. 26 págs. Undated but circa 1981.
- Rowland, M. G. M., y McCollum, J. P. K. "Malnutrition and Gastroenteritis in The Gambia" (Desnutrición y gastroenteritis en Gambia). *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*. 71(3): 199-203. 1977.

- Rubenstein, A., Boyle, J., Odoroff, C. L., y Kunitz, S. J. "Effect of Improved Sanitary Facilities on Infant Diarrhea in a Hopi Village" (Efecto de las instalaciones sanitarias mejoradas en la diarrea infantil en una aldea Hopi). *Public Health Reports* 84:1093-1097. 1969.
- Sahba, G. H., y Arfaa, F. "The Effect of Sanitation on Ascariasis in an Iranian Village" (El efecto del saneamiento sobre la ascariasis en una aldea iraní). *Journal Tropical Medicine and Hygiene*. 70:37-41. 1967.
- Saunders, Robert J., y Warford, Jeremy J. "The Goal of Improved Health." (La meta de la salud mejorada). Chpt. 2, págs. 31-85 y "Improved Water Supply and Sanitation: Studies of Its Impact on Health". Appendix A, págs. 205-221. In *Village Water Supply, Economics and Policy in the Developing World*, World Bank/Johns Hopkins Univ. Press, Baltimore. 279 págs. 1976.
- Schliessmann, D. J. "Diarrhoeal Disease and the Environment" (Enfermedades diarreicas y el ambiente). *Bulletin World Health Organization*. 21(3):381-386. 1959.
- Shliessmann, D. J., Atchley, F. O., Wilcomb, M. J. y Welch, S. F. "Relation of Environmental Factors to the Occurrence of Enteric Diseases in Areas of eastern Kentucky" (Relación de factores ambientales con la ocurrencia de enfermedades entéricas de la región este de Kentucky). Public Health Monograph No. 54. Issued concurrently in *Public Health Reports*, 73(11). Washington. 33 págs. 1958.
- Schneider, R. E., Shiffman, M., y Faigenblum, J. "The Potential Effect of Water on Gastrointestinal Infections Prevalent in Developing Countries" (El efecto potencial del agua en las infecciones gastrointestinales prevalentes en los países en vías de desarrollo). *American Journal Clinical Nutrition*. 31:2089-2099. 1978.
- Scrimshaw, N. S., y colaboradores "Nutrition and Infection Field Study in Guatemalan Villages, 1959-1964. II. Field Reconnaissance, Administrative and Technical: Study Area: Population Characteristic; and Organization for Field Activities" (Estudio de campo sobre nutrición e infección en caseríos de Guatemala, 1959-1964. II. Reconocimiento de campo, administrativo y técnico; área de estudio, características demográficas y organización para las actividades de campo). *Archives Environmental Health*. 14:787-801. 1967a.
- Scrimshaw, N. S., y colaboradores "Nutrition and Infection Field Study in Guatemalan Villages, 1959-1964. III. Field Procedure, Collection of Data and Methods of Measurement" (Estudio de campo sobre nutrición e infección en caseríos de Guatemala, 1959-1964. III. Procedimientos de campo, recolección de información y métodos de medición). *Archives Environmental Health*. 15:6-6. 1967b.
- Scrimshaw, N. S., y colaboradores "Nutrition and Infection Field Study in Guatemalan Villages, 1959-1964. V. Disease Incidence Among Preschool Children Under Natural Village Conditions with Improved Diet and with Medical and Public Health Service" (Estudio de campo sobre nutrición e infección en caseríos de Guatemala, 1959-1964. V. Incidencia de enfermedades entre niños de edad pre-escolar en las condiciones naturales del caserío, con dieta mejorada y con servicio médico y de salud pública). *Archives Environmental Health*. 16:223-234. 1968a.
- Scrimshaw, Nevin S., Taylor, Carl E., y Gordon, John E. "Interactions of Nutrition and Infection". *World Health Organization Monograph Series* No. 57. Geneva. 329 págs. 1968b.
- Sedgewick, William T. "On Recent Epidemics of Typhoid Fever in the Cities of Lowell and Lawrence due to Infected Water Supply" (Sobre epidemias recientes de fiebre tifoidea en las ciudades de Lowell y Lawrence causadas por abastecimientos de agua infectados). 24th Annual Report, Massachusetts State Board of Health, Boston. págs. 665-704. 1892. Reprinted in *Clean Water and the Health of the Cities*. Arno Press, Nueva York. 1977.
- Sedgewick, W. T., y MacNutt, J. Scott. "On the Mills-Reincke Phenomenon and Hazen's Theorem Concerning the Decrease in Mortality from Diseases Other than Typhoid Fever Following the Purification of Public Water Supplies" (Sobre el fenómeno Mills-Reincke y el teorema de Hazen respecto al descenso en la mortalidad por otras enfermedades aparte de la tifoidea, luego de la purificación de los abastecimientos públicos de agua). *Journal of Infectious Diseases*. 7(4):489-564. 1910. Reprinted in *Clean Water and the Health of the Cities*. Arno Press, Nueva York. 1977.
- Shaffer, Roy, Najai, D. y Kabul-eta, P. "Environmental Health Among the Masai of Southern Kenya: The Effect of Water Supply Changes" (Salud ambiental entre los masai del sur de Kenia: El efecto de los cambios en el abastecimiento de agua). *Progress in Water Technology*. 11(1/2):45-48. 1979.
- Shiffman, M. A., y colaboradores Assessment and Policy Implications (Evaluación e implicancias para la estrategia). Food Wasteage/Sanitation Cost-Benefit Methodology Project (AID/csd-2959). Agency for International Development, University of North Carolina, Chapel Hill. 59 págs. 1978a.
- Shiffman, M. A., y colaboradores Methods for the Field Studies (Métodos para los estudios de campo). Food Wasteage/Sanitation Cost-Benefit Methodology Project (AID/csd-2959). Agency for International Development, University of North Carolina, Chapel Hill. 466 págs. 1978b.
- Shiffman, M.A., y colaboradores Results of the Field Studies (Resultados de los estudios de campo). Food Wasteage/Sanitation Cost-Benefit Methodology Project (AID/csd-2959). Agency for International Development, University of North Carolina, Chapel Hill. 248 págs. 1978c.
- Shiffman, M. A., y colaboradores "Field Studies on Water Sanitation and Health Education in Relation to Health Status in Central America" (Estudios de campo sobre saneamiento de agua y educación sanitaria en relación con el estado de la salud en Centro América). *Progress in Water Technology*. 11(1/2):143-150. 1978d.
- Sholdt, L. Lance, Holloway, Marvin L., y Fronk, W. Don. "The Epidemiology of Human Pediculosis in Ethiopia" (La epidemiología de la pediculosis humana en Etiopía). Special Publication. Navy Disease Vector Ecology and Control Center, Jacksonville, Fla. 150 págs. 1979.
- Shuval, Hillel I., Tilden, Robert L., Perry, Barbara H., y Grosse, Robert N. "Effect of Investment in Water Supply and Sanitation on Health Status: A Threshold-Saturation

- Theory" (Efectos que tiene sobre el estado de la salud la inversión en sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento: Una teoría de límite de saturación). *Bulletin World Health Organization*. 59(2):243-248. 1981.
- Skoda, John D., Mendis, J. Bertrand, y Chia, Michael. A Survey in Rural Bangladesh on Diarrhoeal Morbidity, Water Usage and Related Factors (Un estudio en el Bangladesh rural sobre la morbilidad por diarrea, el uso del agua y otros factores relacionados). UNICEF/WHO. Dacca. First Report. 47 págs. junio 1977. Final Report. 34 págs. 1979.
- Sloan, Frank. "Survival of Progeny in Developing Countries: An analysis of Evidence from Costa Rica, México, East Pakistan, and Puerto Rico" (Supervivencia de la prole en los países en vías de desarrollo: Un análisis de los datos sobre Costa Rica, México, Pakistán Oriental y Puerto Rico). Report R-773-AID. Rand Corporation. Santa Mónica CA. 89 págs. 1971.
- Snow, John. On the Mode of Communication of Cholera. John Churchill, London. 31 págs. 1849.
- Snow, John. On the Mode of Communication of Cholera. "Second Edition, much Enlarged" (Segunda edición, muy ampliada). John Churchill, London. 162 págs. 1854. Reprinted with additional materials by The Commonwealth Fund., Nueva York, 1936.
- Snow, John. "Cholera and the Water Supply in the South Districts of London, in 1854" (Cólera y abastecimiento de agua en los distritos sureños de Londres en 1854). *Journal Public Health and Sanitary Review*. 2:239-257. 1856.
- Sommer, Alfred, y Woodward, William E. "The Influence of Protected Water Supplies on the Spread of Classical/Inaba and El Tor/Ogawa Cholera in Rural East Bengal" (La influencia de los abastecimientos protegidos de agua en la difusión del cólera clásico/Inaba y el Tor/Ogawa en la zona rural de Bengala occidental). *Lancet*. II:985-987. 1972.
- Spira, W. M., Saeed, Y. A., Khan, M. U., y Sattar, M. A. "Micro-biological Surveillance of Intra-Neighbourhood El Tor Cholera Transmission in Rural Bangladesh" (Supervigilancia microbiológica de la transmisión intra-vecinal del cólera El Tor en el Bangladesh rural). Scientific Report No. 35. International Center for Diarrhoeal Disease Research, Dacca, Bangladesh. 33 págs. Marzo 1980. Also published in *Bulletin World Health Organization*. 58(5):731-740. 1980.
- Stewart, William H., McCabe, Leland J., Hemphill, Emmarie C., y DeCapito, Thelma, "The Relationship of Certain Environmental Factors to the Prevalence of Shigella Infection" (La relación de ciertos factores ambientales con la prevalencia de la shigelosis). *American Journal Tropical Medicine and Hygiene*. 4(4):718-724. 1955.
- Strudwick, R. H. "The Zaina Environmental Sanitation Project" (El proyecto de saneamiento ambiental de Zaina). *East African Medical Journal*. 39:311-331. 1962a.
- Strudwick, R. H., y Hollinson, D. The Zaina Environmental Sanitation Scheme: A Pilot Project in Rural Africa (El sistema de saneamiento ambiental de Zaina: Un proyecto piloto en el Africa rural). Unpub. Doc. WHO/Env. San./135. 42 págs. 1962b.
- Subrahmanyam, K., y Bhaskaran, T. R. "Studies on Rural Water Supplies" (Estudios sobre abastecimientos rurales de agua). *Indian Journal Medical Research*. 36:211-247. 1948.
- Thacker, S. B., y colaboradores "Acute Water Shortage and Health Problems in Haiti" (Escasez aguda de agua y problemas de salud en Haití). *Lancet*. 1:471-473. 1980.
- Tomkins, A. M., Drasar, B. S., Bradley, A. K., y Williamson, W. A. "Water Supply and Nutritional Status in Rural Northern Nigeria" (Abastecimiento de agua y estado nutricional en el norte rural de Nigeria). *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*. 72(3):239-243. 1978.
- Trivedi, B. K., Gandhi, H. S., y Shukla, N. K. "Bacteriological Water Quality and Incidence of Water Borne Diseases in a Rural Population" (Calidad bacteriológica del agua e incidencia de enfermedades transmitidas por agua en una población rural). *Indian Journal Medical Science*. 25 (11):795-801. 1971.
- UNDP/World Bank/WHO Special Programme for Research and Training in Tropical Diseases. Workshop on the Role of Human/Water Contact in Schistosomiasis Transmission (Taller sobre el rol del contacto hombre/agua en las enfermedades tropicales). Document TDR/SER-HWC/79.3. World Health Organization, Geneva. 52 págs. 1979.
- Unrau, G. O. "Water Supply and Schistosomiasis in St. Lucia" (Abastecimiento de agua y esquistosomiasis en Santa Lucía). *Progress in Water Technology*. 11(1/2):181-190. 1978.
- Van Zijl, W. J. "Studies on Diarrhoeal Diseases in Seven Countries by the WHO Diarrhoeal Diseases Advisory Team" (Estudios sobre enfermedades diarreicas en siete países, Equipo de Asesores en Enfermedades Diarreicas OMS). *Bulletin World Health Organization*. 35:249-261. 1966.
- Verhoestraete, Louis J., y Puffer, Ruth. "Diarrheal Disease with Special Reference to the Americas" (Enfermedades diarreicas con referencia especial a las Américas). *Bulletin World Health Organization*. 19:23-51. 1958.
- Wain, Harry. A History of Preventive Medicine. Charles C. Thomas, Springfield, Ill. 407 págs. 1970.
- Wall, John W., y Keeve, J. P. Water Supply, Diarrheal Disease and Nutrition: A Survey of the Literature and Recommendations for Research (Abastecimiento de agua, enfermedades diarreicas y nutrición: Un estudio bibliográfico y recomendaciones para la investigación). International Bank for Reconstruction and Development, Washington. Mimeographed. 30 págs. + annotated bibliography. 71 págs. 1974.
- Warner, Dennis. "Health Benefits" (Beneficios para la salud). Chpt. 5 in Evaluation of the Development Impact of Rural Water Supply Projects in East African Villages. Doctoral Dissertation, Program in Engineering-Economic Planning, Stanford University, Palo Alto. págs. 97-159. 1973.
- Watt, James, Hollister, A. C., Jr., Beck, M. D. y Hemphill, E. C. "Diarrheal Diseases in Fresno County California" (Enfermedades diarreicas en Fresno County, California). *American Journal Public Health*. 43(6):728-741. 1953.
- Weir, John M., y colaboradores "An Evaluation of Health and Sanitation in Egyptian Villages" (Una evaluación de



- la salud y el saneamiento en las aldeas egipcias). *The Journal of the Egyptian Public Health Association*. 27(3):55-114. 1952.
- Whipple, George C. The Value of Pure Water (El valor del agua pura). John Wiley & Sons, Nueva York, 84 págs. 1907
- Whipple, George Chandler. Typhoid Fever — Its Causation, Transmission and Prevention. John Wiley & Sons, Inc., Nueva York. 407 págs. 1908.
- Whipple, George C. "Fifty Years of Water Purification" (Cincuenta años de purificación del agua). In Ravenal, M.P., Editor, A Half Century of Public Health, American Public Health Association, Nueva York. págs. 161-180. 1921. Reprinted Arno Press, Nueva York, 1970.
- White, Gilbert F., Bradley, David J., y White, Anne U. Drawers of Water (Acarreadores de agua). Domestic Water Use in East Africa. University of Chicago Press, Chicago. 306 págs. 1972.
- Whitehead, R. G. "Some Quantitative Considerations of Importance to the Improvement of the Nutritional Status of Rural Children" (Algunas consideraciones cuantitativas sobre la importancia de la mejora en el estado nutricional de los niños del campo). *Proceeding of the Royal Society of London*. Series B, 199(1134):49-60. 1977.
- Winslow, Charles-Edward Amory. The Conquest of Epidemic Disease (La conquista de las enfermedades epidémicas). Princeton University Press. Princeton, N. J. 411 págs. 1943.
- Wolff, H. L., van Zijl, W. J., y Roy, M. "Houseflies, the Availability of Water, and Diarrhoeal Diseases" (Moscas caseras, disponibilidad de agua y enfermedades diarreicas). *Bulletin World Health Organization*. 41(6):952-959. 1969.
- Wolman, Abel, y Gorman, Arthur E. "The Significance of Waterborne Typhoid Fever Outbreaks, 1920-1930" (El significado de los brotes de fiebre tifoidea transmitidos por agua, 1920-1930). *Journal American Water Works Association*. 23(2): 160-210. 1931.
- World Bank. "Measurement of the Health Benefits of Investments in Water Supply" (Medición de los beneficios para la salud de las inversiones en abastecimiento de agua). Report of an Expert Panel. Washington, 10 págs. 1976.
- World Health Organization. "Enteric Infections." *Technical Report Series No. 288*. 34 págs. 1964.
- World Health Organization, Diarrhoeal Diseases Advisory Team. Report of a Survey of Diarrhoeal Diseases in Mauritius in Co-operation with Medical Services of Mauritius (Informe de un estudio sobre enfermedades diarreicas en Mauritania en cooperación con los servicios médicos de ese país). Unpub. working doc. WHO/ENT/66.1. Geneva. 100 págs. 1960.
- World Health Organization. WHO Diarrhoeal Diseases Advisory Team. Report on Study of Diarrhoeal Diseases in Egypt with the Cooperation of the Ministry of Health, United Arab Republic (Informe sobre un estudio de enfermedades diarreicas en Egipto con la cooperación del Ministerio de Salud de la República Árabe Unida). Unpub. working doc. WHO/ENT/66.3. Geneva 43 págs. + 2 anexos. 1961b.
- World Health Organization, Diarrhoeal Diseases Advisory Team. Report of Studies on Diarrhoeal Disease in Co-operation with the Ministry of Health, Sudan (Informe sobre los estudios de enfermedades diarreicas en cooperación con el Ministerio de Salud de Sudán). Unpub. working doc. WHO/ENT/66.2. Geneva. 42 págs. + 2 anexos. 1961a.
- World Health Organization, Diarrhoeal Diseases Advisory Team. Studies on Diarrhoeal Diseases in Co-operation with the Department of Health - Ceylan (Estudios sobre enfermedades diarreicas en cooperación con el Departamento de Salud - Ceilán). Unpub. working doc. WHO/ENT/66.4. Geneva. 126 págs + 6 anexos. 1962.
- World Health Organization, Diarrhoeal Diseases Advisory Team. Studies on Diarrhoeal Diseases in Co-operation with the Ministry of Health, Iran (Estudios sobre enfermedades diarreicas en cooperación con el Ministerio de Salud, Irán). Unpub. working doc. WHO/PA/142.64. Geneva. 121 págs. 1963.
- World Health Organization, Diarrhoeal Diseases Advisory Team. Studies on Diarrhoeal Diseases in Venezuela: Follow-up Report of the Work Started by the Diarrhoeal Diseases Advisory Team in Co-operation with the Ministry of Health, Caracas (Estudios sobre enfermedades diarreicas en Venezuela: Informe complementario del trabajo iniciado por el equipo de asesores en enfermedades diarreicas en cooperación con el Ministerio de Salud, Caracas). Unpub. working doc. WHO/ENT/66.11. Geneva. 34 págs. 1966a.
- World Health Organization, Diarrhoeal Diseases Advisory Team. Summary Report on Diarrhoeal Diseases Studies in Seven Developing Countries over Five-Year Period (1960-1965) (Resumen de un informe sobre estudios de enfermedades diarreicas en siete países en vías de desarrollo durante un período de cinco años (1960-1965)). Unpub. working doc. WHO/ENT/66.9. Geneva. 37 págs. 1966b.
- World Health Organization. International Standards for Drinking Water (Normas internacionales para el agua potable). 3rd. Edition. Geneva. 70 págs. 1971.
- World Health Organization, Regional Office for South East Asia. Report on Rural Water Supply, Bangladesh (Informe sobre abastecimientos rurales de agua, Bangladesh). EH/SEARO/74.1. Nueva Delhi. Appendix 1. 1974.
- World Health Organization. Manual of the International Statistical Classification of Diseases, Injuries, and Causes of Death (Manual de clasificación estadística internacional de enfermedades, lesiones y causas de muerte). Vol. 1. Geneva. 773 págs. 1977.
- World Health Organization. Diarrhoeal Diseases Control Programme, Report of a Scientific Working Group on Environmental Health and Diarrhoeal Disease Prevention (Informe de un grupo científico de trabajo sobre la salud ambiental y la prevención de enfermedades diarreicas). Kuala Lumpur. 39 págs. 3-6 julio 1979.
- World Health Organization, Scientific Working Group. Environmental Health and Diarrhoeal Disease Prevention (Salud ambiental y prevención de enfermedades diarreicas). Unpublished working document. WHO/DDC/80.5. Geneva. 33 págs. 1980.

Zaheer, Mohd, Prasad, B. G., Govil, K. K., y Bhadury, T. "A Note on Urban Water Supply in Uttar Pradesh" (Una observación sobre el abastecimiento de agua en Uttar Pradesh). *Journal Indian Medical Association*. 38(4):177-182. 1962.

Zebec, M., Bujevick y Cvjetanovic, B. "Mraclin, 50 Years of

Rural Drinking Water and Sanitation Programme in Croatia" (Mraclin, 50 años del programa rural de abastecimiento de agua y saneamiento en Croacia). Annex 2, (22 págs.) in Cvjetanovic, Branko. Effect of water Supply and Sanitation on Health in Less Developed Countries. Unpublished report. Zagreb. 42 págs. + anexos. 1980.

## SECCIÓN 10

---

### Epílogo

La lista de enfermedades relacionadas con el agua es larga. La prevalencia de estas enfermedades es elevada y está muy difundida entre los países en vías de desarrollo. En muchos de ellos, estas enfermedades se encuentran entre las principales causas de muerte, con frecuencia ocupan el primer puesto, pero invariablemente se encuentran entre las diez primeras. Ellas atacan con mayor rigor a los pobres y son especialmente fatales entre los infantes y niños pequeños. El incremento de la densidad demográfica exacerba su ataque.

Un sistema de abastecimiento de agua confiable y adecuado y un sistema de disposición sanitaria de las excretas constituyen necesidades humanas básicas para lograr vidas

saludables y productivas. Sin estos sistemas es prácticamente imposible el mantenimiento de un ambiente saludable. Sin embargo, no son suficientes por sí mismos para asegurar una buena salud. Las personas deben usarlos apropiadamente y esto requiere de educación en salud e higiene. También deben estar acompañados de una nutrición adecuada, de un saneamiento de los alimentos, buenas condiciones de vivienda y seguridad, atención primaria de la salud y de las instituciones e infraestructura adecuadas para garantizar a largo plazo su financiamiento, operación, mantenimiento y reemplazo.

