

SERIE VIGILANCIA

3

ARSENICO

Luiz A.C. Galvão
Germán Corey



Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud
Organización Panamericana de la Salud
Organización Mundial de la Salud

SERIE VIGILANCIA

3

ARSENICO

Luiz A.C. Galvão
Germán Corey



Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud
Organización Panamericana de la Salud
Organización Mundial de la Salud

Metepec, México

1987

PROLOGO

A modo de colaboración técnica con los países miembros de la Organización Panamericana de la Salud, el Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud (ECO) se encuentra desarrollando manuales de vigilancia ambiental y epidemiológica en relación con algunas sustancias químicas seleccionadas. En esta ocasión se presentan aspectos básicos relacionados con el arsénico y sus principales compuestos, bajo la perspectiva de componer un texto elemental capaz de llevar al lector información útil sobre la materia.

Algunos procesos y mecanismos ambientales y fisiopatológicos en los que interviene el arsénico no se encuentran aún totalmente dilucidados. Por lo tanto, en esta ocasión se muestra, en lo posible, lo más concreto que existe hasta el momento, sin tener la intención de agotar las materias ni tampoco de adoptar posiciones definitivas, ya que los antecedentes disponibles relacionados con las sustancias contaminantes no logran todavía esclarecer varias áreas del conocimiento, de la medicina y de la salud pública.

No obstante lo anterior, el presente manual pretende proporcionar algunos de los elementos técnicos y administrativos más trascendentes y útiles para autoridades sanitarias y equipos de salud interesados en desarrollar un sistema de vigilancia, de prevención y de control de las intoxicaciones por arsénico. Está especialmente orientado a los niveles medios y de operación de los Ministerios de Salud y de los servicios médico-sanitarios asistenciales.

Se espera que en estos niveles el presente documento contribuya a facilitar el diagnóstico y la obtención de perfiles de salud, los que a su vez facilitarán la programación respectiva y el control de los problemas.

Antecedentes más detallados respecto de lo que se recomienda incluir en un sistema de vigilancia epidemiológica en relación con los efectos causados por agentes químicos ambientales, se pueden consultar en el manual básico que sobre dicha materia existe en esta Serie Vigilancia.

En ese contexto una de las intenciones de este tipo de manual es la de contribuir a ampliar la tradicional vigilancia del daño hacia un enfoque más amplio, que incluya la vigilancia de los riesgos y de los factores o procesos condicionantes y determinantes.

Se estima que puede significar además un aporte valioso para aquellos grupos que desarrollen actividades docentes y de investigación sobre la materia.

Es de interés que este manual sea considerado en esta versión como una etapa de un proceso que puede merecer perfeccionamiento. Aun cuando se ha hecho un esfuerzo por presentar la información con exactitud, pueden haberse cometido errores y pueden haberse omitido algunos datos, de tal manera que las observaciones y sugerencias que los usuarios puedan tener serán bienvenidas y consideradas ante una nueva edición de este material.

Finalmente, destacamos y agradecemos la disposición y las facilidades que ha expresado el Ministerio de Salud del Brasil, tanto a través de su División Nacional de Ecología Humana y Salud Ambiental como a través de la Fundación Oswaldo Cruz, para que el Dr. Luiz Augusto Cassanha Galvão haya podido participar en la elaboración de este manual.

Dr. Jacobo Finkelman
Director
Centro Panamericano de Ecología
Humana y Salud

CONTENIDO

INTRODUCCION	1
FUENTES DE CONTAMINACION	3
1. Fuentes de contaminación en el ambiente ocupacio- nal.....	3
2. Fuentes de contaminación en el ambiente general .	4
POBLACIONES EXPUESTAS.....	7
1. Exposición ocupacional	7
2. Exposición general.....	7
3. Poblaciones de alto riesgo	8
TOXICOCINETICA	11
1. Absorción, distribución y excreción	11
2. Bioacumulación.....	12
3. Interrelación con otras sustancias.....	12
CLINICA	13
1. Manifestaciones agudas	13
2. Manifestaciones crónicas	14
3. Otros datos de interés	15
4. Tratamiento	16
MONITOREO	17
1. Monitoreo biológico.....	17
2. Monitoreo ambiental.....	18
3. Análisis toxicológico	19
LIMITES DE EXPOSICION.....	21
1. Límites ocupacionales.....	21
2. Límites ambientales	21
3. Indices biológicos de exposición recomendados	22