\*\*\*\*\*

## Glosario

- Aedes* Un género de mosquitos, en el que se incluyen algunos vectores como el *Ae. Egyptii*, vector de la fiebre amarilla.
- Anófeles* Un género de mosquitos, muchos de los cuales son vectores de la malaria.
- Anaerobionte* Un organismo que vive y crece en ausencia de oxígeno molecular.
- Anal* Perteneciente al ano .
- Ano* La abertura del recto en la superficie del cuerpo, el orificio final del canal alimentario, a través del cual se descargan las heces hacia el ambiente externo.
- Anorexia* Falta o pérdida de apetito.
- Anuria* Supresión total de la formación de orina por parte del riñón.
- Arbovirus* Virus transportado por artrópodos.
- Ataxia* Falta de coordinación muscular.
- Autóctono* Originario del área en que se le encuentra.
- Bejel* Una forma no venérea de sífilis.
- Bradycardia* Lentitud en el ritmo cardíaco.
- Caquexia* Un profundo y marcado estado de desorden constitucional; salud completamente deteriorada y malnutrición.
- Catarata* Una opacidad del cristalino.
- Catarro* Una inflamación de una membrana mucosa, particularmente de la cabeza y de la garganta.
- Catarsis* Una purificación o purga.
- Cianosis* Coloración azul de la piel debido a la excesiva concentración de cantidades reducidas de hemoglobina en la sangre.
- Cicatriz* El tejido fibroso que queda luego que sana una herida.
- Cólico* Dolor abdominal agudo.
- Coliforme* Un organismo parecido a la *E. coli* o ella misma.
- Colitis* Inflamación del colon.
- Colon* La parte del intestino grueso que va desde el ciego hasta el recto.
- Conjuntiva* La delicada membrana que reviste los párpados y cubre el globo ocular.
- Conjuntivitis* Inflamación de la conjuntiva.
- Contagioso* Capaz de transmitir de una persona a otra.
- Culex* Un género de mosquitos difundido en todo el mundo, muchas de sus especies son vectores de organismos patógenos.
- Culicine* Mosquito del género *Culex* o de géneros relacionados.
- Dermatitis* Inflamación de la piel.
- Dermato* Afijo proveniente del griego, significa piel.
- Dermatofitosis* Una infección de la piel causada por hongos.
- Dermatosis* Cualquier enfermedad de la piel, especialmente las que no presentan inflamación.
- Desinfectar* Aniquilar o desactivar a organismos patógenos.
- Desinfestación* Cualquier proceso físico o químico para aniquilar o remover ectoparásitos, artrópodos o roedores.
- Desinfestar* Aniquilar o remover insectos, roedores u otros animales que puedan transmitir enfermedades presentes en las personas, en las ropas o en el ambiente.
- Diarrea* Evacuación anormalmente frecuente de deposiciones acuosas.
- Disentería* Desorden intestinal caracterizado por

- la inflamación, especialmente del colon, con dolor abdominal, tenesmo y deposiciones frecuentes con sangre y mucosa.
- Disfagia** Dificultad para tragar.
- Dispepsia** Dificultades en la digestión, generalmente se aplica el término a los malestares epigástricos después de las comidas.
- Distal** Remoto, lejos de un punto de referencia.
- Duodeno** La primera parte del intestino delgado que va desde el píloro (del estómago) hasta el yeyuno.
- Ectoparásito** Un parásito que vive fuera del cuerpo del huésped, por ejemplo, el piojo.
- Endémico** Cualquier enfermedad humana que se mantiene a un nivel aproximadamente constante en una comunidad durante un período de varios años.
- Enfermedad** Un proceso mórbido definido, frecuentemente con síntomas característicos.
- Entérico** Perteneciente al intestino delgado.
- Enteritis** Inflamación del intestino.
- Epidémico** Cualquier enfermedad del hombre en la que el número de casos supera el nivel normalmente esperado.
- Faringe** La garganta.
- Fecal** Adjetivo de heces.
- Fulminante** Que ocurre repentinamente con gran intensidad.
- Gástrico** Perteneciente al estómago.
- Gastroenteritis** Inflamación del estómago y los intestinos.
- Gastroenterología** El estudio del estómago, los intestinos y sus enfermedades.
- Heces** Excremento descargado por los intestinos a través del recto.
- Hiperdiuresis** Excesiva excreción de orina.
- Hipócrates** Famoso médico griego (siglo V a. C.) generalmente considerado como el "Padre de la Medicina".
- Huésped** Un hombre o animal que hospeda o es capaz de hospedar a un parásito patógeno en condiciones naturales. Algunos protozoarios y helminthos pasan diferentes etapas de sus vidas en huéspedes diferentes. Los huéspedes en los cuales los parásitos alcanzan la madurez o pasan a su etapa sexual son los huéspedes *definitivos*. Otros huéspedes (por ej., los caracoles en el caso de la esquistosomiasis) son huéspedes *intermediarios*.
- Infección** La entrada y multiplicación (o desarrollo) de un agente infeccioso en el cuerpo; puede ser una infección con enfermedad manifiesta o una infección inaparente.
- Infección nosocomial** Infección adquirida en un servicio médico.
- Infestación** El ataque parasítico de insectos o la subsistencia de los mismos en la piel, los cabellos o la ropa.
- Lábil** Químicamente inestable.
- Larvicida** Una sustancia que aniquila las etapas larvales de los insectos.
- Marasmo** Una forma de desnutrición referida especialmente a proteínas y calorías que se presenta normalmente durante el primer año de vida con un crecimiento retardado y pérdida de grasas y músculos.
- Morbilidad** Condición de estar enfermo o con malestar; índice de enfermedad en la comunidad.
- Mortalidad** Tasa de mortalidad.
- Neonatal** Perteneciente a las primeras cuatro semanas después del nacimiento.
- Oliguria** Secreción reducida de orina respecto a la ingestión de fluidos.
- OMS** Organización Mundial de la Salud.
- Orina** El fluido excretado por los riñones, almacenado en la vejiga y descargado a través de la uretra hacia el ambiente externo.
- Otitis** Inflamación del oído; O. externa (oído exterior), O. media (oído medio) y O. interna (oído interior).
- Parásito** Una planta o animal que vive sobre o dentro de otro organismo viviente a cuyas expensas obtiene alguna ventaja.
- Patógeno** Un organismo o una sustancia capaces de causar enfermedad.
- Pediátrico** Perteneciente a las enfermedades de los niños.
- Período de incubación** El intervalo de tiempo entre la exposición a un agente infeccioso y el primer signo o síntoma de la enfermedad en cuestión.
- Piodermia** Cualquier enfermedad purulenta de la piel.
- Piogénico** Que produce pus.
- Pirexia** Fiebre o condición febril.
- Poliuria** Secreción excesiva de orina.
- Portador** Una persona infectada (o animal) que hospeda a un agente infeccioso específico sin mostrar clínicamente la enfermedad y que sirve como una fuente potencial para el contagio a humanos. Es posible que los portadores nunca lleguen a desarrollar la enfermedad (portadores

- ticos). También pueden ser portadores durante los períodos de incubación, convalecencia o post-convalecencia que pueden durar corto o largo tiempo. Mary "Tifoidea" fue un ejemplo famoso.
- Postnatal** Después del nacimiento.
- Prevalencia** Porcentaje de personas enfermas con un mal específico en un momento determinado respecto al total de la población en cuestión.
- Prurito** Picazón.
- Puerta de entrada** El camino por el cual los agentes patógenos entran al cuerpo.
- Quimiopprofilaxis** Uso de productos químicos, incluyendo antibióticos, para prevenir el desarrollo o el avance de una infección.
- Quimioterapia** El uso de productos químicos, incluyendo antibióticos, para curar o controlar una enfermedad infecciosa clínicamente reconocible.
- Reservorio (de enfermedad)** Generalmente el huésped o huéspedes en los que se encuentra principalmente un parásito patógeno y que garantiza (n) la mantención del mismo en la naturaleza de año a año. Algunas veces un reservorio es pasivo o inanimado.
- Septicemia** Envenenamiento de la sangre.
- Serotipo** El tipo de un microorganismo, determinado por sus antígenos constituyentes; en base a ello se desarrolla una subdivisión taxonómica.
- Tasa de casos fatales** Porcentaje de personas a las que se les diagnosticó una enfermedad específica y que murieron como consecuencia de ese episodio de la enfermedad.
- Tasa de incidencia** El número de nuevos casos diagnosticados o reportados durante un período de tiempo definido para una enfermedad específica, dividido entre la población en la cual se presentó dicha enfermedad. Generalmente se expresa como el número de casos anuales por cada 100,000 habitantes.
- Tenesmo** Esfuerzo inútil y doloroso al intentar defecar u orinar.
- Terapia** Tratamiento de la enfermedad.
- Teratógeno** Un agente o una influencia que causa defectos físicos en los embriones en desarrollo. Un ejemplo es la talidomida.
- Tóxico** Venenoso.
- Toxina** Un veneno, por ej., la toxina butolínica.
- Transmisión** Cualquier mecanismo por el cual el huésped humano susceptible se ve expuesto a un agente infeccioso.
- Transmitida por vector** Descripción de una enfermedad transmitida al hombre directa o indirectamente por portadores animados no humanos.
- Trauma** Herida o golpe.
- Urticaria** Reacción de la piel frecuentemente acompañada por erupciones y escozor severo.
- Vector** El transportador y transmisor animado del agente patógeno.
- Viremia** La presencia de virus en la sangre.
- Virulencia** El grado de patogenicidad de un parásito.
- Virus** Un agente infeccioso no celular que puede reproducirse sólo en células vivas; la mayoría de ellos son demasiado pequeños para ser vistos con un microscopio común.
- Vómito** Materia vomitada.
- Yeyuno** La parte del intestino delgado que va desde el duodeno hasta el íleon.
- Zoonosis** Una enfermedad de los animales que puede ser transmitida al hombre.

## Análisis sumario de estudios de campo seleccionados

Adrianzén, T., Blanca y George G. Graham. "The High Cost of Being Poor/Water". *Archives Environmental Health*, 28:312-315. 1974.

Se realizó una valuación antropométrica longitudinal y socioeconómica de 127 familias de niños admitidos por desnutrición en el Hospital Anglo-Americano de Lima, Perú, durante los años 1961-1971. Dicho estudio analiza los tipos de abastecimiento de agua, las cantidades usadas y los costos del agua en términos absolutos, en relación con los ingresos y en relación con el tiempo que se debía trabajar para pagar por el agua. Se realiza la vinculación agua-desnutrición utilizando el crecimiento relativo de los niños, en base a una comparación con la altura de niños de la misma edad con padres de una altura promedio similar.

Las alturas promedio por edad en el caso de los ex pacientes de familias que no contaban con abastecimiento entubado de agua, al igual que de sus hermanos, eran significativamente menores que las de los niños de otros dos grupos: uno con servicio entubado domiciliario y un segundo con grifos compartidos con otras familias. Las familias más pobres compraban el agua de camiones cisterna y la almacenaban en sus casas. Estas familias tenían un ingreso promedio un 60% menor, pagaban 16 veces más por unidad de agua, usaban un sexto de lo que utilizaban los demás y pagaban dos veces y media más por el total de agua utilizada, representando sus pagos por agua un 2.7% de sus ingresos, en comparación con un 0.7% en el caso de familias con abastecimientos entubados domiciliarios. Un trabajador que no cuente con servicio de agua tendría que tra-

bajar 24 minutos (en promedio) para pagar por el agua para un baño en tina, mientras que otro con conexión domiciliaria tendría que trabajar sólo 0.8 minutos.

Arriaga, Eduardo E. y Kingsley Davis. "The Pattern of Mortality Change in Latin America". *Demography*, 6(3): 223-242. 1969.

Este artículo examina las tendencias de mortalidad en 13 países latinoamericanos, Inglaterra y Gales, Suecia, los Estados Unidos, Japón, Mauritania, Ceilán, la India y Taiwán, usando información desde fines del siglo XIX hasta 1960. El descenso en la tasa de mortalidad fue extremadamente lento en los países latinoamericanos más retrasados hasta aproximadamente 1930, mientras que en los países más avanzados se dio un descenso más rápido en la mortalidad antes de 1930. Después de 1970, el ritmo del descenso fue más rápido que nunca y prácticamente el mismo en ambos grupos de países.

Los autores sugieren que después de aproximadamente 1930, en Latinoamérica, "las medidas de salud pública ejercieron una fuerte influencia, independientemente del desarrollo económico local". Este descubrimiento se repitió al analizar la historia pasada de los países actualmente desarrollados. También se encontró similitudes en los países asiáticos. Las medidas sanitarias citadas incluyeron "la erradicación de vectores patógenos, la cloración del agua potable y los buenos sistemas de alcantarillado, al igual que las prácticas sanitarias individuales como

la vacunación, el uso de complementos dietéticos y de nuevas medicinas y una mejor higiene personal”.

Los autores concluyeron que: “En la mayoría de países subdesarrollados, sea en América Latina o en otro lugar, el cambio en la tasa de mortalidad parece independizarse cada vez más de la mejora económica, dependiendo crecientemente de la importación de medicinas preventivas y tecnología sanitaria de los países desarrollados”.

*Assaad, F. A., F. Maxwell-Lyons y T. Sundaresan. “Use of Local Variations in Trachoma Endemicity in Depicting Interplay between Socio-Economic Conditions and Disease”. Bulletin World Health Organization, 43: 181-194. 1969.*

Este estudio de prevalencia del tracoma desarrollado en Taiwán durante 1960-1961 también recolectó información sobre condiciones socio-económicas y de vivienda: hacinamiento, abastecimiento de agua y ocupación del jefe de familia.

El hacinamiento se midió como el número de personas por casa, dormitorio y cama. Los abastecimientos de agua se clasificaron por tipo: grifo, pozo de extracción manual, bomba de mano y “otros” (generalmente manantiales en la montaña). También se les clasificó por la distancia a que estaban de la vivienda. La ocupación se dividió en seis categorías que iban desde profesionales hasta desempleados, probablemente en base al nivel de educación e ingresos.

El tracoma: 1) se incrementaba al incrementarse el nivel de hacinamiento (primero rápidamente, luego lentamente), 2) se incrementaba al hacerlo la distancia hasta el punto de abastecimiento de agua y 3) se incrementaba en las “categorías ocupacionales más bajas”. Por ejemplo, la prevalencia entre profesionales fue de 12.1% pero entre pescadores y agricultores (y sus familias) fue de 24.8%. Generalmente, cuanto mayor era el nivel ocupacional del jefe de familia, menor era el hacinamiento y mejor el abastecimiento de agua.

En la relación estadística encontrada entre abastecimiento de agua y tracoma en este estudio, la prevalencia del tracoma fue menor (15.4%) en las casas con grifos domiciliarios. El que el agua se consiguiera mediante pozos accionados manualmente o con bombas de agua no implicaba mucha diferencia en la prevalencia del tracoma activo (24.5 y 24.2%

respectivamente). Al margen del tipo de abastecimiento de agua, la prevalencia del tracoma activo se incrementaba a medida que lo hacía la distancia hacia la fuente de agua utilizada por la familia. Esta relación puede deberse al menor uso per cápita de agua a medida que la distancia se hace mayor. No se brindó información sobre el uso per cápita (cantidad) ni sobre la calidad.

*Azurin, J. C. y M. Alvero. “Field Evaluation of Environmental Sanitation Measures Against Cholera”. Bulletin World Health Organization, 51: 19-26. 1974.*

Este estudio patrocinado por el Proyecto Conjunto Filipino-Japonés de la OMS para la Investigación del Cólera El Tor, se realizó entre mediados de 1968 hasta fines de 1972 en cuatro comunidades de las Filipinas cerca a Bacolod City: West Visayan (pob. 743), Dawis (803), Magsungay (787) y Sibucan (756). El objeto del estudio era “probar el efecto de las mejoras ya sea en el abastecimiento de agua o en la disposición de desechos (o en ambos) contra la infección del cólera en un área en la cual se sabe que esta enfermedad es endémica” y determinar “el efecto ya sea de un abastecimiento de agua confiable, de un sistema de disposición de residuos o de ambos en contener la difusión de la enfermedad que ha logrado ingresar a dichas comunidades”.

Las cuatro comunidades elegidas eran similares en tamaño, características geográficas y composición demográfica. A cada comunidad se le suministró diferentes niveles de saneamiento:

1. West Visayan (control) tenía un sistema de abastecimiento de agua deficiente y no contaba con inodoros. El agua provenía de tres pozos tubulares equipados con bombas rudimentarias y era recogida en cántaros. El sistema no recibía tratamiento, su protección era inadecuada y no existía un control de la calidad. Las personas defecaban donde deseaban.
2. Dawis tenía un suministro de agua mejorado, derivado directamente del sistema municipal de Bacolod. Menos de la mitad tenían conexiones entubadas. No se contaba con buenos sistemas de disposición; la gente iba a defecar a una playa relativamente sucia.
3. Magsungay tenía inodoros comunales mejorados, uno cada cuatro familias aproximadamente.



te (es decir, uno cada 25-30 pobladores). Los inodoros contaban con sello hidráulico y contaban con una plataforma para que la persona se pusiera en cuclillas. Un litro de agua era suficiente para limpiar el inodoro. El servicio de agua se suministraba mediante cuatro pozos con bombas de mano, dos de ellas de propiedad privada y dos de propiedad del gobierno. Los sitios en que estaban instalados eran insalubres; la potabilidad del agua, cuestionable.

4. Sibucão tenía servicios mejorados tanto en abastecimiento de agua como en saneamiento. El sistema entubado suministraba agua "segura, accesible y en cantidades adecuadas" en forma continua a partir de un pozo artesiano hasta diez "puntos de entrega" (fuentes públicas), ubicadas de tal manera que ninguna casa estuviera a más de diez metros de distancia. Para la disposición de excretas, se suministraron tres instalaciones, cada una con ocho inodoros esmaltados con descarga manual de agua —separados según sexo— y a cada instalación se le equipó con su propio tanque séptico. Cada inodoro servía para 20-30 pobladores.

La recolección de datos se efectuó mediante un "representante epidemiológico" que visitaba la comunidad diariamente realizando un sondeo casa por casa tomando una muestra rectal, mediante un aplicador de algodón, de cada persona que estuviera con diarrea. Los especímenes se examinaban en el laboratorio del proyecto en busca de vibriones cólera. Una vez que se confirmaba un caso como cólera, se intensificaba la supervigilancia. El indicador de evaluación era el número de casos de cólera bacteriológicamente confirmados.

Los datos recolectados muestran que la provisión de instalaciones sanitarias para la disposición de aguas residuales domésticas puede reducir la incidencia del cólera en hasta un 68%, mientras que el suministro de un abastecimiento de agua confiable puede reducirla hasta en un 73%. Cuando se suministra tanto inodoros como sistemas de abastecimiento de agua, la incidencia puede reducirse hasta en un 76%. La evidencia también indica que el cólera introducido en la comunidad después de las mejoras en el abastecimiento de agua y/o en el saneamiento tenía una probabilidad de difundirse significativamente menor. El grupo poblacional más beneficiado fue el de los niños entre 0 y 4 años inclusive.

Vale la pena puntualizar la reducida incidencia del cólera en las comunidades a las que se les brindó abastecimientos de agua mejorados, aun cuando la mayoría de las casas no contara con conexiones domiciliarias. También se anota que la motivación fue aparentemente grande —las comunidades contribuyeron a la construcción con toda la mano de obra no calificada además de con algunos materiales disponibles a nivel local. Las comunidades aceptaron las nuevas instalaciones y comprendieron la necesidad de hábitos más higiénicos, aunque aparentemente no se suministró ningún programa de educación formal.

*Bahl, M.R. "Impact of Piped Water Supply on the Incidence of Typhoid Fever and Diarrhoeal Diseases in Lusaka". Medical Journal of Zambia, 19 (4): 98. 1976.*

Este estudio fue realizado por la autoridad responsable de salud pública en la ciudad de Lusaka, Zambia. Se desarrolló entre 1970 y 1975 en invasiones urbanas y periféricas de Lusaka, a las que se las conocía anteriormente como Asentamientos de Invasores. El objetivo del estudio era determinar los efectos de las mejoras en el abastecimiento de agua de acuerdo con los cambios en el número de casos de fiebre tifoidea y de enfermedades diarreicas.

Se recopiló información sobre el número de casos de fiebre tifoidea en toda la ciudad durante los años 1970 a 1975. Estos casos fueron admitidos y confirmados en el Hospital de la Universidad de Lusaka. La información sobre enfermedades diarreicas (de 1972 a 1975) se obtuvo de los centros sanitarios y postas clínicas de la ciudad. Estos datos se examinaron a la luz de las mejoras en el abastecimiento de agua durante los períodos de observación. En 1973, los pobladores de las invasiones urbanas y periféricas, convertidas en comunidades autogestivas, comenzaron a juntar dinero para un abastecimiento entubado de agua potable. El peligro de una epidemia de cólera provocó que el gobierno central otorgara partidas para la instalación de agua potable entubada a los principales asentamientos. Anteriormente, el agua se recolectaba en pozos y bombas suministrados por el gobierno, pero se continuaba usando muchos pozos superficiales. Con el sistema entubado, se instalaron fuentes públicas para que todos los residentes tuvieran acceso al agua potable. El autor dice: "Aparte del abastecimiento de agua, no ha existido ningún otro tipo de mejoras

en estas áreas urbanas (de comunidades autogestionarias urbanas y periféricas)".

Las conclusiones muestran un descenso en las tasas de morbilidad. Para la fiebre tifoidea, el nivel de casos anuales descendió de 9 por cada 100,000 personas a 0.8 por cada 100,000. La morbilidad por diarreas descendió de 338 por cada 100,000 a 212 por 100,000. El autor concluye que el suministro de un sistema entubado de agua "ha ayudado a reducir la fiebre tifoidea y las enfermedades diarreicas en toda la ciudad en su conjunto". La información confirmó la hipótesis de que la fiebre tifoidea es un indicador más sensible que las enfermedades diarreicas en el caso de los beneficios para la salud logrados con las mejoras en el abastecimiento de agua.

El autor reconoce que los datos sobre morbilidad fueron tomados a nivel de toda la ciudad, mientras que las mejoras en el abastecimiento de agua se realizaron sólo en las comunidades autogestionarias. El puntualiza que los moradores de dichas áreas son extremadamente móviles y, al enfermarse, es posible que se muden a la casa de un pariente en otro lugar de la ciudad. Además, estas áreas no cuentan con centros de salud ni hospitales por lo que la gente busca atención médica en otras partes de la ciudad. Por lo tanto, la autoridad responsable de la salud pública de Lusaka afirma: "La evidencia de este ensayo es indirecta, pero muestra efectivamente que, de no realizarse cambios en otros factores, el suministro de un abastecimiento entubado de agua ayuda a reducir la incidencia de la fiebre entérica y de las enfermedades diarreicas en la comunidad".

*Barnum, Howard, Robin Barlow, Luis Fajardo y Alberto Pradilla. A Resource Allocation Model for Child Survival. Oelgeschlager, Gunn & Hain, Inc. Cambridge, Massachusetts, 190 pp. 1980.*

Este libro ofrece un modelo matemático de optimización para comparar y seleccionar intervenciones en el área de la salud. Sugiere que, con "un bajo nivel de recursos", las actividades más efectivas son: "promoción de la salud, agua y saneamiento (fuentes públicas, letrinas y alcantarillado protegido) y centros de atención infantil". Estos programas pueden ser especialmente efectivos ya que "no están dirigidos a grupos específicos, por lo que tienen fuertes efectos sobre la diarrea en todos los grupos de edad".

Los autores también describen una aplicación del modelo en cinco barrios de Cali, Colombia. Los experimentos sugieren que las letrinas de bajo costo (un veinteaño del costo de los inodoros) podrían compensar su menor efectividad (un tercio menos efectivas).

*Berg, Lawrence E. y Thomas M. Mowery. "Health Program Evaluation: Impact Study of the Indian Sanitation Facilities Construction Act". Health Program System Center, Division of Indian Health, U. S. Public Health Service. Tucson, Arizona. 28 pp. 1968.*

Para identificar y evaluar los efectos en la salud de la instalación de servicios de saneamiento básico en los hogares de indios americanos, se estudiaron comunidades en Minnesota, Montana, Nebraska y South Dakota, abarcando a 310 familias y 1,943 personas. 952 personas en hogares que recibieron instalaciones sanitarias de agua y disposición de desechos, se compararon con 991 personas en hogares no equipados con estas facilidades. 583 (61%) de los del grupo "equipado" tenían agua corriente y una letrina con fosa, la instalación mínima aceptable. Ninguno de los del grupo no equipado tenía agua corriente. 851 (86%) tenían letrinas de pozo. 81(8%) no tenían instalaciones para la disposición de excretas. No se sabía el mecanismo de disposición de excretas de 59 personas (6%).

Para cada grupo, se analizó la información sobre el uso de atención médica externa y/o sobre morbilidad durante los dos años posteriores a la provisión de instalaciones sanitarias. Durante seis años, se resumieron las historias clínicas de los miembros de estos hogares en cada grupo, en lo referente a trece enfermedades específicas (tres enfermedades de la piel y diez entéricas). También se registró el número total de veces que una persona acudió a un centro de atención externa. Estos fueron, entre otros, los hallazgos:

1. Un 90% de las consultas externas se debieron a tres enfermedades de la piel (impétigo, piodermia y forunculosis), diarreas, gastroenteritis y colitis.
2. El índice de utilización de los centros médicos externos fue notablemente parecido en ambos grupos. Para cada uno, estos índices se incre-

- mentaron moderadamente después de la instalación de los servicios: para los equipos de 389 a 427, para los no equipados de 379 a 422.
3. En el caso de las enfermedades seleccionadas, hubo incrementos similares en ambos grupos después de la instalación. El incremento para los no equipados fue mayor, de 256 a 371. Para los equipados fue de 282 a 315.
  4. Para las enfermedades entéricas (en las que se incluye diarrea, disentería, shigelosis, salmonelosis, gastroenteritis y gastritis) hubo un descenso en los índices después de la instalación, en el caso del grupo equipado, pasando de 159 a 136. El índice en este grupo se había elevado durante la construcción a 175, superando los índices que tuviera durante los tres períodos el grupo no equipado (antes, 140; durante, 140; después, 154).
  5. Los autores aplicaron pruebas  $t$  a todos los índices ajustados en el caso de todas las enfermedades combinadas (de la piel y entéricas) durante el período de construcción y el posterior, encontrando una diferencia significativa,  $t = 13.62$ . Para los índices ajustados en el caso de enfermedades entéricas durante el mismo período, hubo una diferencia significativa entre los dos grupos,  $t = 3.30$ .

Los autores concluyeron que:

1. Los análisis mostraban que las tasas de morbilidad para los miembros de hogares equipados eran significativamente menores que las mismas para los miembros de hogares no equipados en el período de tiempo durante y después de la instalación de los servicios sanitarios.
2. La construcción de servicios sanitarios de agua y disposición de residuos no tuvo ningún impacto visible en el uso de la atención médica externa.
3. Se presentan preguntas sobre lo adecuado de una instalación "mínimamente aceptable" (un grifo de agua y una letrina de pozo), sobre el efecto de los esfuerzos en cuanto a educación sanitaria y sobre la operación y el mantenimiento posteriores de los servicios.
4. Las instalaciones pueden haber cumplido un rol más de contención que de prevención.

Lo amplio del área geográfica y el uso de datos de archivo no permitió la recolección de informa-

ción sobre la utilización de las instalaciones de agua o de disposición de desechos ni sobre el mantenimiento de las mismas. El estudio se extendió a través de grandes variaciones climáticas, lo que pudo influenciar en el uso del agua y de las letrinas y en el mantenimiento de los inodoros con descarga de agua. Estas diferencias se pudieron haber perdido al tratar todo como bloque.

A pesar de todo, los cambios en los índices de las enfermedades entéricas en los dos grupos de hogares no son notables. Debido a las diferencias climáticas y culturales entre los indios americanos y entre éstos y los habitantes de otras regiones, estas experiencias no pueden brindar patrones para las regiones tropicales.

*Bruch, Hans A., Verner Ascoll, Nevin S. Scrimshaw y John E. Gordon. "Studies of Diarrheal Disease in Central America: Environmental Factors in the Origin and Transmission of Acute Diarrheal Disease in Four Guatemalan Villages". American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 12: 567-579. 1963.*

Este estudio es parte de una serie sobre enfermedades diarreicas realizada por el Instituto para la Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), con sede en la ciudad de Guatemala. Su objetivo fue examinar los factores ambientales presentes en la ocurrencia de enfermedades diarreicas en cuatro aldeas guatemaltecas seleccionadas entre 1956 y 1959.

Se usaron métodos de estudio integral para valorar las condiciones ambientales y la vida familiar. Las enfermedades diarreicas fueron seguidas mediante visitas domiciliarias realizadas cada dos semanas por el personal de campo. El estudio realizó las siguientes observaciones:

1. Disposición de heces: No existían en ninguna de estas aldeas instalaciones sanitarias dentro de las casas. Existían letrinas en un 60 a 85% de las viviendas. Aproximadamente un 20% de estas letrinas tenían un pozo revestido y una losa de concreto. Otras eran improvisadas y temporales. Aproximadamente la mitad estaban adecuadamente limpias y reparadas. Sólo un 2% de los dueños de las letrinas admitieron usar mal la instalación, pero la presencia de heces en el

suelo y alrededor de las letrinas desmintió esta cifra. Las familias con letrinas tenían 16.8 ataques de diarrea anuales entre todos sus miembros. Para las familias sin letrinas, la cifra era de 22.4. En el caso de niños de 1 a 5 años, la incidencia de diarrea era de 80.3 para aquellos sin letrina y de 60.3 para aquellos con letrina. La diferencia es significativa en un nivel del 5%.

2. Abastecimiento de agua: La población con los menores índices de enfermedades diarreicas tenía un abundante suministro de agua proveniente de un manantial en las montañas a un kilómetro de distancia. El agua se distribuía mediante tuberías a 16 grifos públicos que brindaban servicio a un 90% de las 580 familias. Un 10% contaba con abastecimiento domiciliario. El uso de agua en las fuentes públicas era de 3 a 4 galones diarios por persona. La manipulación de los recipientes usados para acarrear el agua y las fisuras en la tubería maestra produjeron contaminación, encontrándose en varias ocasiones presencia de *E. coli* en muestras de agua de las fuentes públicas. Los niños entre 0 y 5 años tenían una tasa de ataques de 32.4, en el caso de quienes contaban con servicio domiciliario, que no es estadísticamente diferente de la tasa entre quienes utilizaban las fuentes públicas (38.0).

La otra población en estudio compartía en forma desigual un manantial de otro pueblo. Cuando la producción de éste era baja, la población en estudio tenía que acudir a otras fuentes: un río a 2 kilómetros de distancia, agua de lluvia almacenada. Un 25% de las 194 familias tenían agua entubada domiciliaria. Aun entre éstas, la tasa anual de ataques entre 0 y 5 años de edad era de 128.6. Entre los que usaban fuentes públicas, era de 134.8.

3. Residuos sólidos: Se encontró pocos residuos alimenticios que sirvieran de criaderos a las moscas. Los alimentos no utilizados por las personas eran destinados a animales domésticos, cerdos, pollos y perros.
4. Alimentos: Sólo en unas cuantas tiendas existía refrigeración, la cual se dedicaba a la cerveza y aguas gaseosas. La comida principal estaba constituida por maíz y frijoles. Ambos se cocinaban, se comían, se volvían a calentar o se comían fríos durante períodos de 2 o 3 días. Otros alimentos eran muy limitados.

5. Vivienda: Una clasificación mediante materiales estructurales permitió observar que la diarrea no era más frecuente entre los residentes con los tipos de casa más pobres que entre aquellos con mejores condiciones de vivienda. Las ratas y los ratones se consideraron sólo como un peligro menor para la salud ya que la salmonelosis era poco frecuente en todas las aldeas y no más frecuente en aquellas con ratas. Las moscas eran más numerosas durante la temporada de lluvias, de mayo a octubre. La ocurrencia de diarreas era mayor a fines de la temporada seca y menor durante los meses de lluvia.

Los autores llegaron a las siguientes conclusiones respecto a los factores que contribuían al incremento estacional de las enfermedades diarreicas en las alturas guatemaltecas:

1. La migración de las plantaciones costeras donde las enfermedades diarreicas son más frecuentes introducía fuentes frescas de infección.
2. Rara vez se presentaba el patrón de brotes transmitidos por agua con un fuerte incremento en los casos y un descenso rápido. El patrón predominante era el de un incremento lento que llegaba a su máximo 14 meses después, desapareciendo gradualmente en 32 meses. El agua podía contribuir a esto mediante su contaminación en reducida escala, intermitente o incidental.
3. Los brotes transmitidos por alimentos no eran frecuentes, pero la manipulación de los alimentos en el hogar y la diarrea en los infantes recién destetados sugieren que los alimentos constituyen una fuente importante de agentes infecciosos.
4. Los picos secundarios de la diarrea se producían en septiembre y octubre. Las moscas contribuían probablemente a esto.
5. Un 71% de los casos índice de diarrea se produjeron entre niños en edad preescolar. Las infecciones se presentan entre niños susceptibles. Los sobrevivientes quedan inmunizados. La desnutrición constituye un factor importante. La tasa anual de casos de enfermedades diarreicas aguadas por cada 100 personas en riesgo en los poblados rurales de Guatemala fue entre 1956-1959 de: 75.0 para menos de

un año; 64.1 para 1-5 años; 9.7 para 6-4 años; 5.1 para más de 15 años. La tasa general fue de 17.7.

6. Se piensa que la difusión por contacto es el principal mecanismo, aunque otros modos de transmisión también contribuyen. El porcentaje del total de casos atribuible a la contaminación del agua en el hogar (cuyo nivel variaría en cada caso) puede ser apreciable.

Los autores no se sintieron particularmente impresionados por su información respecto al abastecimiento de agua y los índices de enfermedades eran los predominantes y que los patrones clásicos de brotes transmitidos por agua eran raros. Sin embargo, ellos no han comentado mayormente respecto a la diferencia en la incidencia de enfermedades diarreicas entre la aldea con un abastecimiento superior y más abundante y la aldea que frecuentemente tenía que recurrir al río o al agua de lluvia. Aun en las situaciones endémicas, el agua puede constituir un importante factor de salud y enfermedad.

*Butz William, Julie De Vanzo y Jean Pierre Habicht. "Family, Community and Program Influences on the Mortality of Malaysian Infants". Working Draft No. 992-1-AID (Grant Nos. AID/otr-1744 and AID/otr-1822). RAND Corporation. Santa Monica. 46pp. 1981.*

Este examen de factores determinantes en las variaciones de la mortalidad infantil en la península de Malasia utiliza información retrospectiva mediante un cuestionario referido a ese tema en la Encuesta Familiar de Malasia: 1262 familias de 52 áreas de muestreo con 5584 nacimientos individuales vivos, de los cuales 270 (4.8%) murieron en la infancia. También utiliza las características familiares y comunales. Se utiliza un modelo probabilístico lineal, estimado mediante un método ordinario de mínimos cuadrados, para analizar los riesgos atribuibles a cada factor respecto a la mortalidad infantil.

Los factores ambientales analizados incluyen fuentes de agua y saneamiento de la comunidad y saneamiento familiar (disposición de excretas). Los infantes en las casas con acceso a sistemas de letrinas o inodoros con descarga tenían una tasa de mortalidad significativamente menor que los infantes en casas sin acceso a sistemas de saneamiento. También el agua "entubada" estaba relacionada significativa-

mente con una menor mortalidad infantil (no se especifica si el agua "entubada" representaba conexiones domiciliarias, fuentes públicas o alguna combinación). Otras categorías de abastecimiento de agua eran: "río", "canal", "pozo" y "otros sistemas públicos". Aunque se encontró que las letrinas y el agua entubada eran significativos, su impacto proporcional era relativamente pequeño en comparación con el peso del recién nacido.

Este examen de los efectos del abastecimiento de agua y de las prácticas de saneamiento encontró, en lo que respecta a prácticas de amamantamiento, que en las comunidades con agua de pozos, agua entubada o abastecimiento público no entubado acompañado con sistemas de inodoros con descarga de agua, tendían a existir tasas de mortalidad significativamente menores entre los infantes no lactantes.

*Center for Disease Control. "Acute Water Shortage and Health Problems in Haiti". EPI-77-51-2. U.S. Public Health Service, Atlanta. Documento inédito. 9pp. 29 de junio de 1978.*

Este es un estudio respecto al impacto de la cantidad de agua sobre las enfermedades en dos áreas de la capital de Haití, Puerto Príncipe, cada una con una población de unas 200,000 personas. Un área recibía agua potable en forma constante de manantiales alimentados por gravedad. La otra contaba con agua de pozos bombeada eléctricamente.

Durante principios de 1977, una sequía tuvo como consecuencia la pérdida de diez semanas de energía hidroeléctrica en el área abastecida por pozos. Fallas mecánicas en los generadores diesel de emergencia obligaron a un severo racionamiento de la electricidad, afectando aún más la disponibilidad de agua. Se diseñó un estudio retrospectivo, realizando encuestas a 400 familias en cada una de las dos poblaciones "para estimar el uso de agua per cápita y los efectos de su disponibilidad restringida sobre la salud". Se consideraron seis categorías de enfermedades: diarreas, sarna, otitis externa, conjuntivitis, cualquier enfermedad febril y desnutrición.

Debe puntualizarse que Puerto Príncipe, con una población de aproximadamente un millón de personas, tiene solamente 30,000 conexiones de servicio de agua. La mayoría de la población obtiene su agua

|             | Uso diario de agua por persona |                | Total |
|-------------|--------------------------------|----------------|-------|
|             | Menos de una lata              | Una lata o más |       |
| Enfermos    | 258(51.6%)                     | 115(33.0%)     | 373   |
| No enfermos | 248(48.4%)                     | 234(67.0%)     | 476   |
| Totales     | 500                            | 349            | 849   |

de fuentes públicas municipales. En el cuadro de arriba se muestra una observación del estudio; los números dados corresponden a niños menores de seis años en familias grandes.

*Cvjetanovic, B. "Banki Block (Barabanki) Programme of Rural Water Supply in the State of Uttar Pradesh, India". Anexo 1 (10pp.) en: Cvjetanovic, Branko, 'Effect of Water Supply and Sanitation on Health in Rural Communities in Developing Countries'. Informe inédito, Zagreb, Yugoslavia. 42pp. + 2 anexos. Junio 1980.*

Esta es una confirmación independiente del proyecto reportado por Misra (1971) y revisado más detalladamente en otros puntos del presente anexo. Cvjetanovic, un médico epidemiologista, era Jefe de Enfermedades Bacteriales en la OMS de Ginebra en la época en que visitó Barabanki. El presenta información sobre los impactos en la salud obtenidos mediante el proyecto de abastecimiento de agua: una reducción a la quinta parte en el caso de diarreas infantiles y la virtual eliminación de la tifoidea, el tracoma y la sarna.

Los tamaños de las poblaciones variaban entre 500 y 900 personas. Su economía era fundamentalmente de subsistencia. Antes de la implementación del abastecimiento de agua, un 4% de la población utilizaba bombas de mano mientras que el 96% usaban pozos abiertos no protegidos.

Parte del agua y de las aguas residuales se utilizaba en las huertas, que brindaban alimentos e ingresos

adicionales a las aldeas. Las mujeres cultivaban diferentes vegetales y uvas en las huertas y utilizaban su tiempo hilando artesanalmente. El uso de agua en el período posterior al proyecto era de aproximadamente 45 litros diarios per cápita.

Un cuadro de este estudio muestra los beneficios acumulativos a largo plazo para los niños menores de cinco años. Como se muestra en la parte inferior, la incidencia de diarrea en ese grupo de edad disminuyó espectacularmente después de la introducción del abastecimiento de agua.

*Eweson, Robert E., Mark R. Rosenzweig y Kenneth I. Wolpin. "Economic Determinants of Fertility and Child Health in Philippine and Indian Rural Households". Project AID-otr-G-1723. "Project Summary", 16pp. y "Technical Report", 31pp. + apéndices. Yale University, New Haven. Sin fecha, pero aproximadamente 1981.*

*También: Rosenzweig, Mark R. y Kenneth I. Wolpin. "Governmental Intervention and Household Behavior in a Developing Country". Project AID-tr-G-1723. Yale University, New Haven. 26 pp. Sin fecha, pero aproximadamente 1981.*

Ambos informes ofrecen un modelo econométrico de los programas de salud y planificación familiar y sus efectos en la conducta familiar con respecto al aborto y a la inversión en la salud de los

| Año  | Abastecimiento de agua               | Incidencia (%) |
|------|--------------------------------------|----------------|
| 1965 | Año de introducción                  | 24.0           |
| 1966 | Un año después de la introducción    | 14.4           |
| 1967 | Dos años después de la introducción  | 11.3           |
| 1968 | Tres años después de la introducción | 5.0            |

niños. El modelo indio incorporó información sobre las fuentes principales de abastecimiento rural de agua (“grifos”, “bombas y pozos”, “río” y “cisterna”), obtenida del Censo de 1971.

Sin embargo, el abastecimiento de agua tenía un interés secundario para los autores de estos ensayos. Ellos afirmaron que la calidad (supuesta) de la fuente de abastecimiento de agua “parecía influir en la mortalidad infantil”.

*Feachem, Richard, Elizabeth Burns, Sandy Cairncross, Aron Cronin, Piers Cross, Donald Curtis, M. Khalid Khan, Douglas Lands e Hilary South Hall. 'Water, Health and Development'. Tri-Med Books Ltd., Londres. 267 pp. 1978.*

Este estudio de dieciocho meses sobre los abastecimientos de agua rurales en Lesotho fue encargado por el Ministerio Británico de Desarrollo Exterior, OXFAM, y el gobierno de Lesotho, utilizando personal de la London School of Hygiene and Tropical Medicine y de la Universidad de Birmingham. Es de particular interés el capítulo 9, “Water Supplies and Disease” (pp. 139-179).

El estudio abarcó dieciocho meses (desde comienzos de 1975) en los distritos Mokhotlong y Mafeteng de Lesotho, Africa. Incluía a una población de unas 4,000 personas en 567 familias: 125 en las montañas (Mokhotlong) y 442 en tierras bajas (Mafeteng). Su objetivo era decidir si las mejoras en el abastecimiento de agua producían beneficios que justificaran sus costos.

Se hicieron comparaciones entre aldeas con abastecimientos de agua en cuatro categorías, que iban desde rústicos hasta mejorado y confiable. La información sanitaria se tomó de los registros sobre diarreas, enfermedades de la piel y enfermedades oculares de dos hospitales y un centro de salud. Los datos sobre mortalidad se tomaron de la unidad central de estadísticas médicas de todos los hospitales de Lesotho. Los datos sobre morbilidad se tomaron del hospital St. Joseph, donde los diagnósticos eran elaborados por médicos, se usaban pruebas de laboratorio y se mantenían registros confiables. También se desarrolló una extensa inspección de los abastecimientos de agua, tomando muestras bacteriológicas y analizándolas. De igual manera, se observaron y analizaron las características económicas, políticas y sociales de las aldeas.

Los autores encontraron que las pruebas chi cuadrado para los ratios de los tres grupos de enfermedades respecto a otras enfermedades reportadas no diferían significativamente con la calidad del servicio de abastecimiento de agua. Por lo tanto, ellos postulaban que “las diarreas y la tifoidea no son principalmente transmitidas por agua en Lesotho” y que “las mejores en la calidad del agua no alteran la incidencia de las enfermedades de la piel y de los ojos reportadas”.

Más aún, el estudio encontró ratios de enfermedad que mostraban que “en realidad existían más enfermedades diarreicas en las aldeas con sistemas de agua mejorados”. Los autores sugieren por lo tanto que la cantidad de agua suministrada es una variable más importante que la calidad en lo que respecta a la influencia sobre la transmisión de enfermedades relacionadas con el agua.

El estudio no tiene como conclusión que las mejoras en el abastecimiento de agua no tengan beneficios en la salud pública. Pero indica que tales mejoras por sí solas no pueden generar grandes beneficios si se mantienen serias deficiencias en la disposición de excretas, en la higiene personal y del hogar, en el saneamiento de los alimentos y en el control de moscas.

*Fenwick, K.W.H. "The Short Term Effects of a Pilot Environmental Health Project in Rural Africa: The Zaina Scheme Reassessed After Four Years". Kenya Ministry of Health. Nyeri, Central Province. Informe inédito. 1966.*

*También los siguientes:*

*Strudwick, W. H. "The Zaina Environmental Sanitation Project". East African Medical Journal. 39: 311-331. 1962.*

*Strudwick, R.H. y D. Hollinson. 'The Zaina Environmental Sanitation Scheme: A Pilot Project in Rural Africa'. Documento inédito de la Organización Mundial de la Salud, OMS/ Env. San./135. 42 pp. 1962.*

Este fue un estudio implementado por la Autoridad Médica Provincial sobre los cambios en el estado de la salud entre 1961 y 1965, luego de la introducción de un abastecimiento entubado con

flujo por gravedad para brindar servicio a cuatro aldeas (puntos de agua múltiples) y a 588 haciendas en la región Zaina de las faldas del monte Kenya. El propósito del estudio fue observar los cambios en el estado de la salud y otros beneficios colaterales obtenidos mediante el proyecto de abastecimiento de agua. También se estudió un área de control, Thegene. No se realizaron cambios en el saneamiento ambiental de Thegene.

Para 1965, todos los pobladores de Zaina tenían agua en sus umbrales o en 100 yardas a la redonda de sus casas. Toda el agua provenía del abastecimiento entubado clorado. El consumo de agua se elevó de 1.65 galones per cápita diarios (gpcd) en 1961 a 14.7 gpcd en 1965. El abastecimiento de agua era tratado y limpio. El agua de Thegene no era tratada y menos de la mitad de ella podía considerarse limpia. El consumo en Thegene se elevó ligeramente de 1.3 gpcd en 1961 a 2 gpcd en 1965. En Zaina, todas las casas tenían agua ubicada a menos de un cuarto de milla de distancia. En Thegene, el 60% de las casas estaban a más de un cuarto de milla del abastecimiento de agua más cercano. El total de días con enfermedad por persona y por grupo de edades, medido durante dos períodos de siete meses en 1961 y 1965, mostraba diferencias notables entre Zaina y Thegene, particularmente en el caso de los niños.

Fenwick concluyó de su estudio que: "En la medida que ambas áreas son similares en todos sus aspectos, excepto en que Zaina cuenta actualmente con un abastecimiento pleno de agua, se sugiere que es este abastecimiento de agua, junto con el resto del programa de salud ambiental, el que ha mejorado la situación de salud de la población de Zaina, suponiéndose que a medida que avance el tiempo, las diferencias entre las dos áreas se harán más marcadas.

*Goodwin, Melvin H., Jr., Gory J., Love, Don C. Mackel y Rudolf G. Wanner. "Observations of Familiar Occurrence of Diarrhea and Enteric Pathogens". American Journal of Epidemiology, 81(2): 268-28. 1966.*

La estación de campo Phoenix en Arizona del Communicable Disease Center, USPHS, llevó a cabo este estudio con el fin de determinar la necesidad de medidas de control más específicas para las enfermedades diarreicas, además de su asociación con las condiciones ambientales.

41 familias, con un total de 328 personas, del área Phoenix brindaron especímenes fecales cada semana durante doce semanas o más, dando un total de 2,610 observaciones (medidas en persona-semanas, PWO). Todas las familias eran de condición socio-económica baja. Todas las casas tenían agua entubada, calentadores, sistemas de alcantarillado con acarreo por agua y refrigeradoras. Las casas estaban en buenas condiciones pero frecuentemente no muy bien mantenidas.

Durante el período de observación, el estudio registró 246 episodios discretos de diarrea. Algunos episodios persistieron: cincuenta y dos hasta la segunda semana, siete hasta la tercera, cinco hasta la cuarta, dos hasta la quinta, uno hasta la séptima y uno hasta la novena semana. Durante el estudio se aislaron cuatro organismos patógenos principales. Las diferencias en las tasas de ocurrencia permitieron a los investigadores dividir a las familias en las "de alta ocurrencia" y las "de baja ocurrencia" (solamente una familia no reportó ningún caso de diarrea). El tamaño de la familia, el hacinamiento de la misma y (en alguna medida) el nivel socioeconómico, no era igual entre las familias. Sin embargo, ninguno de estos tres factores fue significativo para determinar la presencia de organismos entéricos. No

| Grupos de edades | Zaina |      |        | Thegene |      |        |
|------------------|-------|------|--------|---------|------|--------|
|                  | 1961  | 1965 | Cambio | 1961    | 1965 | Cambio |
| Menos de 1       | 16.1  | 4.3  | - 11.8 | 9.1     | 8.1  | - 1.0  |
| 1-2              | 13.0  | 7.5  | - 5.5  | 7.2     | 10.1 | + 2.9  |
| 3-6              | 11.1  | 5.1  | - 6.0  | 10.0    | 9.5  | - 0.5  |
| 7-12             | 5.4   | 3.1  | - 2.3  | 2.5     | 5.0  | + 2.5  |
| Adultos          | 3.3   | 3.7  | + 0.4  | 2.7     | 3.2  | + 0.5  |



se disponía ningún mecanismo objetivo para evaluar la "eficiencia de la madre" o "la capacidad para enfrentar la situación". No se tocó el beneficio potencial de las instalaciones de saneamiento. No se brindó información sobre la dieta ni la nutrición, no habiéndose hecho ningún planteamiento sobre este factor.

La higiene fue un factor más importante. Todas las familias contaban con las instalaciones físicas necesarias para una higiene personal adecuada, pero ellas eran mal utilizadas en el caso de las familias de alta ocurrencia. Por ejemplo: sacar la perilla del grifo para evitar que los niños desperdicien el agua; guardar el alimento preparado del bebé en recipientes abiertos sin protección; usar lavadoras sin jabón; dejar los biberones por toda la casa al alcance del pequeñito que ya anda, pero también de las moscas, de los animales caseros y de algún otro niño.

En su resumen, afirman los autores: "La conveniencia de brindar instalaciones sanitarias en la medida que lo permitan los recursos es incuestionable, pero es obvio que la efectivización de todo su potencial para controlar las enfermedades diarreicas depende de su uso adecuado". La secuencia es evidente. Un buen diseño debe estar seguido por una buena operación y un buen mantenimiento. Es necesario que exista una convicción sobre los beneficios del uso adecuado. En muchas situaciones, la convicción es resultado de la educación.

*Grosse, Robert N. "Interrelation Between Health and Population: Observations Derived from Field experience". Social Science and Medicine, 14C: 99-120. 1980.*

Este artículo incluye análisis de correlación simple y múltiple para factores que pueden estar asociados con la esperanza de vida: saneamiento, gastos en salud, personal e instalaciones del sector salud, indicadores económicos e indicadores sociales.

Las "categorías dominantes" fueron: saneamiento (porcentaje de la población urbana con grifos de agua), factores económicos (porcentaje de la fuerza laboral en la agricultura) y factores sociales (alfabetización). La alfabetización "explicó" el 78% de la variación en la esperanza de vida. "La adición del factor saneamiento incrementó la variancia explicada a un 88%, mientras que la adición del factor

económico añadió sólo un 2% más". La información sobre el agua provenía de 65 países en desarrollo en el año 1962 ( $r = 0.782$ ).

*Heller, Peter S. "Interactions of Childhood Mortality and Fertility in W. Malaysia: 1947-1970. Discussion Paper No. 57, Center for Research and Economic Development. University of Michigan, Ann Arbor. 33 pp. 1976.*

Este ensayo brinda un modelo econométrico de "la fertilidad y mortalidad de infantes y niños pequeños" en base a información extraída de censos y considerado "dentro del marco de un modelo general sobre la toma de decisiones familiares... sujetas a algunas restricciones socioeconómicas".

La mayor parte del ensayo se centra en la fertilidad, con el supuesto de que está sujeta al control de los padres, y demuestra que ella tiene un considerable impacto sobre la mortalidad infantil. Por el contrario, los resultados respecto al impacto de la atención médica fueron débiles, y algunas veces negativos, es decir, que contribuían a incrementar la mortalidad. El incremento en el porcentaje de mujeres alfabetas "de un 20% en 1947 a 50% en 1970 puede haber contribuido a un descenso de un 10 a 18% en la tasa de mortalidad infantil".

Los niveles de abastecimiento de agua y de disposición de residuos también tuvieron efectos significativos. Los niveles de estos servicios en 1970 se expresaron como "el porcentaje de viviendas con abastecimiento domiciliario entubado" y como "el porcentaje de viviendas con disposición de desechos mediante baldes". El autor sugiere "que el peligro para la salud de un niño debido a un ambiente anti-sanitario se presenta principalmente después del primer año, probablemente en el momento del destete".

*Henry, Fitzroy, J. "Environmental Sanitation, Infection and Nutritional Status of Infants in Rural St. Lucia, West Indies". Transactions Royal Society Tropical Medicine and Hygiene, 75(4): 507-513. 1981.*

Este estudio muestra una clara correlación entre abastecimiento de agua/saneamiento y salud infantil

| Valle<br>(Intervención)                              | Abastecimiento<br>de Agua   | Uso diario de<br>agua por familia (1) | Disposición<br>de excretas       |
|--|---|---------------------------------------|----------------------------------|
| Cul-de-Sac<br>(Ninguna)                              | Fuentes públicas muy<br>dispersas, una por<br>cada 350 pobladores | 64                                    | Letrinas de "baja<br>calidad"    |
| Desruisseau<br>(Sist. de agua<br>nuevo)              | Abastecimiento de agua<br>independiente para<br>cada familia      | 120                                   | Letrinas de "baja<br>calidad"    |
| Ti Rocher<br>(Sist. de agua<br>y letrinas<br>nuevos) | Abastecimiento de agua<br>independiente para<br>cada familia      | 124                                   | Letrinas con sello<br>hidráulico |

en las áreas observadas. Se siguió durante dos años la salud y el crecimiento de unos 229 infantes en tres valles. Las condiciones socioeconómicas y los patrones de alimentación (incluido el amamantamiento) eran similares en todos los valles, pero tenían diferentes niveles de abastecimiento de agua y saneamiento.

Las infecciones causadas por *Ascaris* y *Trichuris* descendieron en un 30 y 50% respectivamente luego de la instalación de sistema de agua y letrinas en dos de los tres valles. La prevalencia de enfermedades diarreicas fue sustancialmente menor en los niños de las áreas con saneamiento mejorado, llegando a ser un 70% menor en el grupo de niños menores de un año. Durante el estudio se trató por diarreas y vómitos a un 34.7% de los niños, del área "sin intervención" (Cul-de-Sac), en comparación con el 27.8% del área con abastecimiento de agua nuevo (Desruisseau) y el 18.5% del área con sistemas nuevos tanto en abastecimiento de agua como en letrinas (Ti Rocher). El tratamiento por enfermedades de la piel mostró un patrón similar, alcanzando el 20.8% en Cul-de-Sac, 4.9% en Desruisseau y 3.7% en Ti Rocher.

El crecimiento de los niños fue sustancialmente mejor en las áreas mejoradas. Antes de la instalación de los nuevos sistemas de agua y letrinas, las curvas de crecimiento eran similares en las tres áreas. Luego de las instalaciones, se registró en las áreas mejoradas un crecimiento notablemente mejor (en peso y altura por edades), especialmente entre los tres y los dieciocho meses de edad, período que corresponde a la utilización de complementos para el amamantamiento y al destete. El autor concluye que el

"mejor crecimiento observado después de las mejoras en la situación ambiental sugiere que, en este caso, probablemente la desnutrición es más una causa que una consecuencia de las enfermedades".

*Hicks, Norman L. "Sector Priorities in Meeting Needs: Some Statistical Evidence". World Bank, Washington. 22 pp. 1979.*

Este ensayo utiliza el análisis estadístico de la información de 86 países (69 en el caso de información sobre agua) para estimar el efecto sobre la esperanza de vida en el caso de siete componentes de atención sanitaria, nutrición, educación y accesibilidad a agua limpia. Otras variables incluyen: ingresos, distribución de ingresos, asistencia de mujeres al colegio, urbanización y tamaño del sector público. Se utilizaron cuatro metodologías estadísticas.

Utilizando una correlación simple, la alfabetización entre adultos tuvo el mayor coeficiente de correlación ( $r = 0.906$ ). El consumo de calorías per cápita, el número de habitantes por doctor y el porcentaje de la población con acceso a agua limpia tuvieron coeficientes de correlación que iban de 0.703 a 0.714, siendo el del agua de 0.706. La correlación lineal múltiple produjo resultados similares para la alfabetización y el abastecimiento de agua. Cuando se utilizaron coeficientes beta para normalizar el coeficiente de regresión, la alfabetización quedó primera y el abastecimiento de agua, segundo. Cuando se usaron otros dos métodos para el "aná-

lisis de desviaciones”, el abastecimiento de agua quedó en lugares muy inferiores.

*Hoffman, Alle H., Theodore C. Crusberg y Brian J. Saviolis. “Viral Hepatitis and Hydraulic Parameters: An Alternative Hypothesis”. Archives Environmental Health, 34: 87-91. 1979.*

Los autores de este estudio realizaron análisis estadísticos de los registros de salud pública de Worcester, Massachusetts (población: 160,000) respecto a casos reportados de hepatitis viral A durante un período de cinco años (1968-1972). Los resultados mostraron una fuerte correlación con ciertos parámetros de los sistemas de abastecimiento de agua y alcantarillado.

Aunque los registros de calidad de agua mostraban que las muestras generalmente cumplían los niveles bacteriológicos fijados, los niveles de cloro residual estuvieron muy por debajo de 0.1 mg/l en el 60% de las muestras. Algunos datos sugieren que parte del agua potable posiblemente estaban más contaminada de lo que podría sospecharse sobre la base de los niveles de coliformes solamente. Se sabía que en estos sistemas se producían caídas temporales en la presión.

Las mayores incidencias de hepatitis estaban asociadas con regiones (delimitadas por los censos) que recibían servicio mediante tuberías de agua viejas y posiblemente deterioradas y mediante alcantarillas unitarias o de rebose.

Los parámetros sociales y económicos (ingresos) también se mostraron fuertemente correlacionados con los parámetros hidráulicos. Las áreas de bajos ingresos recibían servicio principalmente mediante tuberías viejas y sistemas de baja presión.

Las alcantarillas con fugas o reboses, en combinación con la baja presión —que según planteaba Worcester llegaba a presiones negativas (de succión) en las tuberías de agua con fugas— permitían la contaminación de los abastecimientos de agua; desafortunadamente, tales condiciones son comunes en muchas áreas urbanas de los países en vías de desarrollo.

*Hollister, A. C., Dorothy Beck, Alan, M. Gilleston y E. C. Hempill. “Influence of Water Availability on Shigella Prevalence in Children of Farm Labor Families”. American Journal of Public Health, 45(3), Marzo 1955.*

El Servicio de Salud Pública de los EE.UU. patrocinó este estudio de los campamentos de trabajadores agrícolas migrantes en Fresno County, California, realizado entre octubre de 1952 y abril de 1953. La población cubierta fue de 6,111 niños menores de diez años en 123 de los 350 campamentos de trabajadores agrícolas migrantes ubicados en Fresno County. Estos niños pertenecían a 2,707 “familias” (considerándose como tal a todas las personas que ocupaban una vivienda). El objetivo del estudio era definir la relación entre la prevalencia de la shigelosis y la disponibilidad de agua para la higiene personal, incluyendo el lavado de la ropa, el baño y, especialmente, el lavado de las manos.

Se tomaron muestras rectales con aplicadores de todos los niños menores de diez años disponibles en los campamentos seleccionados, con intervalos de por lo menos un mes. Los campamentos se dividieron en tres tipos, según sus instalaciones de saneamiento: 1.) Casetas con grifos individuales y duchas o tinas privadas o inodoros privados o ambas cosas; 2.) Casetas con sólo grifos de agua en su interior, con acceso a las instalaciones comunales en el exterior; 3.) Casetas sin plomería, dependientes de las instalaciones comunales para el uso del agua y la disposición de excretas. La calidad del agua cubría los niveles mínimos en todos los campamentos.

El siguiente cuadro muestra el porcentaje de cultivos de *Shigella* positivos entre niños menores de diez años y el porcentaje de familias con niños infectados:

| <i>Instalaciones de plomería dentro de la caseta</i> | <i>Cultivos positivos (%)</i> | <i>Familiares positivos (%)</i> |
|--|-------------------------------|---------------------------------|
| Grifo y ducha y/o                                    |                               |                                 |
| Letrina  | 1.6                           | 2.5                             |
| Sólo Grifo   | 3.0                           | 6.2                             |
| Nada   | 5.8                           | 11.0                            |

El estudio mostró que la prevalencia de la shigelosis estaba asociada con la disponibilidad de agua para la higiene personal. Esto implica que el control de la shigelosis puede mejorarse significativamente brindando un fácil acceso al agua para la higiene personal. Esta observación ya había sido hecha en 1950, en un informe inédito de James Watt al Director de Salud Pública de California y en el ensayo publicado por Watt, Hollister y otros (resumido también en este anexo). Se pone énfasis en la cantidad de agua debido a que en estos estudios la calidad del agua cubría los niveles mínimos. El ensayo ayuda significativamente a comprender la utilidad del agua en el control de por lo menos una enfermedad diarreica.

*Hughes, James M., John M. Boyce, Richard J. Levine, Moslemuddin Khan y George T. Curlin. "Water and the Transmission of El Tor Cholera in Rural Bangladesh". Working Paper No. 2. Cholera Research laboratory. Dacca. 24 págs. 1977.*

*También: Hughes, James M. y otros. "Epidemiology of El Tor Cholera in Rural Bangladesh: Importance of Surface Water Transmission". Bulletin World Health Organization. En prensa.*

Estos autores describen un estudio epidemiológico en Matlab, Thana, Bangladesh. Se eligieron quince casos índice en forma aleatoria entre los pacientes del Cholera Hospital en Matlab Bazaar que: 1.) no eran residentes del área de estudio de Matlab para ensayo de una vacuna y 2.) tenían un cultivo rectal positivo de *V. cholerae* el día de iniciación de cada estudio. Los casos índices de control también eran del área de estudio, pero sus cultivos habían sido negativos. Se identificó el vecindario de cada caso y de cada paciente índice de control y se tomó muestras de las fuentes del agua que se utilizaba en dicho vecindario para beber, cocinar, bañarse y lavar (pozos de agua, cisternas, zanjas, canales y ríos). Se analizaron las muestras reportándolas como positivas o negativas respecto a la presencia del *V. cholerae*, biotipo El Tor.

Se encontró una extensa contaminación de las fuentes de agua en los vecindarios donde los residían los individuos infectados con *V. cholerae*. Un 43% de todas las fuentes de agua en barrios infectados die-

ron resultado positivo de la presencia de *V. cholerae*, contra un 2% en los vecindarios de control. Las familias que usaban una fuente de agua con cultivo positivo para beber, bañarse o lavar tenían mayores probabilidades de contagiarse con cólera que otras familias. Las familias que usaban la misma fuente de agua que la familia índice para beber o bañarse tenían menos probabilidades de contagio. Los autores concluyen: "La información confirma la hipótesis de que el agua contaminada es un medio importante para la transmisión del cólera... en áreas donde el *V. cholerae*, biotipo El Tor, es endémico".

*Hughes, James M. "Potential Impacts of Improved Water Supply and Excreta Disposal on Diarrhoeal Disease Morbidity: An Assessment Based on a Review of Published Studies". Consultation Report, WHO Diarrhoeal Disease Control Programme, Ginebra, 10 págs. + 7 págs. de bibliografía + Cuadros. Draft, Julio 6, 1981.*

Este ensayo constituye una revisión de 43 estudios que han cuantificado indicadores de las poblaciones con enfermedades diarreicas según los diferentes niveles de abastecimiento de agua y disposición de excretas.

Entre otros puntos, Hughes concluye que el inicial pesimismo sobre los problemas para documentar los beneficios en la salud vinculados con los proyectos de agua y disposición de excretas puede ser injustificado, pues "las reducciones de 20% o más en la tasa de morbilidad son por lo general estadísticamente significativas y se han observado (con frecuencia)".

El también argumenta que la información indica que "la disponibilidad de agua cerca a la casa puede producir beneficios a la salud" aunque no tanto como el contar con un grifo dentro de la casa. Los datos sugieren, dice, que "un volumen en el rango de los 20-30 lpcd puede ser el mínimo requerido para lograr una reducción en la morbilidad por enfermedades diarreicas".

*Khan, Moslemuddin. "Role of Water Supply and Sanitation in the Incidence of Cholera in Refugee Camps". Scientific Report No. 45. International Centre for Diarrhoeal Disease Research, Bangladesh. Dacca. 14 págs. 1981.*

Este estudio compara los casos confirmados de cólera que requirieron hospitalización en tres grandes campamentos de refugiados, separados por unas cuantas millas, durante las epidemias de cólera de 1974 y 1975 en Dacca. Los resultados muestran una clara correlación entre abastecimiento de agua/saneamiento e incidencia del cólera.

Un campamento, A, tenía agua entubada y letrinas conectadas a alcantarillas. Los otros dos campamentos, B y C, tenían pozos tubulares con bombas de mano, estanques y "letrinas superficiales cercadas". En la parte inferior se resumen comparativamente las instalaciones y los niveles de incidencia del cólera en cada campamento.

El campamento A, con agua entubada y letrinas con alcantarillado, tuvo un 62% menos de cólera que los campamentos B y C, con instalaciones de agua y saneamiento inferiores.

*Koopman, J. S. "Eliminación de Aguas Negras, Suministro de Agua y Diarrea Endémica en un Barrio Urbano Pobre de Cali, Colombia". Boletín Oficina Sanitaria Panamericana. 88(5): 402-412. 1980.*

Este documento describe un estudio sobre la incidencia de la diarrea entre 1973 y 1976 según información de 19 centros sanitarios de Cali, Colombia. Se presenta una serie de posibles factores que contribuyen a esta incidencia.

Una encuesta sobre población y servicios sanitarios, que se encontraba disponible, mostró que la incidencia de la diarrea era mucho mayor entre los niños menores de 15 años. El estudio también mostró que el número de casos de diarrea tratados en el centro sanitario Meléndez se había incrementado en un 500%. Se sugirió como posible causa el hecho de que ese sector tenía una población "invasora", pobre, desempleada y con malas condiciones de vivienda.

Existió también una relación positiva con respecto a un sistema deficiente de disposición de aguas residuales, pero no así con la potabilidad del agua. En el estudio se encontró que las casas con letrina tenían un 36% más de casos de diarrea que aquellas con alcantarillado. Las que no contaban con mecanismos para la remoción de excretas tenían un 60% más de casos de diarrea que aquellas con letrina y un 127% más que aquellas con alcantarillado.

*Koopman, James S. "Food, Sanitation and the Socioeconomic Determinants of Child Growth in Colombia". American Journal of Public Health, 71(1): 31-37. 1981.*

Este artículo es un estudio estadístico de la influencia de la disponibilidad de alimentos, de las condiciones socioeconómicas de la vecindad y de las condiciones socioeconómicas de la familia sobre una muestra aleatoria de familias de Cali, Colombia, categorizadas en estratos.

El artículo concluye que los factores de la vecindad, incluyendo la higiene, tienen una fuerte relación con el crecimiento del niño. Los hallazgos "ciertamente sugieren la necesidad de ampliar el ataque a la desnutrición con programas destinados

| <i>Camp. de Refug.<br/>(población)</i> | <i>Personas por<br/>fuente de agua</i> | <i>Personas por<br/>letrina</i> | <i>Casos de cólera<br/>por cada 1,000</i> |
|--|--|---------------------------------|---|
| A. Camp. Geneva<br>(49,675)            | 662                                    | 130                             | 1.16                                      |
| B. Camp. Kamalapur<br>Railway (11,375) | 1,896                                  | 325                             | 3.95                                      |
| C. Camp. Kabatan/<br>Bapupara (12,112) | 2,018                                  | 404                             | 4.29                                      |

a controlar la transmisión de agentes entéricos a nivel vecinal”.

*Kourany, Miguel y Manuel A. Vázquez.*  
 “Housing and Certain Socioenvironmental Factors and Prevalence of Enteropathogenic Bacteria among Infants with Diarrheal Disease in Panama”. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 18(6): 939-341. 1969.

Los autores informan de un intento de evaluar el rol de ciertas condiciones socio-ambientales en un grupo de infantes con enfermedades diarreicas identificadas y de determinar si el tipo de vivienda influye en la prevalencia de patógenos específicos.

El estudio observó a 1819 infantes de la ciudad de Panamá en Panamá. Se diseñó un sistema para clasificar las viviendas utilizando observaciones realizadas durante visitas domiciliarias y datos sobre las instalaciones sanitarias tomados del Censo Nacional de 1960. Se contaba con la información sobre infecciones diarreicas gracias a un estudio anterior (*American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 18: 930-935).

Un 45% de los infantes enfermos provenían de moradas Tipo 2; es decir, viviendas construidas a comienzos de siglo con instalaciones de agua y letrinas comunales en cada piso. Un 22% provenían de las viviendas Tipo 3: chozas de barriadas de lo más pobres con letrinas de fosa comunes. Un 9% provenían de las moradas Tipo 6: viviendas para familias muy pobres de un área rural, con pocas o quizás ninguna letrina. Los autores señalan que sólo las moradas Tipo 1 del grupo medio-alto mostraba una diferencia estadísticamente significativa entre los seis tipos de viviendas. Ellos afirman que: “La diferencia en los porcentajes de incidencia entre los distintos tipos de vivienda subestándar no fueron significativos para un nivel de 0.05 en la prueba de chi cuadrado”.

Los resultados para las moradas del Tipo 1 muestran los beneficios del agua entubada domiciliaria y de la disposición de excretas humanas mediante alcantarillado. Los autores reconocen la multiplicidad de factores que influyen en las enfermedades diarreicas mediante la siguiente afirmación: “Los programas planificados para brindar condiciones de vivienda adecuados, abastecimientos de agua potable en cada casa y, si es posible, una remoción segura de los excrementos humanos y una mejora en el nivel

de vida general, estarán acompañados indudablemente de un descenso significativo en la frecuencia y en la severidad de las enfermedades diarreicas provocadas por infecciones entéricas”.

*Marshall, Carter L.* “The Relationship Between Trachoma and Piped Water in a Developing Area”. *Archives Environmental Health*, 17: 215-220. 1968.

*También: Marshall, Carter, L.* “Some Exercises in Social Ecology: Health Disease and Modernization in the Ryukyu Islands”. En: *Farvar, Taghi M. y John B. Milton, editores. ‘The Careless Technology, Ecology and International Development’.* Natural History Press. New York. 1972. 5-18.

El autor informa sobre parte de un programa de control del tracoma implementado durante los 60 en las densamente pobladas Islas Ryukyu del Pacífico Occidental. Se desarrollaron encuestas sobre tracoma entre niños en edad escolar en la capital, Naha, ubicada en la isla de Okinawa; en la ciudad de Ishikawi y en cinco aldeas rurales. Las islas Ryukyus siempre han estado densamente pobladas (1, 142 por milla cuadrada en 1965) y en 1965 contaban con pocos caminos pavimentados. Las tormentas de polvo fino son comunes durante los períodos secos, pero las precipitaciones tienen un promedio anual de 83 pulgadas. En 1965, aproximadamente un 40% de la población contaba con sistemas domiciliarios de agua entubada, filtrada y clorada. El uso per cápita de agua no se anota en el estudio.

Naha (población: 260,000), una ciudad de rápido crecimiento con muchos inmigrantes rurales que ingresan al sistema escolar cada año, tiene un moderno sistema de agua entubada. Ishikawi (población: 160,000) no tiene un sistema central de abastecimiento de agua. De las cinco aldeas rurales estudiadas, cuatro tenían agua entubada a domicilio. La quinta, Tonahi, no tenía abastecimiento entubado y sus pobladores conseguían su agua de pozos superficiales.

Las diferencias en la prevalencia de tracoma entre las comunidades que tenían sistemas entubados domiciliarios y las que no, resultaron de “alta significación” estadística ( $P < 0.001$ ). El porcentaje de prevalencia de tracoma en Naha y en las cuatro aldeas con agua entubada fue de aproximadamente

4%, mientras que la prevalencia para la misma enfermedad de Ishikawi (parcialmente servida con conexiones domiciliarias) fue un 24% y en Tonahi (sin abastecimiento entubado) fue de 42%. No se presentó información explícita sobre la calidad del agua, el uso per cápita o la distancia promedio entre las casas sin abastecimiento entubado y las fuentes de agua.

Marshall sugiere que la razón por la que un abastecimiento de agua entubada puede hacer decrecer la prevalencia del tracoma "probablemente está más relacionada a los diferentes patrones de utilización entre áreas con escasa y con abundante agua que a la pureza del agua en sí".

Misra, K. K. "Safe Water in Rural Areas: An Experiment in Promoting Community Participation in India" *International Journal of Health Education*, 18: 53-59. 1971.

Este artículo describe un proyecto experimental de abastecimiento de agua implementado en 1963 en un área rural de Uttar Pradesh por el Instituto de Planificación, Investigación y Acción de Lucknow, con asistencia de OMS/UNICEF (OMS/India 84). Participaron siete aldeas en el distrito de Barbanki, con una población, en 1964, de 4,420.

Se preparó una lista de todas las familias con niños menores de cinco años y cada quincena, un día fijo, un trabajador sanitario les encuestaba sobre si el (los) niño (s) había (n) tenido deposiciones flojas ese día en particular. El estudio se llevó a cabo durante dos años y medio.

El estudio inicial mostró: 1) un alta incidencia de diarreas entre los niños menores de cinco años y 2) una menor incidencia entre los niños que vivían en casas con agua domiciliaria o fuentes públicas.

Luego de la introducción de un sistema de abastecimiento de agua entubada, la diarrea entre los niños descendió de 24.4% a 5.0% tres años más tarde (el proyecto incluía un componente de educación sanitaria).

Además de la diarrea y la disentería, se examinó a 100 personas, seleccionadas aleatoriamente de entre familias también elegidas en forma aleatoria, en busca de casos de tifoidea, sarna, conjuntivitis y tracoma. Nuevamente, la introducción del agua domiciliaria tuvo como correlato un descenso en la morbilidad. El siguiente cuadro muestra la reducción en la morbilidad por miles de habitantes.\*

Finalmente, 350 de las 836 familias instalaron conexiones domiciliarias por cuenta propia. Las restantes familias recibieron servicio mediante 42 fuentes públicas. Los costos de la fuente, el almacenamiento, la distribución y la instalación de las fuentes fueron asumidos por el gobierno, el panchayat y la UNICEF.

Moore, Helen A., Enrique de la Cruz y Oscar Vargas-Méndez. "Diarrheal Disease Studies in Costa Rica. IV. The Influence of Sanitation upon the Prevalence of Intestinal Infection and Diarrheal Disease". *American Journal of Epidemiology*, 82(2): 162-184. 1965.

Este estudio, patrocinado por el Ministerio de Salud Pública de Costa Rica, la AID de los EE. UU. y el Servicio Cooperativo Interamericano de Salubridad Pública fue parte de una extensa investigación epidemiológica desarrollada entre 1959 y 1961. La parte IV cubrió las instalaciones sanitarias familiares en seis distritos de un cantón rural costarricense. El estudio abarcó la totalidad de los 1,202 hogares en el Cantón de Barba, con un total de 6,548

| *Enfermedades  |               | Años |      |      |      |
|--|---------------|------|------|------|------|
|  |               | 1965 | 1966 | 1967 | 1968 |
| Enfermedades relacionadas directamente con el agua sucia | Diarreas      | 83.8 | 36.0 | 27.1 | 19.0 |
|  | Disentería    | 12.2 | 5.3  | 3.6  | 3.1  |
|  | Tifoidea      | 3.3  | 0.0  | 0.3  | 0.0  |
| Enfermedades causadas por la falta de agua limpia        | Sarna         | 25.4 | 16.9 | 0.0  | 0.6  |
|  | Conjuntivitis | 8.5  | 2.6  | 3.9  | 1.9  |
|  | Tracoma       | 3.3  | 0.9  | 0.0  | 0.3  |

usuarios de los sistemas de agua comunales. El objetivo del estudio IV era obtener información integral sobre las instalaciones de saneamiento y las condiciones sanitarias para una correlación con la morbilidad por diarreas, al igual que otras informaciones sobre infecciones intestinales y parasitismo.

El método usado fue un registro casa por casa de: la fuente de agua y su ubicación, la disposición de excretas, los drenajes, moscas, animales domésticos con acceso a la casa, el material del piso de la casa, condiciones de propiedad del inmueble, protección contra insectos e instalaciones de plomería. Se observaron los cinco sistemas comunales de agua entubada, se realizó un extenso muestreo bacteriológico en el agua, la leche y la carne suministrados a las comunidades. Cuatro sanitarios con experiencia y dos aprendices avanzados realizaron el trabajo de encuestas (El plan general y los métodos utilizados en toda la investigación son suministrados por los mismos autores de "Diarrheal Disease Studies in Costa Rica. I". *American Journal of Public Health*, 56(2): 276-285. 1966, con los mismos autores que la parte IV).

Se observó las siguientes relaciones:

1. Los seis distritos fueron clasificados, según las condiciones de toda el área, en forma descendente desde aquellos con mejor saneamiento familiar hasta aquellos con el saneamiento más deficiente. Los índices de recuperación de bacterias enteropatógenas provenientes de casos de diarrea fueron menores en los tres distritos con el mejor saneamiento en comparación con aquellos con el saneamiento más deficiente. La misma característica se mantuvo para la prevalencia de *Ascaris* y *Trichuris* entre los temas de estudio. Sin embargo, el porcentaje de casos de diarrea no mostró correlación con los niveles de saneamiento.
2. El valor del alquiler de las casas mostró ser un mecanismo satisfactorio para agruparlas según sus características de saneamiento. Los casos de diarrea entre los niños de 0-4 años se incrementaban a medida que descendía el valor del alquiler. El número de casos y los porcentajes para todas las edades seguían el mismo patrón.
3. Entre todas las casas, se realizó una comparación entre el mayor uso de agua (indicado mediante el número de accesorios que usan agua) y los porcentajes de casos de *Trichuris*, *Ascaris*, diarrea y *Shigella*. Las casas con sólo un

grifo de agua o un grifo y una piletta de cocina tuvieron los mayores porcentajes. Entre las casas con dos accesorios que utilizaban agua hubo una reducción en los cuatro porcentajes, presentándose aun mayores reducciones entre las casas con tres o más accesorios.

4. 72 casas de las 1,202 del Cantón Barba no tenían agua entubada. Se anotó las diferencias en las enfermedades entéricas en este grupo. Diez de los 27 cultivos (37%) de casos de diarrea en casas con agua entubada dieron resultado positivo para algún tipo de organismo enteropatógeno, en comparación con un 7% para la totalidad de casos de diarrea cultivados. En los cultivos de *Shigella* implementados para pacientes con casas sin agua entubada, el 18.5% fueron positivos, a diferencia de un 9.5% para aquellos pacientes que vivían en casas con agua entubada.

El tipo de instalación disponible para la disposición de excretas también guardaba correspondencia con los porcentajes de las cuatro enfermedades entéricas. Las infecciones de *Ascaris* descendían entre las casas con ninguna instalación y aquellas con tanque séptico. Las de *Trichuris* se elevaban ligeramente entre las con "ninguna instalación" y las con "letrina" y luego descendía para las casas con tanques sépticos. La diarrea tenía su punto más bajo en las casas con "ninguna instalación", la *Shigella* se mantenía esencialmente igual entre aquellas con ninguna instalación y aquellas con letrina, llegando a cero en los hogares con tanques sépticos.

6. Se hizo un gráfico de la densidad de ocupantes vs. los cuatro porcentajes de morbilidad por las cuatro enfermedades entéricas. En todos los casos, se presentó un descenso al disminuir la densidad de ocupantes.
7. Las infecciones de lombrices intestinales fueron más frecuentes entre los adultos (varones, 21.8%; mujeres, 19.9%). La prevalencia era la misma con o sin letrina. Las áreas donde los pisos de tierra era más comunes tenían prevalencias tres veces mayores que otras áreas. También era considerable el riesgo para los trabajadores de las plantaciones de café para los cuales la única alternativa era defecar en el suelo. El uso de zapatos también parecía reducir la prevalencia de lombrices intestinales.



8. El ingreso de animales a las casas no mostró evidencia de que los organismos enteropatógenos recuperados de estos animales estuvieran relacionados a una concurrente infección humana o enfermedad.
9. La calidad del agua, medida por los valores NMP de coliformes mostró alguna relación con los índices de morbilidad. Excepto en el caso del distrito de Santa Lucía, los valores durante la estimación húmeda eran mayores que durante la estación seca. Santa Lucía tuvo siempre los menores valores. A pesar de lo indicado sobre la calidad del agua, Santa Lucía tuvo el mayor porcentaje de morbilidad por diarrea en el grupo de 0-4 años y el tercer porcentaje en diarrea considerando todos los grupos, así como en el caso de resultados de *Shigella* positivos. Aparte de Santa Lucía, los dos sistemas con los mayores valores de NMP tuvieron los mayores porcentajes de morbilidad por diarrea y el mayor porcentaje de resultados positivos para *Giardia lamblia*. No había un patrón consistente para el porcentaje de resultados de *Shigella* positivos.
10. La información de Santa Lucía se tornó aún más confusa cuando presentó el mayor porcentaje de resultados positivos para *E. histolytica* en el estudio sobre parasitismo. Los autores sospecharon fuertemente de una diseminación de *E. histolytica* a través del sistema de agua. No había variación en la prevalencia de *E. histolytica* por nivel socio-económico ni por grupo de edad. Se sugirió una interpretación similar para los porcentajes positivos de *Giardia lamblia* en áreas atendidas por los sistemas de San Roque y Buena Vista, ambos con fuertes superficiales no protegidas ni tratadas. Se hizo una clasificación de "la peor agua" y "la mejor agua", relacionando los valores altos de NMP y los meses de fuertes lluvias con los porcentajes de morbilidad por diarrea. Los porcentajes son mayores tanto para el grupo de 0-4 años como para todas las edades durante los períodos de "la peor agua". Sin embargo, las diferencias no son espectaculares.
11. Los exámenes de la carne de res y de la leche fueron improductivos. El poco aislamiento de enteropatógenos en la carne de res no mostró relación con las enfermedades diarreicas observadas. Las familias que eran clientes de los vendedores de "leche fresca" tenían pocos niños

y la leche era hervida y tomada con café. Entre estas familias sólo se observaron 13 casos de diarrea.

Los autores concluyeron que:

1. El agua entubada era importante para reducir la cantidad de infecciones con bacterias enteropatógenas. La morbilidad por diarrea y el parasitismo no se veían en sí grandemente afectados. Se sugería que un porcentaje de los casos de diarrea pudiera no ser de etiología bacterial.
2. El mayor uso de agua estaba asociado con descensos en todos los porcentajes de morbilidad y de infecciones intestinales. Cuando el uso del agua se extendía hasta una instalación para bañarse, generalmente una ducha simple en el exterior, los índices de morbilidad y el parasitismo disminuían.
3. La falta de un servicio de disposición de excretas estaba asociado a una prevalencia extremadamente alta de ascariasis. Se consideró que las infecciones de *Entamoeba histolytica* y *Giardia lamblia* provenían principalmente del agua.
4. La calidad del agua entubada en los cinco sistemas estaba por debajo de cualquier nivel aceptable en los que respecta a valores NMP. No se pudo establecer ninguna relación positiva e inequívoca entre las variaciones en la calidad bacteriológica y las variaciones en la morbilidad por diarrea. Existía evidencias de la transmisión de *E. histolytica* en un sistema y de *Giardia lamblia* en otro. Existía un período de coincidencia estacional entre un alto índice de morbilidad y un recuento muy elevado de coliformes.
5. Las variaciones en los recuentos de moscas y en la calidad bacteriológica de la carne de res y la leche no parecían estar relacionadas con las variaciones en la morbilidad por diarrea. No se demostró que los animales domésticos que albergaban bacterias enteropatógenas estuvieran relacionados con los episodios de enfermedad de sus dueños.
6. La incidencia de la diarrea se redujo y la prevalencia de la shigelosis llegó a su nivel mínimo en aquellos lugares donde se encontró un buen nivel de saneamiento en las casas.

Este estudio reúne una impresionante cantidad de información sobre índices de enfermedades en-

téricas y sobre condiciones de saneamiento ambiental. Existe una importante cantidad de información que apoya nuestra hipótesis respecto al saneamiento y las enfermedades intestinales. Sin embargo, se presentan variaciones preocupantes. Esto se produce por la falta de un grupo de control en las comunidades y poblaciones en estudio. La disponibilidad de una fuente de agua de control que suministrara permanentemente agua de buena calidad tanto en las mismas fuentes como en el sistema de distribución, podría haber limitado las variaciones y la falta de patrones consistentes en el caso de calidad de agua y morbilidad.

La cantidad de letrinas en estas comunidades indica un alto nivel de conciencia sanitaria. Todas las letrinas se describen como de pozo y en varios casos como "sanitarias", lo que implica un completo aislamiento de las excretas, fuera de la superficie del suelo, lejos de las fuentes de agua e inaccesibles para insectos, aves y mamíferos. El que la totalidad de las 919 casas con letrinas hayan cumplido con tales criterios es algo improbable. Las incertidumbres presentes en la disposición de excretas producidas por los niños menores de dos años fue otro problema reconocido por los autores. En los climas semi-tropicales suaves, rara vez se enseña a los niños a usar las letrinas y ellos se comportan como niños "de la calle".

Los porcentajes de morbilidad por diarrea no constituyeron un índice lo suficientemente sensible respecto a los efectos del uso del agua y de su calidad (la cual era en el mejor de los casos deficiente) como para producir una evidencia concluyente de la relación entre el agua y las infecciones intestinales. En la parte IV de este estudio no se señalaron asuntos concernientes a la dieta y la nutrición.

A pesar de las inconsistencias y los defectos, la información entregada y el contenido de la Discusión y del Resumen apoyan el criterio de los beneficios que brindan a la limitación de las infecciones intestinales el agua entubada, el número de accesorios para su uso dentro de la casa y la existencia de sistemas para la disposición de excretas.

*National Academy of Sciences. 'Drinking Water and Health'. Washington. 939 págs. 1977.*

Este libro busca continuar lo iniciado con la Ley de Agua Potable Segura de 1974, considerada como la base científica para la revisión de las normas so-

bre agua potable de la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU. La mayor parte del informe está dirigido a los problemas de calidad del agua en una sociedad industrializada: trazas de metales, asbesto, productos orgánicos sintéticos, plaguicidas, cancerígenos y otros.

El Capítulo III, "Microbiology of Drinking Water" (págs. 63-134) tiene información útil sobre las dosis infecciosas para el hombre de helmintos y protozoarios bacterianos, la giardiasis y la radioactividad. También discute la efectividad de los procesos de tratamiento de agua y de desinfección. El estudio contiene más de 25,000 referencias.

*Pate, Mahesh. "Effects of the Health Service and Environmental Factors on Infant Mortality: The Case of Sri Lanka." Journal of Epidemiology and Community Health, 34: 76-82. 1980.*

Este estudio describe la relación entre los índices de mortalidad infantil y los servicios públicos en Sri Lanka. Aunque los índices de mortalidad infantil para Sri Lanka (aproximadamente 50 por cada 1000 nacimientos vivos) es bajo para un país en vías de desarrollo, las variaciones regionales son grandes, desde 26 por 1000 hasta 91 por 1000. Estas diferencias están más relacionadas con las variaciones regionales en los determinantes ambientales de la mortalidad que con las variaciones regionales en los gastos destinados a salud pública. El factor ambiental más significativo en su relación con los índices interregionales de mortalidad infantil fue la naturaleza del abastecimiento de agua ( $r = 0.82$  a nivel de 99%). Los gastos de los gobiernos destinados a salud tuvieron solamente una débil relación con los índices de mortalidad infantil ( $r = 0.08$ ). No se encontró ninguna relación entre la supervisión de nacimientos por el sistema de salud pública y los índices de mortalidad infantil ( $r = 0.15$ ).

Se encontró una débil relación positiva (0.49) entre disponibilidad de letrinas y mortalidad infantil. Esta relación asumió su signo correcto y se hizo significativa ( $r = 0.79$ ) cuando se eliminó el sector de plantaciones de té. En el sector de plantaciones de té, "se suministra letrinas, pero ellas son compartidas por muchas familias y reciben un mantenimiento deficiente por lo que frecuentemente están fuera de uso. . . existen muchas letrinas de foso en uso, algunas de las cuales se descargan en ríos o en cana-

les de irrigación". Los pisos de cemento en las casas tuvieron una relación moderada ( $r = 0.52$ ).

*Peterson, Norman y Virginia Hines. "The Relation of Summertime Gastrointestinal Illness to the Sanitary Quality of the Water Supplies in Six Rocky Mountain Communities". American Journal of Hygiene, 71: 314-320. 1960.*

Este proyecto del Centro de Enfermedades Contagiosas del Servicio de Salud Pública implementado en 1957 fue diseñado para determinar si existía una correlación entre la calidad sanitaria del agua en seis comunidades de Rocky Mountain y su incidencia de enfermedades gastrointestinales veraniegas no reportadas durante el periodo de junio, julio y agosto de 1957.

La calidad sanitaria del agua se determinó mediante los registros del Departamento de Salud del Estado. Las historias de diarreas durante junio, julio y agosto de 1957 se obtuvieron mediante encuestas casa por casa a unas 100 familias de cada comunidad. Se encontró que tres comunidades (identificadas como A, B y C) diferían significativamente de las otras tres en términos de calidad sanitaria de su abastecimiento de agua.

Los autores informan: "Un test simple de chi cuadrado indicó que el índice de ataque general de 13.9% obtenido en las comunidades A, B y C era significativamente mayor que el índice de 8.8% obtenido en las comunidades D, E y F (pág. 0.01). Esta correlación entre calidad del agua e índice de ataque se mostraba constantemente cuando se realizaban los cálculos en forma separada para cada comunidad".

El artículo presenta información sobre la distribución de casos por meses durante junio, julio y agosto de 1957. Se observa que las personas que viven en el área durante menos de dos años tuvieron mayores índices de ataque que aquellas con más de dos años en la localidad. Los síntomas clínicos en los ataques fueron más cortos y más benignos en las comunidades D, E y F. No se evidenciaba ningún patrón respecto a alguna fuente común o alguna forma única de exposición a la infección. En las comunidades con agua constantemente contaminada, el índice de ataque fue de 14% durante junio, julio y agosto de 1957. En las comunidades con agua de buena calidad, el índice fue de 9%. En el

primer grupo, la enfermedad fue más severa y dramática que en el segundo.

Los autores concluyen: "... es razonable pensar que la calidad sanitaria de los abastecimientos de agua de estas comunidades afectó significativamente la incidencia de la enfermedad. Sin embargo, es evidente que el efecto de los abastecimientos de agua en la salud de toda la población no fue grande".

Luego, ellos añaden: "... la contribución total del agua al índice de ataque en la población fue (la de una reducción) del 5%. Sin embargo, el efecto en el segmento de población que había vivido en las comunidades con agua contaminada durante menos de dos años fue de un mucho más significativo 12%".

Los autores reconocen que la encuesta tuvo un tamaño reducido y que no se definieron los agentes etiológicos, pero el estudio cumplió su objetivo. El confirma el valor de la calidad sanitaria del agua en la reducción de las enfermedades gastrointestinales. Más aún muestra que los abastecimientos de agua con las características y el nivel de calidad de los de las comunidades A, B y C constituyen una puerta abierta para graves y severos brotes de enfermedades transmitidas por agua a nivel de toda la comunidad. Todo lo que se necesita es la presencia de organismos infecciosos en dosis lo suficientemente grandes.

*Pontes, De Lima, Luiz Augusto, Minervina Ramos y Carlos Roberto, "Estudo Preliminar do Beneficio-Custo de Investimento em Saneamento Urbano". Secretaria dos Servicos e Obras Publicas do Estado de Sao Paulo. Sao Paulo. 30 págs. 1971.*

Este estudio analiza la relación entre los índices de mortalidad infantil y el abastecimiento público de agua en cuatro subdistritos de Sao Paulo, Brasil, durante los años 1943 a 1967. Dos de los subdistritos, Bras y Cambuci, contaban con servicio público durante todo el periodo, mientras que en los otros dos, Nossa Senhora do O y Vila Maria, los sistemas públicos de agua se instalaron durante los años 1953-1957 usándose a partir de entonces en forma total. Los dos primeros eran subdistritos de "control" y los otros dos, subdistritos "experimentales".

La información de los autores muestra un rápido y espectacular descenso en la mortalidad infantil de

los dos subdistritos donde se introdujeron abastecimientos públicos de agua. La información muestra que los índices de mortalidad infantil anual en los dos subdistritos con intervenciones en el área de abastecimiento de agua (es decir, Nossa Senhora y Vila Maria) descendió en un 68 a 80% durante los cinco años posteriores al período de intervención, en comparación con los cinco años anteriores a la intervención. Índices de mortalidad infantil total superiores a 130 por 1000 se redujeron a 28 o 43 por 1000, cerca a los índices de los subdistritos centrales más antiguos. Indudablemente, otros factores también fueron importantes, pero la rapidez y la magnitud del descenso en los índices de mortalidad infantil —producido inmediatamente después de la instalación de los sistemas públicos de abastecimiento de agua— son sorprendentes.

Usando un análisis de regresión de los índices de mortalidad infantil en el tiempo, los autores presentan estimados de los beneficios monetarios obtenidos mediante una mayor vida activa atribuible a la instalación de abastecimientos públicos de agua. A partir de estos estimados y de los costos de inversión de los nuevos sistemas de agua, ellos encuentran las relaciones beneficio-costos que son de 4.4 a 1 en Vila Maria y de 5.6 a 1 en Nossa Senhora do O.

*Puffer, Ruth Rice y Calor V. Serrano.*  
 "Environmental Conditions". Cap. XVI  
 (págs. 309-324) en 'Patterns of Mortality  
 in Childhood'. Scientific Publication No. 262.  
 Pan American Health Organization. Washington.  
 470 págs 1973.

*También: Burke, Mary, Marjorie York e Inns  
 Sande. 'Mortality in Childhood'. Scientific  
 Publication No. 386. Pan American Health  
 Organization, Washington. 145 págs. 1979.*

Ambas publicaciones informan sobre un estudio ex-post-facto de 35,000 muertes de infantes y niños (de uno a cuatro años) en quince áreas de diez países de la América (1968-1973). El estudio fue coordinado por la OPS y financiado por la AID.

El tratamiento estadístico de la información acumulada por Puffer y Serrano mostró una fuerte correlación inversa entre mortalidad post-neonatal y el porcentaje de casas con agua entubada se incrementaba. Los coeficientes de correlación variaban en un rango de 0.688 a 0.834 según diferentes gru-

pos de datos. Los investigadores concluyeron que: "El suministro de sistemas de abastecimientos de agua y de instalaciones sanitarias en proporciones mucho mayores para las familias de muchas áreas urbanas y rurales es esencial si se busca conseguir una importante reducción en la mortalidad post-neonatal".

El estudio de Burke y otros en las mismas comunidades, basado en unas 30,000 encuestas familiares, "confirmó la relación", es decir, "la asociación (inversa) entre disponibilidad de un servicio de agua entubada y alta mortalidad, particularmente en el caso de niños pequeños".

*Rajasekaran, P., P.R. Dutt y K. A. Pisharoti.*  
 "Impact of Water Supply on the Incidence of  
 Diarrhoea and Shigellosis Among Children in  
 Rural Communities in Madurai". *Indian  
 Journal of Medical Research*, 66: 189-199.  
 1977.

Este artículo informa sobre un estudio realizado por el personal del Gandhigram Institute of Rural Health and Family Planning, del distrito Madurai, Tamil Nadu, en la India, entre enero y diciembre de 1972. El objetivo del estudio era determinar si los abastecimientos públicos de agua habían controlado las enfermedades transmitidas por agua en las áreas rurales, utilizando como índice la diarrea (shigelosis) en niños menores de cinco años.

Para el estudio, el grupo sin mejoras estaba constituido por tres aldeas con 215 familias y 388 niños menores de cinco años, abastecidas por pozos cavados sin protección. Dos aldeas tenían abastecimientos mejorados con agua tratada proveniente de un reservorio. En una había una mezcla de distribución mediante grifos públicos y grifos domiciliarios. El segundo sistema mejorado brindaba conexiones domiciliarias a todas las familias con niños menores de cinco años.

Todos los niños, 1,130 en el inicio, fueron visitados dos veces a la semana durante todo el año 1972 para detectar la ocurrencia de diarreas (1,041 niños completaron el año, pues 85 se mudaron y 4 murieron). Se examinaron las muestras de agua de pozos y grifos buscando coliformes mensualmente durante 11 meses (166 muestras). Adicionalmente, se recolectaban 140 muestras de los recipientes de almacenamiento doméstico dos veces por mes.

Se encontró que la mejor calidad bacteriológica en la fuente era la de los grifos domiciliarios y la peor la de los pozos. La calidad se deterioraba grandemente con el almacenamiento doméstico en todos los casos. Las familias que usaban los grifos públicos tenían el mayor número de casos de diarrea, así como de resultados positivos de *Shigella*, y altos NMP en las muestras de agua tomadas de casas donde se habían producido ataques de diarrea. Los valores menores se encontraron en casas con grifos domiciliarios.

Los autores resumen sus hallazgos de la manera siguiente:

1. La incidencia anual de diarrea por cada 150 niños según las fuentes de agua establecidas fue: Pozos, 21.5; Grifos Públicos, 32; Grifos Domiciliarios, 23.5.
2. La incidencia anual de shigelosis por cada 150 niños fue: Pozos, 8.8; GP, 12.5; GD, 4.7.
3. Las inspecciones de calidad bacteriológica encontraron los pozos fuertemente contaminados; un 16 a 25% de los grifos públicos y domiciliarios estaban contaminados; toda el agua almacenada domésticamente estaba fuertemente contaminada, con excepción de un 12 a 14%.
4. "Los grifos públicos no fueron efectivos para reducir la diarrea".
5. "El agua almacenada en las casas se encontró invariablemente contaminada, al margen de la fuente, incluyendo al agua tratada y clorada".
6. Ellos concluyeron que no sólo sería necesario un abastecimiento de agua continuo, adecuado y protegido para evitar las infecciones transmitidas por agua sino también programas de educación pública dirigidos a crear buenas prácticas de saneamiento y de higiene personal.

Richardson, N.J. y V. Bokkenheuser. "Salmonellae and Shigellae in a Group of Rural South African Bantu School Children". *Journal of Hygiene (Cambridge)*, 58: 100-117. 1960.

También los siguientes:

Richardson, N. J. y V. Bokkenheuser. "Salmonellae and Shigellae in a Group of Periurban South African Bantu School Children". *Journal of Hygiene (Cambridge)*, 61: 257-263. 1963.

Richardson, N. J. y H. J. Koornhof. "Salmonellae and Shigellae in a Group of Bantu School Children in the Eastern Transvaal Lowveld". *South African Medical Journal*, 39: 367-370. 1965.

Richardson, N. J., J. J. Koornhof y S. Hayden Smith; "Salmonellae and Shigellae in a Group of Urban South African Bantu School Children". *Journal of Hygiene (Cambridge)*, 64: 245-253. 1966.

Richardson N. J., S. Hayden Smith, V. Bokkenheuser y H. J. Koornhof. "Salmonellae and Shigellae in Bantu Children Consuming Drinking Water of Improved Quality". *South African Medical Journal*, 42: 46-49. 1968.

Richardson, N. J., Gillian M. Durnett y H. J. Koornhof. "Bacteriological Assesment of Meat, Offal and Other Possible Sources of Human Enteric Infections in a Bantu Township". *Journal of Hygiene (Cambridge)*, 66: 365-375. 1968.

Esta serie de cinco estudios sobre salmonelosis y shigelosis en niños de escuelas bantú entre 1959 y 1968 definió al abastecimiento de agua como una variable. Los estudios fueron realizados por miembros del Departamento de Bacteriología del Instituto Sudafricano de Investigación Médica de Johannesburgo. Se estudiaron cuatro áreas: Tlaseng, un área rural cerca a Rustenberg, que fue estudiada en 1959 y luego, nuevamente, en 1968, cinco años después de que se hubiera mejorado su abastecimiento de agua; Witkoppen, un área periurbana en el com-

plejo de Soweto a 15 millas de Johannesburgo; Komatipoort, un asentamiento rural de la administración ferroviaria y Dube Township, dentro del área urbana de Johannesburgo. El objetivo de estos estudios era determinar la incidencia de la salmonelosis y la shigelosis entre niños aparentemente saludables de las escuelas bantú y buscar los factores que influían en esta incidencia.

Se tomaron muestras fecales de escolares entre seis y diecisiete años, en números casi iguales para hombres y mujeres. La frecuencia del muestreo varió entre cuatro a siete veces por año. En estas muestras se realizaron exámenes de parásitos intestinales. Al mismo tiempo se tomaron muestras de agua realizándose el recuento total de bacterias *E. coli* y de *E. coli* fecales. Se dio información general sobre la nutrición (la dieta era marginalmente adecuada, pero baja en proteínas).

Los autores de los cinco primeros estudios realizan las siguientes afirmaciones en su resumen de conclusiones:

1. Tlaseng cerca a Rustenberg, 1959: "Probablemente el agua estuvo implicada en la transmisión de las infecciones".
2. Witkoppen, 1962: "El agua potable era de muy baja calidad y puede muy bien estar implicada en la transmisión de las infecciones".
3. Komatipoort, 1965: "Se examinó tanto el agua entubada del reservorio del pueblo, que resultó bacteriológicamente satisfactoria, como el agua del río, fuertemente contaminada, ya que ambas se usaban como agua potable. Usando la técnica de almohadillas de Moore, se recuperaron 8 diferentes tipos de salmonella de los dos ríos que bordean el área".
4. Dube Township, Johannesburgo, 1965: "El agua suministrada domiciliariamente por la municipalidad de Johannesburgo resultó de buena calidad; sin embargo, no afectó la incidencia de la salmonelosis ni de la shigelosis".
5. Tlaseng, cerca de Rustenberg, 1968: "En el ambiente de los niños bantú, el suministro de un abastecimiento comunitario de agua de alta calidad, como la única medida sanitaria, no tuvo efecto alguno sobre la prevalencia de la salmonelosis ni de la shigelosis intestinales".

A medida que se fueron desarrollando los estudios, los autores realizaron breves comentarios sobre otros asuntos ambientales, aparte del agua. El

informe sobre los niños de Dube dice: "A partir de este estudio y de su comparación con las encuestas anteriores, es obvio que existe una necesidad de un control más eficiente de los alimentos y de una educación de la población bantú en lo que respecta a la importancia de los hábitos de higiene personal. Más aún, a medida que la posición económica de los bantú mejore, un gasto más juicioso en alimentos de mayor valor nutricional puede influir en su susceptibilidad a las enfermedades diarreicas". El estudio de las menudencias en un pueblo de Soweto encontró salmonellas en una cantidad de muestras que iban del 14 al 48%. Los autores concluyeron: "aunque existe una necesidad clara de mejorar el tratamiento de las menudencias antes de su distribución al consumidor, el incremento resultante en el costo no debe ser tanto como para privar a la población de esta importante fuente de proteínas".

Los primeros cinco estudios estuvieron casi íntegramente limitados a la presencia de organismos *salmonella* y *shigella* en las deposiciones de escolares bantú aparentemente saludables entre seis y diecisiete años y a la calidad bacteriológica del agua en la escuela y en las comunidades. Se da información limitada sobre fuentes de agua, sus usos, su manipulación y almacenamiento o su tratamiento. Los estudios no estuvieron dirigidos directamente hacia el susceptible grupo de 0-5 años. Se brinda muy poca información sobre disposición de excretas, lavado de las manos o manipulación de alimentos.

Los actuales puntos de vista epidemiológicos respecto al rol del agua como modo de transmisión de la salmonelosis, relegan a aquella a una posición mucho menos importante que la de los alimentos contaminados. Los hallazgos del sexto estudio confirman este punto de vista.

*Rubenstein, A., J. Boyle, C. L. Odoruff y S. J. Kunitz. "Effect of Improved Sanitary Facilities on Infant Diarrhea in a Hopi Village". Public Health Reports, 84(11): 1093-1097. 1969.*

Este estudio describe los efectos de las mejoras en el saneamiento sobre la incidencia de enfermedades diarreicas infantiles. Moenkopi, una aldea de los indios Hopi en Arizona, fue dividida en dos partes: un área superior, donde se instaló plomería interna y un área inferior que permaneció sin cambios. Los niños de Moenkopi fueron clasificados

según su residencia en la parte superior o inferior de la aldea para comparar sus niveles de atención en el hospital por problemas diarreicos. Se hizo un examen de la salud de los infantes a partir de las historias clínicas tanto para el período anterior a la instalación de plomería como para el período posterior.

Los resultados mostraron que el número promedio de visitas al hospital por niño en su primer año de vida descendió en la parte superior de la aldea de 2.0 visitas antes de la instalación de plomería a 0.85 después de la instalación. Al mismo tiempo, el índice de visitas en la parte inferior de la aldea descendió de 3.1 a 2.6, siendo el descenso en la parte superior significativo en un nivel de 0.05. El descenso en la parte inferior no lo fue. Los grupos de edad superiores tendían a tener patrones de uso del hospital no distinguibles. La educación de la madre aparentemente no influyó en el uso general del hospital por parte de los infantes del sector inferior de Moenkopi.

El estudio señala varios problemas que podrían influenciar en los resultados. Parecían existir diferencias básicas a nivel político y social entre las dos partes de la aldea, lo que podría haber influenciado en los niveles de morbilidad infantil; no se llevó un control sobre las prácticas de amamantamiento; no se anotó si existían refrigeradores en las casas y tampoco se realizó una medición de la disponibilidad a hacer uso del hospital o de otras instalaciones modernas. Los autores concluyen que el rechazo de los pobladores del sector bajo de Moenkopi a la instalación de grifos domiciliarios se debió a una decisión política y no a una hostilidad contra las prácticas de una buena higiene, pues ellos habían instalado sus propios grifos exteriores sin ayuda del gobierno mucho antes que los residentes del "progresista" sector superior obtuvieran sus instalaciones con la cooperación del Servicio de Salud Pública.

*Schleissmann, D. J., F. O. Atchley, M. J. Welcomb y S. F. Welch. "Relation of Environmental Factors to the Occurrence of Enteric Diseases in Areas of Eastern Kentucky". Public Health Monograph No. 54, 1958. Editado como Public Health Services Publication No. 591. También publicado en Public Health Reports, Vol. 73 (11). Noviembre 1958.*

Este estudio, implementado por el Centro de Enfermedades Contagiosas (CDC) del Servicio de Salud Pública en campamentos mineros de la región este de Kentucky, se desarrolló entre septiembre de 1954 y diciembre de 1965. Se instaló la estación una población de aproximadamente 4,000 personas en once comunidades con un número de habitantes entre 100 y 1295 (mayormente entre 100 y 300). Los objetivos eran: investigar la asociación entre condiciones ambientales específicas y la ocurrencia de enfermedades diarreicas y estimar los niveles de control obtenibles mediante determinados cambios ambientales.

Las comunidades fueron clasificadas según sus instalaciones sanitarias. El grupo A, constituido por una sola comunidad con 1,295 personas, tenía instalaciones completas de inodoros con descarga de agua y sistemas de agua fría y caliente dentro de la casa. Las viviendas del grupo A también eran las únicas con un servicio de recolección de residuos sólidos en y con un caso generalizado de latas con tapa. El grupo B, 15 comunidades con un total de 1,624 personas, recibían un servicio parcial mediante instalaciones sanitarias públicas: un 80% de las viviendas tenía letrinas; un 39% tenía solamente agua fría; un 29% dependía de agua del exterior. El grupo C, 1,009 personas en cinco caseríos rurales, tenía instalaciones sanitarias sólo en forma nominal. Un 99% de las viviendas tenían letrinas; un 77% dependían de agua del exterior.

Las enfermedades diarreicas se midieron mediante visitas mensuales a las familias con niños menores de quince años. La prevalencia de la shigelosis y de la salmonelosis entre niños en edad pre-escolar se determinó mensualmente mediante muestras rectales. La prevalencia de parásitos intestinales se determinó a partir de deposiciones de individuos de todas las edades en diferentes comunidades. La abundancia de moscas se midió por medio de recuentos mensuales durante las épocas de mayor afluencia de las mismas, utilizando el método del "scudder

grill". Se tomaron muestras de agua de abastecimientos públicos, semi-públicos y privados para determinar el recuento de coliformes.

El índice de morbilidad por diarrea para todas las edades durante todo el período de estudio en el grupo C fue 2.6 veces mayor que el índice en el grupo B, el cual a su vez fue 1.94 veces mayor que el del grupo A. Para los niños de 0 a 4 años, la morbilidad entre septiembre de 1955 y agosto de 1958 fue en el grupo C 5.1 veces mayor que la morbilidad entre los niños de grupo A.

El porcentaje de muestras positivas en el caso de *Shigellas* se incrementó en la medida que descendía el nivel de las instalaciones de saneamiento entre los grupos; es decir, de A a B y a C. El patrón era similar en el caso de infestaciones helmínticas.

Entre niños de 2 a 12 años de edad, los resultados positivos de ascariasis fueron del 11.7% en el grupo A, 42.6% en el grupo B y 60.2% en el grupo C. En general, las poblaciones de moscas observadas alrededor de las viviendas en él fueron incrementándose según el mismo orden: A, B y C.

Los resultados de los recuentos de coliformes respondían en líneas generales a las condiciones y al tipo de construcción del mismo de abastecimiento de agua, con recuentos frecuentes y elevados en las fuentes poco protegidas y aquellos sistemas entubados pero sin tratamiento.

También se organizó la información sobre hacinamiento familiar, años de educación formal de las amas de casa e instalaciones sanitarias en el hogar; luego se hizo un análisis de correlación respecto a los casos reportados de diarrea, a la prevalencia de shigelosis en los niños de edad pre-escolar y de ascariasis en todas las edades. Estos análisis dieron como resultado los siguientes hallazgos:

1. Los índices de morbilidad por shigelosis y ascariasis fueron dos o más veces más elevados en aquellas viviendas con 1.5 o más personas por cuarto que en aquellas con condiciones de hacinamiento menor.
2. En las áreas con "buen saneamiento" existió una mayor prevalencia de diarreas en los hogares menos hacinados (menos de 1.5 personas por cuarto) que entre los más hacinados. Sin embargo, este patrón no se cumplió en el caso de la shigelosis entre niños en edad pre-escolar ni en el caso de la ascariasis en todas las edades. Los índices de morbilidad fueron 2 y 4 ve-

ces mayores respectivamente entre las viviendas con más de 1.5 personas por cuarto.

3. Un tercio de las personas con enfermedades entéricas tenían inodoros con descarga de agua y abastecimientos domiciliarios, su nivel de hacinamiento era mínimo y contaba con un nivel de educación superior al de aquellos con agua externa. Las personas con mayor nivel de educación tendieron a reportar más casos de diarrea que aquellas con menores niveles.
4. La combinación de mayor hacinamiento, grandes familias y menores niveles de educación tendía a incrementar la prevalencia de enfermedades diarreicas. Sin embargo, los efectos combinados de estos factores no fueron tan significativos como los efectos de instalaciones sanitarias inadecuadas.
5. La incidencia de enfermedades entéricas estuvo afectada principalmente por la disponibilidad de agua y de instalaciones sanitarias.

El estudio no aisló el abastecimiento de agua como un factor reductor de la morbilidad por diarreas. No se brindó información sobre la cantidad de agua utilizada domésticamente. Este estudio ofrece un importante apoyo al valor que tienen para la reducción de las infecciones e infestaciones intestinales un abastecimiento sanitario de agua y un sistema de disposición de excretas con acarreo por agua. También muestra que tales elementos de saneamiento están relacionados con el nivel socioeconómico de las comunidades.

*Shuval, Hillel I., Robert L. Tilden, Barbara H. Perry y Robert N. Grosse. "Effect of Investments in Water Supply and Sanitation on Health Status: a Threshold-Saturation Theory". Bulletin World Health Organization, 59(2); 243-248. 1981.*

Este artículo plantea la hipótesis de una "teoría general" para "planificar las inversiones en agua y saneamiento en los países en vías de desarrollo", la cual "explicará algunas de las anomalías reportadas respecto a los beneficios para la salud asociados a los proyectos de abastecimiento comunitario de agua y otros proyectos de saneamiento". El modelo intenta ajustar una curva logística en forma de S achatada a los datos obtenidos en 65 países en vías de desarrollado sobre: 1) esperanza



nacional de vida al nacer como función de 2) nivel nacional de alfabetización y 3) "alta" o "baja" cobertura del abastecimiento de agua en la población urbana en 1962. Unos 38 países con una cobertura promedio de un 79% de la población urbana (con conexiones domiciliarias y fuente públicas; disposición de excretas no especificada) son considerados como el grupo con "alto nivel de saneamiento" y 27 países con una cobertura promedio de un 41% de la población urbana son considerados como el grupo con "bajo nivel de saneamiento".

Se escogió la forma de las dos curvas (para los grupos alto y bajo) de tal manera que se ajustara al supuesto de la existencia de fenómenos "límite" y "saturación" al inicio y al fin de las curvas. Es decir, se asume que la mejora marginal en el estado de salud es cero en los niveles más bajos y más altos del saneamiento. El uso de una curva logística tiende a ajustarse a estos efectos en la medida que su forma teórica es asintótica en su origen y en cualquier máximo prefijado (en este estudio, dicho máximo fue una esperanza de vida de 70 años). Las pruebas de ajuste para las dos curvas produjeron coeficientes de correlación de 0.70 y 0.75 para "alto" y "bajo" nivel de saneamiento respectivamente. Sin embargo, una inspección visual de los datos sugiere que muchas otras curvas, o inclusive rectas, podrían ajustarse a los mismos tan bien como la curva logística.

Los datos usados son problemáticos, difieren en el espacio y el tiempo y usan medidas sustitutas para las condiciones socioeconómicas y de estados de salud. Los datos sobre abastecimiento de agua mezclan las conexiones domiciliarias con las fuentes públicas e ignoran las áreas rurales, donde vive la mayoría de la población. También se ignora la disposición sanitaria de excretas, el uso real de las instalaciones y la educación sanitaria. Los datos sobre la alfabetización no están diferenciados por sexo, aunque se cuenta con fuerte evidencia de que el nivel de educación de las madres (que con frecuencia es mucho menor que el de los varones) es un factor crítico en la mortalidad de infantes y niños. La "teoría" no dice nada acerca de efectividad en cuanto a uso de costos de otras intervenciones alternativas, ni de los niveles de servicio, ni de las tecnologías o las combinaciones de las mismas. Como se presenta, asume una homogeneidad entre los países. Los autores reconocen efectiva-

mente muchos de estos problemas y en forma bastante adecuada incluyen numerosas advertencias.

La simplicidad de una "teoría general" tiene un atractivo inherente. Sin embargo, cada intervención en el campo del abastecimiento de agua y del saneamiento continuará requiriendo de una ingeniería y de un análisis económico, financiero, ambiental, social y de efectividad en la salud que se adapten a la localización y a la situación específicas.

*Skoda, John B., J. Bertrand Mendis y Michael Chia. 'A Survey in Rural Bangladesh of Diarrheal Morbidity, Water Usage and Related Factors', UNICEF/WHO. Dacca. 47 págs. Junio 1977.*

Este estudio considera la relación entre uso de agua y enfermedades diarreicas. Es un estudio transversal de 68,155 pobladores rurales distribuidos en todo el país (121 aldeas de 21 distritos en cuatro regiones).

El costo de un pozo tubular con una bomba de mano llegaba en promedio a menos de \$1 por persona atendida. El agua de los pozos tubulares se utilizaba principalmente para beber. La distancia hacía que, a medida que ésta se acrecentara, el uso del agua de los pozos para bañarse y lavar (ropa, utensilios, etc.) descendiera rápidamente. El uso para la bebida también descendía con la distancia, pero más lentamente; sólo alrededor de un 30% utilizaban los pozos tubulares si la distancia al más cercano excedía los 1000 pies. En gran parte de Bangladesh, se dispone con facilidad de fuentes superficiales, como los "tanques" (canteras de préstamo llenas de agua).

De los 65 pozos tubulares probados, la calidad bacteriológica fue "satisfactoria" en un 70%. Todos los pozos abiertos y aguas superficiales probados estaban fuertemente contaminados. En las familias que usaban pozos tubulares, un 17.3% informaron de más de un caso de diarrea y/o disentería durante la semana anterior a la entrevista y un 4.2% más de dos casos. Entre las familias que usaban fuentes superficiales, 29.1% reportaron más de un caso y 9.8%, más de dos.

La incidencia total de diarrea/disentería en las aldeas con pozos tubulares equipados con bombas de mano fue un 41% menor que la incidencia en las aldeas que usaban fuentes de agua superficial

no mejoradas. Por lo tanto, el estudio extrae como conclusión que los pozos tubulares pueden brindar agua bacteriológicamente segura en las condiciones encontradas en Bangladesh.

*Spira, W. M., M. U. Kahn, Y. A. Saeed y M. A. Sattar. "Epidemiological Surveillance of Intra-Neighbourhood El Tor Cholera Transmission in Rural Bangladesh". Bulletin World Health Organization, 58(5): 731-740. 1980.*

Este estudio sobre la transmisión del cólera realizado durante la temporada post-monzónica (octubre-enero) de 1976 en el área de estudios rurales del Cholera Research Laboratory (CRL) en Matlab Thana, Bangladesh. Los casos índice se eligieron aleatoriamente entre pacientes admitidos al hospital del CRL con diarreas similares a las del cólera y entre aquellos pacientes en cuyas muestras rectales se habían aislado el *V. cholerae*. Se preguntó a todas las familias que compartían cualquier fuente de agua para cualquier propósito con la familia de un caso índice sobre sus hábitos de uso del agua, sus fuentes y sobre la presencia de diarreas. Se tomaba una muestra rectal de cada entrevistado y se la cultivaba en busca de *V. cholerae*. Se tomaban muestras de agua de todas las vasijas de agua de las familias en estudio. Asimismo, de todos los puntos de agua superficial utilizadas por las personas de los vecindarios de los casos índice para bañarse, lavar platos, jugar u obtener agua para beber y cocinar. También de los pozos tubulares, tanques, estanques, canales, ríos y acequias. Finalmente, se tomaban muestras de los residuos de comidas y de los enjuagues de la mano izquierda de las personas encargadas de la preparación de los alimentos o de manejar el agua en cada una de las familias. También se revisaron las superficies de cortado y de preparación de alimentos.

El agua de los pozos tubulares se usaba sólo para beber. Debido al contenido relativamente alto de hierro en las aguas subterráneas locales, las que se extraían de los pozos mediante bombas de mano, todas las familias entrevistadas utilizaban agua superficial para cocinas, lavar los platos y lavarse las manos y pies. Las vasijas con agua de los pozos tubulares se volvían a llenar cada día debido a la tendencia del agua a "formar un sedimento marrón si

se la dejaba de un día a otro" (¿óxido de hierro?). Un 62% de las familias utilizaban los pozos tubulares en los vecindarios clasificados como de "cólera negativo", en comparación con un 38% en los vecindarios de "cólera positivo". En total, un 57% de las fuentes de agua superficial estaban contaminadas, pero el agua de los pozos tubulares no presentó en ningún caso *V. cholerae* detectables. También los alimentos, las manos y los utensilios estaban prácticamente libres de contaminación.

Los resultados mostraron que la transmisión del cólera se producía por vía del agua superficial contaminada, en particular por el agua utilizada para cocinar o beber. Una dosis diaria no mayor de  $10^5$  organismos producía la infección, siendo aparentemente la frecuencia de exposición un importante factor determinante de la velocidad de infección. Además, "otros vehículos, aparte del agua, prácticamente no jugaban ningún rol en la transmisión del *V. cholerae* en estos brotes".

Los autores también sugieren que "puede obtenerse una mejora significativa si las comunidades establecen una fuente de agua segura sólo para uso familiar . . . Alternativamente, puede ser factible desinfectar el agua de las vasijas antes de usarla en la casa. Puede ser posible, en algunos casos, suministrar agua de pozos tubulares que sea de calidad aceptable y fácil de obtener para su uso doméstico en esta parte de Bangladesh".

*Stewart, W.H., L.J. McCabe, E. C. Hemphill y T. De Capito. "IV. Diarrheal Disease Control Studies — The Relationship of Certain Environmental Factors to the Prevalence of Shigella Infection". American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 4 Julio 1955.*

El Servicio de Salud Pública de los EE.UU. patrocinó este estudio para determinar si las diferencias observadas en los índices de prevalencia entre niños estaban relacionadas con diferencias ambientales entre grupos de pueblos en el suroeste de Georgia. El período de estudio fue de abril de 1949 a abril de 1952.

La información sobre aproximadamente 28,000 cultivos rectales usando aplicadores fue obtenida de los Estudios de Control de Enfermedades Dia-

reicas, el examen de esta información en el marco de las condiciones ambientales constituyó la Parte IV de esta serie. Las áreas de los pueblos observados se dividieron en cuatro grupos (Malo, Regular, Bueno y Muy Bueno) que agrupaban a las diferentes manzanas según: 1) la ubicación y el tipo de la fuente de agua; 2) el tipo de disposición de excretas; 3) la densidad de moscas y su potencial de reproducción; 4) la calidad estética de las casas y los alrededores y 5) la calidad estructural de las casas.

La conclusión fue que unos pocos factores ambientales generales podían usarse para caracterizar las áreas con diferentes niveles de shigelosis. Un análisis posterior mostró que los cambios mensuales o estacionales en la prevalencia eran concordantes con las clasificaciones sanitarias. Los meses con mayor prevalencia (para los datos entre abril de 1949 y marzo de 1952) coincidían con la mayor prevalencia en el grupo con Saneamiento Malo.

Una subdivisión posterior de las manzanas de los grupos Regular y Malo mostró la misma correlación, pues las partes de las manzanas clasificadas como Malas tenían mayores niveles de incidencia que las partes de las manzanas clasificadas como Regulares. La combinación de las subdivisiones Malas mostró un nivel de incidencia tres veces mayor que la combinación de las subdivisiones Regulares. Los índices de shigelosis coincidieron con la clasificación del saneamiento cuando éste se aplicó subdividiendo las manzanas. Más aún, los índices de infección parecían guardar correlación con el porcentaje de predios clasificados como Malos dentro del área. Cuando se producían muchas infecciones, inclusive las familias con mejor saneamiento resultaban afectadas. Más que una mejora individual de los predios, parecía necesitarse un esfuerzo comunitario organizado para reducir las enfermedades diarreicas.

Se examinó la influencia de la accesibilidad del agua sobre la prevalencia de la shigelosis agrupando los casos de peor saneamiento en el área de estudio según la ubicación y el tipo de su fuente de agua. La conclusión fue que los índices de shigelosis eran mayores en aquellos lugares donde el agua era menos accesible.

Los índices de saneamiento utilizados en este estudio fueron descriptivos y no cuantitativos. No se da información sobre la calidad bacteriológica del agua, aparte de mencionar que los sistemas de agua de un pueblo no cumplían en algunas ocasiones con los niveles establecidos para el agua potable. Tam-

poco se brinda información sobre el consumo familiar, según se encuentren "lejos" o "cerca" de una fuente de cualquier tipo, un abastecimiento comunal o un pozo cavado. Se asumió el supuesto de que el consumo y la accesibilidad iban juntos. En general, se acepta este supuesto. Se supone que la clasificación de las casas, incluyendo el elemento estético, debe ir pareja con el estado socioeconómico de las mismas. También que los aspectos ambientales específicos deben estar acompañados por patrones de estilo de vida que favorecen la prevención de las enfermedades diarreicas. A pesar de todo, este estudio demuestra el valor de un abastecimiento de agua pura y abundante en la reducción de la shigelosis en los niños.

*Tompkins, A.M., B.S. Drasar, A. K. Bradley y W. A. Williamson. "Water Supply and Nutritional Status in Rural Northern Nigeria". Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene, 72(3); 239-243. 1972.*

Este estudio examina la relación entre abastecimiento de agua y desnutrición. Entre septiembre de 1976 y mayo de 1977, se realizaron entrevistas a 9,850 personas, toda la población de la aldea rural de Gamzago. La aldea comprende caseríos dispersos en un área de 35 millas cuadradas y está ubicada a quince millas de Malumfashi en la región norte de Nigeria.

Los métodos usados fueron: la clasificación de los abastecimientos de agua, el muestreo bacteriológico de agua y las observaciones antropométricas aceptadas en una muestra aleatoria de niños en edad pre-escolar.

Se observaron tres características de los niños —Peso/Edad, Altura/Edad y Peso/Altura— para relacionarlas con el tipo de fuente de agua: Agua Protegida (pozos profundos) y Agua No Protegida (pozos someros, estanques o pozas). Los resultados muestran que en áreas con "agua no protegida" existen más niños desnutridos y "demacrados". "Sorprendentemente", el resultado de desnutrición crónica fue esencialmente el mismo para ambos grupos.

Los recuentos de coliformes en las "fuentes no protegidas" fueron de unos 10,000 por ml, en las "fuentes protegidas" de algo más de 100 por ml y

en el agua almacenada o calentada de aproximadamente 1 por ml. La papilla que se le suministraba a los bebés estaba al nivel del agua entubada de la Gran Bretaña, alrededor de 1 por 100 ml. Los alimentos clasificados como sólidos, por ejemplo, los frijoles, tenían entre 200 a más de 100,000 por cada 100 ml.

Los autores concluyen que si bien la relación entre "demacramiento" y abastecimiento de agua inadecuado parece claro, todavía debe determinarse si el factor más importante es "sólo la pureza del agua" o "una relación más compleja de práctica antihigiénica en los alimentos y en los recipientes utilizados para los mismos".

El estudio fue parte de un proyecto en implementación; las deficiencias evidentes pueden eliminarse en trabajos futuros. No se menciona la disposición de excretas. Con abastecimientos de agua muy rudimentarios, es poco probable que, inclusive en el caso de las "fuentes protegidas", la disposición de excretas cumpla con las normas sanitarias, particularmente en el grupo objetivo, niños de 3 a 47 meses. No se brinda información sobre infecciones intestinales bacteriales o virales específicas ni sobre infestaciones helmínticas y los autores no parecen reconocer la función de los organismos coliformes como un índice de los microorganismos patógenos presentes en el agua. No se brinda información sobre la cantidad de agua utilizada por aquellos con fuertes "protegidas" o "no protegidas". Con la preocupación implícita en el contenido de coliformes en los alimentos, es sorprendente que no exista información alguna sobre la cantidad de alimentos consumida y muy poca sobre la dieta. Es posible que estos puntos se toquen ampliamente en otros artículos sobre el proyecto.

Este estudio no brinda una información sustancial que apoye los planteamientos sobre los beneficios para la salud que tiene un abastecimiento sanitario de agua. Una consultoría en el área de ingeniería sanitaria hubiera sido beneficiosa.

*Trivedi, B. K., H. S. Gandhi y N. K. Shukla.*  
*"Bacteriological Water Quality and Increase of Water Borne Diseases in a Rural Population".*  
*Indian Journal of Medical Science, 25(11):*  
*795-801. 1971.*

El objetivo de este estudio era conseguir información confiable sobre la incidencia de enfermedades

transmitidas por agua y la calidad bacteriológica del agua en regiones rurales de la India.

Se inspeccionaron 48 pozos que brindaban servicio a tres aldeas, respecto a su ubicación, condición de drenaje, napa freática, fuentes de contaminación, construcción, desinfección, supervisión y control en laboratorio. Se tomaron muestras bacteriológicas cada dos semanas durante dos meses, enero y febrero de 1968, para efectuar recuentos de colonias y para determinar los índices NMP de los coliformes. Se tomaron muestras de siete pozos elegidos aleatoriamente para análisis químicos. De marzo al 15 de julio, se aplicó cloración a 36 de los pozos. Estos se dividieron en cuatro grupos de nueve, los que recibieron diferentes dosis de cloro semanalmente. Doce pozos de la aldea de Kheva constituyeron el grupo de control al cual no se le aplicó cloro.

Ninguno de los 48 pozos cumplía con las normas de un pozo sanitario. La mayoría de pozos mostraron altos recuentos de colonias y elevados valores de NMP durante el período de muestreo previo a la cloración. Durante todo el estudio, el grupo de control tuvo mayores NMPs. Sin embargo, los pozos clorados mostraron un descenso en los valores de NMP en concordancia con el nivel de cloro residual. Las dosis mayores de cloro residual producían los menores valores de NMP.

También se registró la incidencia de enfermedades transmitidas por agua, utilizando los registros del Centro de Capacitación Rural, del Centro de Atención Primaria del área, así como implementando "encuestas domiciliarias". Se recolectó información sobre gastroenteritis, disentería, fiebre tifoidea, hepatitis infecciosa. Las enfermedades transmitidas por agua habían sido epidémicas en forma bastante uniforme durante 1965-1967, alcanzando sus puntos más altos en mayo, junio y julio de cada año. Las áreas tanto de control como de tratamiento tuvieron niveles de incidencia similares durante enero y febrero de 1968, el período de pre-tratamiento. Pero durante los cuatro meses y medio de cloración de los pozos, el área tratada tuvo un nivel de incidencia igual a una décima parte del nivel de incidencia en el área de control. El sub-grupo I del grupo experimental, que tenía el menor nivel de cloración, tuvo dos casos de hepatitis en junio y julio de 1968. Los autores conjeturan que la cloración del pozo en el sub-grupo I no fue suficiente para destruir el virus de la hepa-

titis infecciosa. Sin embargo, en general, ellos concluyen: "La prueba de chi cuadrado indica que la cloración del agua tuvo como resultado un descenso en la carga bacteriológica del agua, con el correspondiente descenso en la incidencia de las enfermedades transmitidas por agua".

La información justifica la conclusión de los autores: "Existió un descenso sustancial en la incidencia de enfermedades transmitidas por el agua en el área de los pozos experimentales durante el período de cloración, si se le compara con la incidencia en períodos equivalentes de años anteriores". Los resultados son particularmente sorprendentes pues la cloración no fue continua sino que se limitó a un tratamiento semanal.

*Van Zijl, W. J. "Studies in Diarrheal Diseases in Seven Countries by the Diarrheal Diseases Advisory Team. World Health Organization Document. WHO/ENT 66.8. 1966.*

Esta serie de estudios se realizó para obtener información sobre las causas de las enfermedades diarreicas y los factores contribuyentes a las mismas. La disponibilidad de agua recibió una atención particular. La serie de estudios estuvo patrocinada por la OMS y los países colaboradores y se desarrolló durante un período de cinco años, de 1960 a 1965. Fue ejecutada por equipos de asesores conformados a partir de un pool de nueve epidemiólogos, diez bacteriólogos, cuatro parasitólogos, cuatro pediatras, cinco ingenieros sanitarios y dos especialistas en estadísticas. No todas las disciplinas estuvieron representadas en todos los equipos. Estos eran apoyados y complementados por los países participantes. Los países participantes fueron: Mauritania, 1960 (cuatro meses); Sudán, 1961 (cuatro meses); República Arabe Unida (Egipto), 1961 (cuatro meses); Sri Lanka (Ceilán), 1962 (diez meses); Irán, 1963 (diez meses); Bangladesh (Pakistán Oriental), 1964 (cinco meses); Venezuela, 1964-1965 (doce meses con un seguimiento de doce meses en 1965-1966; los datos de este seguimiento se encuentran en WHO/ENT 66.11 que se revisa en la siguiente ficha).

El trabajo se concentró en niños de edad pre-escolar de aldeas o pueblos seleccionados. Los detalles de procedimiento variaron de país a país. Se eligieron diferentes situaciones con respecto a: abastecimiento de agua, disposición de excretas, poblaciones

de moscas, manejo de residuos sólidos y calidad de vivienda. La información sobre diarreas provino de registros de centros sanitarios, exámenes de casos, entrevistas familiares y muestreos fecales mediante deposiciones o aplicadores rectales.

Los hallazgos en tres de los países —Sudán, RAU e Irán— son de particular interés. Ellos se refieren a parejas de comunidades con y sin abastecimiento de agua. Dentro de cada país, las comunidades con abastecimiento de agua eran similares a aquellas sin abastecimiento en aspectos como religión, raza, niveles socioeconómicos y hábitos personales. La gran diferencia se encontraba en el nivel de saneamiento. Este nivel era mayor en las áreas con abastecimiento de agua, pero no lo suficientemente para controlar la incidencia de diarreas.

En Sudán, la población con abastecimiento de agua (Banat) tenía casas con grifos exteriores pero no interiores. La mitad tenía duchas y, todas, letrinas. Ninguna tenía instalaciones en la cocina ni disposición de excretas con acarreo por agua. En Feitahab, el área sin abastecimiento de agua, no había agua entubada. Otras condiciones eran similares, pero en un nivel mucho menor. En Banat, toda el agua potable se pasaba a vasijas de barro para que se enfriara. El contenido de estas vasijas resultaba contaminado con heces. Así, la disponibilidad de agua tenía poco efecto aparente sobre la incidencia de diarreas, que llega en los niños menores de 7 años a un 21.8%, contra 26.6% en Feitahab. La incidencia de la shigelosis era más favorable para Banat, con un 6.4% contra 14% en Feitahab.

Los datos de la República Arabe Unida mostraron diferencias más marcadas entre áreas con y sin abastecimiento de agua. La incidencia de diarrea entre los niños menores de 6 años fue un 10% en las áreas con abastecimiento y de 38% en las áreas sin. Los aislamientos de *Shigella* fueron de 3.4% y 9.4% respectivamente durante el mes del estudio. El área con abastecimiento de agua, Embaba, se describe como un pueblo con saneamiento completo, casas de ladrillo conectadas a un sistema central de agua, baños, inodoros con descarga de agua, accesorios de cocina, alcantarillado con agua y disposición de residuos sólidos. Las áreas sin abastecimiento de agua tenían fuentes comunales en base a fuentes o bombas abisinias. En Embaba, el agua se bebía de frente del grifo sin almacenarla en vasijas.

En Irán, la comunidad con abastecimiento de agua fue Robot Kareem (población: 2,310). El área

sin abastecimiento estuvo constituida por cuatro poblaciones rurales pobres (población total: 1,922). Entre los niños menores de 7 años, la incidencia de diarrea en Robat Kareem fue de 36% y la de shigelosis de 4.7%. Las poblaciones rurales, sin servicio de agua dependía de pozos cavados o "ganats" y tuvieron incidencias de 48.7% y 7.5% respectivamente. El nivel de saneamiento de Robat Kareem se describe como mejorado, con un sistema central de abastecimiento de agua con grifos exteriores en los patios y accesorios para lavarse las manos. Se encontró que el agua potable puesta a enfriar en vajijas estaba contaminada fecalmente. La disposición de excretas se realizaba con letrinas de pozo. El saneamiento de las cuatro poblaciones rurales se describe como primitiva. La disposición de excretas la realizaban algunos en letrinas de pozo y el resto al aire libre. Las moscas eran abundantes tanto en Robat Kareem como en las cuatro poblaciones.

En los tres países, Sudán, RAU (Egipto) e Irán, las áreas con abastecimiento de agua tenían niveles de diarrea menores que las áreas sin abastecimiento para el grupo de niños en edad pre-escolar. El mismo patrón se mantuvo para la incidencia en la detección de *Shigella*. El informe afirma: "Podemos concluir que la disponibilidad de agua reduce la incidencia de diarrea al igual como el nivel de detección de *Shigellas*, pero esta disponibilidad sola, sin otras mejoras sanitarias probablemente no será capaz de una reducción de la diarrea lo suficientemente drástica como para solucionar el problema".

El estudio de Mauritania recopiló información sobre la ubicación de las fuentes de agua y sobre la incidencia de la diarrea y de la shigelosis. La accesibilidad del agua demostró claramente ser un factor en la ocurrencia de la diarrea y de la shigelosis.

Todos estos estudios reconocieron que varios factores contribuyen a la prevalencia de la diarrea. Las instalaciones sanitarias, la nutrición y la higiene doméstica y personal son importantes para prevenir la diarrea. Otro documento de la OMS, revisado posteriormente aquí —"Summary Report on Diarrheal Disease Studies in Seven Developing Countries Over a Five Year Period (1960-1965)"— presenta una distribución por edades para la parte destinada a Irán en el estudio. Ello deja en claro que los más jóvenes son los más vulnerables.

Las condiciones patógenas en estudio tienen una combinación de múltiples causas. Un abastecimiento

de agua seguro y accesible es un factor de protección útil, pero no produce por sí mismo grandes reducciones.

*Van Zijl, W. J., R. Travieso y M. A. Matute. "Studies on Diarrhoeal Diseases in Venezuela. Followup Report of The Work Started by the Diarrhoeal Diseases Advisory Team in Cooperation with the Ministry of Health, (14 June 1965-14 June 1966)". WHO Document ENT/66.11.*

Este estudio, patrocinado por la OMS y el Ministerio de Salud de Venezuela, continúa el precedente, ofreciendo observaciones posteriores sobre la ocurrencia y las causas de enfermedades diarreicas en Pampanito y Monay, Venezuela. Se realizaron observaciones sobre recuentos de moscas, precipitaciones y temperaturas para determinar sus efectos en la ocurrencia de diarreas. Se monitoreó la calidad bacteriológica del agua en el nuevo sistema de Pampanito, abastecido por un pozo perforado. Se examinaron las características del sistema de distribución. Se comenzó la cloración del pozo en junio de 1965 y se continuó durante todo el año de estudio. Se reportó la incidencia en niños menores de siete años.

Pampanito y Monay brindaban cuatro combinaciones de agua y saneamiento. La comunidad rural de Pampanito, nueva y con casas modernas, tenía un sistema central de agua entubada domiciliar abastecida por un pozo perforado, buen equipo sanitario y una buena disposición de aguas residuales a sumideros ciegos. A esa área se le designó como el nuevo Pampanito. En el antiguo Pampanito, el agua se obtenía de un riachuelo. El nivel de saneamiento era bajo, la construcción de casas era inferior con un equipo sanitario deficiente. Dos tercios de las casas tenían agua en el interior y un 40% estaban conectadas a un sistema de alcantarillado. La mayor parte del resto descarga sus residuos en la superficie.

Las condiciones de vida en Monay, en sus áreas nueva y antigua, eran menos avanzadas que las de Pampanito. En el antiguo Monay, un sistema de agua dilapidado servía a sólo unas cuantas casas. El agua se obtenía mediante un camión cisterna público. Prácticamente no existían equipos sanitarios y la disposición de aguas residuales se hacía en la

superficie del suelo. Las excretas iban a letrinas de foso o a la superficie. El nuevo Monay se benefició con casas bien construidas, pero el servicio de agua era también mediante un camión cisterna público. La disposición de aguas residuales se hacía todavía en la superficie del suelo. La disposición de excretas, en letrinas de foso o en el suelo.

La información sobre condiciones climáticas, diarrea y población de moscas no reveló ningún patrón claro. El estudio dice que la incidencia de moscas y la de diarreas parecían estar relacionadas con el clima, pero no necesariamente dependía la una de la otra. Los autores concluyen en que los contactos "persona-persona" son más importantes que las moscas en la difusión de la diarrea. La cantidad y la disponibilidad de agua, junto con buenos sistemas de disposición de aguas residuales y de residuos sólidos se describen como las soluciones más útiles para el problema.

Los autores comentan que "la mejora solamente en las condiciones de vivienda no implica mucho. El suministro de un abastecimiento de agua a la población muestra una reducción en la incidencia de la diarrea, pero se logra una reducción más efectiva cuando la disponibilidad de agua se da paralelamente a un buen saneamiento". La información apoya estas conclusiones, mostrando la ventaja de las comunidades con abastecimiento sobre aquellas sin abastecimientos: Pampanito (nuevo) sobre Monay (nuevo) y Pampanito (antiguo) sobre Monay (antiguo). Las ventajas, medidas como reducciones porcentuales en los promedios anuales de casos de diarrea en niños menores de cinco años, fueron de 50% en el primer par y de 40% en el segundo par. Pampanito nuevo, que tenía un mejor abastecimiento de agua en cuanto a fuente y distribución que Pampanito antiguo, mostró una incidencia de casos de diarrea 34% menor entre niños con menos de siete años.

El informe apoya la utilidad del agua entubada domiciliar para reducir las enfermedades diarreicas entre niños en edad pre-escolar. También apoya el valor que tiene para la higiene personal y doméstica el contar con un abastecimiento abundante de agua en las casas, así como con instalaciones sanitarias completas.

Watt, James, A. C. Hollister, M. D. Beck y E. C. Hemphill. "Diarrheal Disease in Fresno Country, California". *American Journal of Public Health*, 43(6). Junio 1953.

El Servicio de Salud Pública de los EE.UU. patrocinó este estudio en Fresno, California, entre julio y diciembre de 1950. Su objetivo era determinar los factores que contribuían a la alta prevalencia de enfermedades diarreicas en el Valle Central de California, prestando particular atención a la shigelosis.

Se eligieron tres tipos de comunidades de Fresno Country: campamentos de trabajadores agrícolas migrantes, áreas de las partes exteriores de los pueblos y proyectos habitacionales. Se examinó a los niños menores de diez años para buscar infecciones intestinales mediante muestras rectales. Se registró la información sobre enfermedades en familias visitadas constantemente, en intervalos de cuatro a seis semanas.

El abastecimiento de agua y las instalaciones de disposición de excretas variaban en los campamentos de trabajadores migrantes entre mínimas y adecuadas. Todos tenían agua "pura", pero no todos contaban con abastecimientos entubados domiciliarios. Algunas unidades tenían baños y cocinas completos. En los campamentos pobres, la disposición de excretas se hacía en letrinas.

Las áreas exteriores recibían abastecimiento de la ciudad en grifos interiores o públicos. Las casas generalmente estaban ocupadas por los propietarios, pero su construcción era pobre.

Los proyectos habitacionales eran de propiedad pública, bien construidos y con buena plomería. Las familias tenían una historia de relativamente pocas enfermedades diarreicas serias.

La información resultante señaló al uso del agua como un factor ambiental independiente que podría reducir significativamente la prevalencia de shigelosis cuando el riesgo de adquirir esa infección era grande. Este estudio generó una preocupación por la accesibilidad y la calidad del agua como elementos importantes de los sistemas de agua y saneamiento para el control de la shigelosis.

White, Gilbert F., David J. Bradley y Anne U. White. 'Drawers of Water/Domestic Water Use in East Africa'. University of Chicago Press. Chicago. 306 págs. 1972.

Este es un fascinante recuento del uso del agua (y las prácticas en el mismo) en Tanzania y Uganda durante fines de la década del 60, particularmente en áreas rurales. Los capítulos 6 y 7, "Costs and Benefits of Water: Health" y "Total Social Costs", al igual que otros trabajos de Bradley, han influenciado grandemente en los conceptos sobre agua y salud, al igual que en la clasificación de las enfermedades relacionadas con el agua.

Con la excepción de un informe sobre la diarrea en casas con y sin agua entubada, este no fue en

realidad un estudio de campo sobre el impacto del abastecimiento de agua en la salud. Sin embargo, el informe encontró una gran diferencia entre las incidencias de los casos reportados: un 3.4% de las casas con agua entubada informaron de casos de diarrea en la semana precedente a la entrevista, en comparación con un 19% de las casas sin agua entubada.

En base a la experiencia del África Oriental, a la morbilidad y mortalidad estimada para las enfermedades relacionados con el agua en el área y a la evidencia de la efectividad del abastecimiento de agua, los autores prepararon cuadros, como el mostrado a continuación, respecto a la reducción porcentual que se podría esperar en cada enfermedad si se mejoraran los abastecimientos de agua en el África Oriental.

| <i>Diagnóstico</i>                  | <i>Reducción porcentual esperada<br/>si el abastecimiento de agua<br/>fuera excelente</i> |
|-------------------------------------|---|
| Dracunculiasis                      | 100%  |
| Tifoidea                            | 80  |
| Esquistosomiasis Urinaria           | 80  |
| Leptospirosis                       | 80  |
| Tripanosomiasis Gambiense           | 80  |
| Sarna                               | 80  |
| Frambesia                           | 70  |
| Enfermedades Oculares Inflamatorias | 70  |
| Esquistosomiasis no específica      | 60  |
| Tracoma                             | 60  |
| Disentería Bacilar                  | 50  |
| Amebiasis                           | 50  |
| Disentería no específica            | 50  |
| Tiña                                | 50  |
| Gastroenteritis, 2 sem. a 2 a.      | 50  |
| Gastroenteritis, más de 2 años      | 50  |
| Infecciones Cutáneas y Subcutáneas  | 50  |
| Diarrea de Recién Nacidos           | 50  |
| Paratifoidea y otras Salmonellas    | 40  |
| Tifus Transmitido por Piojos        | 40  |
| Esquistosomiasis Intestinal         | 40  |
| Ascariasis                          | 40  |
| Fiebre Rediciva Trans. por Piojos   | 40  |
| Otitis Externa                      | 40  |
| Úlcera Clásica de la Piel (pierna)  | 40  |
| Tripanosomiasis no específica       | 10  |
| Caries Dentales                     | 10  |
| <b>Reducción General Esperada</b>   | <b>52%</b>  |



*World Health Organization Diarrhoeal Disease: Advisory Team. "Summary Report on Diarrhoeal Diseases Study in Seven Developing Countries over a Five-Year Period (1960-1965)". WHO Document ENT/66.9.*

Este informe de la OMS cubre los mismos estudios que el realizado por Van Zijl y que fuera revisado líneas arriba. En este informe se relata más detalladamente el trabajo desarrollado en Venezuela entre 1964 y 1965. Bajo este título se revisa solamente la parte de este documento que se refiere a Venezuela (págs. 24-31).

Se eligieron cinco comunidades con diferentes condiciones sanitarias. Pampanito tenía una sección antigua (población: 2, 114) con un sistema central de abastecimiento de agua y una sección nueva (población: 833) en un proyecto habitacional moderno con agua entubada domiciliaria. En forma parecida, Monay tenía una sección antigua con una población de 1,833 personas y una sección nueva con 497 personas instaladas en un proyecto habitacional moderno, pero ninguna de las dos secciones contaba con abastecimiento de agua. Las casas construidas a lo largo de una carretera recibieron el nombre de Poblaciones Kilómetro (población total: 2,781); de esa forma se buscaba recopilar datos de base para utilizarlos cuando se suministra agua a estas poblaciones a lo largo de la carretera.

El plan de comparar la sección antigua de Pampanito con la moderna se arruinó al descubrirse que las casas de la sección antigua estaban conectadas a las troncales de agua del proyecto habitacional y que se habían realizado muchas interconexiones y conexiones cruzadas. Por lo tanto, la información fue examinada dividiendo las casas de todo Pampanito en dos grupos —el de aquellas con agua en el interior y accesorios de lavado y el de aquellas que no tenían ninguna de las dos cosas. La incidencia de diarreas fue de 35% en el grupo con agua y de 43% en el grupo sin agua. Sin embargo, los factores para la menor incidencia incluían no sólo la existencia de agua en el interior sino también el hecho de que el proyecto habitacional moderno contaba con toda la gama de accesorios sanitarios.

Monay no contaba con un sistema público de abastecimiento de agua en ninguna de sus dos secciones. Se realizó una división entre aquellas casas de Monay que utilizaban accesorios de lavado o que tenían por lo menos un grifo y aquellas que no te-

nían ningún accesorio. En el primer grupo, la incidencia de diarrea fue de 33.5% y en el segundo, de 47.5%. La conclusión brindada para la incidencia de diarreas en Monay fue la siguiente: "La diferencia es estadísticamente significativa y se considera que se debe principalmente a la disponibilidad de agua, pues no existen grandes diferencias en lo que respecta a otras instalaciones sanitarias".

Las situaciones, de las que inicialmente se creyó que ofrecían posibilidades de comparación entre comunidades con y sin abastecimiento de agua, en realidad no se podían diferenciar claramente. Las secciones de Pampanito tenían abastecimientos interconectados. El proyecto habitacional de Monay tenía instalaciones de plomería en las casas, pero todavía no se había instalado el abastecimiento público de agua. Sin embargo, los resultados son indicativos respecto a la utilidad del agua en la reducción de la incidencia de diarreas.

También se observaron otros factores de saneamiento. Se hizo un recuento continuo de moscas, buscando relacionarlas con el nivel de saneamiento y la incidencia de diarreas. Los autores informan que: "dentro del grupo con las peores condiciones sanitarias, la mayor incidencia de diarrea se produjo en la zona con mayores recuentos de moscas". Esto destaca los múltiples factores que influyen en la diarrea.

*Zaheer, Mohd, B. G. Parsad, K. K. Ctovil y T. Bhadury. "A Note on Urban Water Supply in Uttar Pradesh". Journal Indian Medical Association, 38(4): 177-182. 1962.*

Este estudio informa sobre los progresos logrados con las mejoras en cuanto a abastecimiento, purificación y calidad del agua en 73 pueblos con sistemas públicos de abastecimiento entubado de agua en Uttar Pradesh (población total, cuatro millones, una décimo-sexta parte del total de Uttar Pradesh). Presenta los cambios en los índices de mortalidad por cólera, fiebre tifoidea, disenterías y diarreas en catorce pueblos durante períodos de cinco años antes y después del establecimiento de sistemas de purificación.

Los datos sobre abastecimiento de agua se refieren a condiciones existentes a fines de los 50 y comienzos de los 60 en 73 ciudades y pueblos parcial o totalmente abastecidos con agua entubada. La información epidemiológica sobre enfermeda-

des transmitidas por agua corresponde a catorce pueblos y dos períodos, cinco años antes y cinco años después del establecimiento de sistemas de purificación del agua. Los años de establecimiento de estos sistemas de purificación van de 1943 a 1954.

Se recopiló información sobre 73 sistemas públicos de agua entubada y sobre los índices de mortalidad por enfermedades transmitidas por agua en catorce de los pueblos. Se realizaron análisis bacteriológicos semanales en el Instituto Provincial de Higiene. En 1959, estos análisis abarcaban a 70 de los sistemas de abastecimientos, tres de ellos con sus propios laboratorios. Las muestras para los análisis químicos se recolectaban trimestralmente. No se brinda información detallada.

El estudio presenta el índice de mortalidad específico para cuatro enfermedades transmitidas por agua cinco años antes y cinco años después de la instalación de sistemas de purificación del agua en catorce pueblos de Uttar Pradesh. Estos índices muestran una reducción sustancial. El porcentaje de reducción en todo el grupo fue: cólera, 74%; tifoidea, 64%; disentería, 23% y diarreas, 43%. Existieron tres excepciones, en las cuales se produjeron incrementos. En Sandika, donde existía un número importante de pozos abiertos. "un deficiente sistema de conservación" (manejo de residuos sólidos) y ningún tipo de alcantarillado, el cólera se incrementó. En Deoria, donde la desinfección se realizaba mediante la adición manual de cloruro de cal y no se realizaban pruebas de cloro residual, hubo un ligero incremento de disenterías y diarreas. En Vrindaban, que tenía el sistema más antiguo, abastecido por un pozo tubular somero desde 1943, sólo el 33% contaba con agua entubada. La desinfección se realizaba en forma similar a la de Deoria. Vrindaban mostró un incremento en fiebre tifoidea y en disenterías. También tuvo los mayores índices de mortalidad por diarreas en ambos períodos.

Los autores anotan que las enfermedades reportadas pueden ser transmitidas también por alimentos o moscas, pero concluyen que: "puesto que, durante el período de estudio, no ha existido ningún cambio apreciable en el nivel de saneamiento ambiental en los pueblos Uttar Pradesh antes mencionados, con excepción de las mejoras en el abastecimiento de agua, las diferencias observadas

pueden atribuirse con seguridad a la provisión de un sistema protegido de abastecimiento de agua".

La información respalda fuertemente el valor de un abastecimiento entubado de agua en la reducción de las enfermedades transmitidas por agua, aun cuando el abastecimiento no cumpla totalmente todas las normas de calidad bacteriológica, continuidad del servicio y práctica de desinfección. Una característica favorable de los abastecimientos estudiados es el elevado porcentaje de pozos tubulares profundos; éstos se utilizaban en 53 de los 73 abastecimientos y servían a un 37% de la población total con agua entubada. Tales fuentes son más ventajosas que las superficiales debido a su protección inherente contra la contaminación biológica.

La evidencia de que el abastecimiento de agua reduce las enfermedades transmitidas por agua es fuerte. De hecho, es tan fuerte que se acepta sin preguntas. El estudio no contó con ningún pueblo de control que contara con agua entubada. Tampoco brinda información sobre los cambios en los servicios médicos preventivos y curativos, a pesar del largo período cubierto. Sin embargo, la información constituye una adición positiva al valor de los abastecimientos sanitarios de agua en la salud pública.

*Zebec, M., A. Bujevic y B. Cvjetanovic.*

*"Mraclin, 50 years of Rural Drinking Water and Sanitation Programme In Croatia".*

*Anexo 2 (22 págs). en: Cvjetanovic, Branko, 'Effect of Water Supply and Sanitation on Health in Rural Communities in Developing Countries'. Informe inédito. Zagreb. 42 págs. + Anexos. Junio, 1980.*

Este anexo informa sobre un programa realizado durante fines de los años 20 para la mejora del saneamiento en una aldea de Mraclin (pob: unos 1,000) cerca a Zagreb en Yugoslavia. El programa tuvo como resultado la instalación de pozos sanitarios, letrinas, pozos de estiércol, drenajes sanitarios, un centro de salud, un baño público y una sala pública. Se suministró aproximadamente un pozo sanitario por cada trece familias. Un 70% de la población contó con letrinas sanitarias. Las aldeas pagaron un tercio de los costos totales; las autoridades, los dos tercios restantes.

El siguiente cuadro publicado por Cvjetanovic, muestra los hallazgos:

Esta interesante obra ofrece una panorámica general de la relación entre el agua y la salud humana. Se da especial atención a la influencia que tienen los abastecimientos de agua potable seguros, adecuados, accesibles y confiables en la salud de las poblaciones del Tercer Mundo. También se estudian las enfermedades asociadas al contacto ocupacional o recreativo con aguas y con vectores que viven o se reproducen en hábitats acuáticos. En general, se da énfasis a los agentes microbiológicos de las enfermedades.

Para mayor información respecto a *Agua y Salud Humana*, dirigirse a: Development Information Center, Agency for International Development, Washington, D.C., 20523, USA.