VIGILANCIA EPIDEMIOLOGICA.....	23
1. Fuentes de contaminación	23
2. Identificación de las poblaciones expuestas y de las poblaciones de alto riesgo	23
3. Definición de expuestos y de casos	24
4. Fuentes de información médica	25
5. Enfermedades asociadas.....	25
6. Acciones específicas.....	26
PREVENCION Y CONTROL	27
1. A nivel ocupacional	27
2. A nivel general	28
ANEXOS	29
1. Producción de algunos metales en Latinoamérica, 1983	31
2. Hidroarsenicismo crónico regional endémico	33
3. Referencias bibliográficas sobre aspectos clínicos y terapéuticos de las intoxicaciones por metales y sobre aspectos analíticos para la determinación de metales.....	35
4. Límites para concentraciones de sustancias químicas en el ambiente ocupacional y en el organismo .	37
5. Vigilancia epidemiológica	41
6. Aspectos seleccionados de algunos compuestos arsenicales	51
7. Antecedentes demográficos y económicos de interés	57
8. Siglas usadas.....	63
9. Profesionales consultados.....	65
BIBLIOGRAFIA	67

INTRODUCCION

El arsénico está presente en pequeñas cantidades en toda la corteza terrestre, en un promedio de 2 ppm, bajo la forma de mineral y principalmente como impureza de otros minerales. Además puede estar presente en el agua, el aire y los seres vivos, especialmente los marinos.

Según sean su valencia (trivalente o pentavalente) o sus combinaciones, presentará mayor o menor riesgo para la salud humana. El arsénico que se encuentra en la naturaleza es en gran parte pentavalente, el cual es relativamente poco tóxico; en contacto con el aire y el sudor, da origen a los óxidos de arsénico que son más tóxicos. El arsénico de origen industrial se da preferentemente bajo la forma trivalente, que es mucho más tóxica para el organismo. La combinación del arsénico con otros compuestos químicos altera su toxicidad según la solubilidad del compuesto y según la valencia del arsénico en él. Por combinación con el hidrógeno forma la arsina que es un gas extremadamente tóxico.

El arsénico se usa en la agricultura (plaguicidas), en la industria (acero, cerámica, etc.) y en la extracción o en la purificación de otros minerales. Su importancia, además de su empleo industrial, se debe a su presencia natural en altas concentraciones en el agua de determinadas regiones geográficas y a su empleo como medicamento para determinadas enfermedades de seres humanos y de animales.

América Latina es uno de los principales productores mundiales de arsénico, siendo responsable de un 23% de la producción mundial, la que es estimada en 25 276 toneladas métricas al año. Los principales productores en la región son México (4 557 ton/año) y Perú (1 110 ton/año) (Ver Anexo 1).

Con excepción del arsénico elemental, la absorción de los compuestos arsenicales se realiza con facilidad a través de la piel, los pulmones y el tracto gastrointestinal.

Aunque el arsénico se encuentre en los tejidos en pequeñas cantidades, no tiene ninguna función fisiológica.

Sus efectos adversos sobre la salud son muy variados y van desde lesiones de la piel hasta cuadros clínicos graves de los sistemas gastrointestinal, circulatorio periférico y nervioso. Es también agente carcinógeno, pues causa cáncer de piel y de pulmón.

Su importancia para la salud ha sido analizada y discutida a través de numerosos estudios desde hace mucho tiempo. Los más antiguos son los relacionados con la contaminación de alimentos, ya sea accidental o intencional, y con los efectos del arsénico en la salud de trabajadores expuestos.

En 1900, en Manchester y Liverpool, Reino Unido, se notificaron 7 000 casos clínicos de intoxicación subaguda y 70 defunciones por consumo de cerveza contaminada con más de 15 mg de arsénico por litro.

En Argentina se describió el hidroarsenicismo crónico regional endémico, que es la intoxicación de pobladores de localidades donde el agua presenta una alta concentración de arsénico en forma natural, generando signos y síntomas, de moderados a graves, en personas que han vivido en tales lugares por largo tiempo. Similares descripciones fueron hechas en Chile y en México (Ver Anexo 2).

Se encontró que hubo una mayor incidencia de cáncer de pulmón en los Estados Unidos (1950-1969) en población general de lugares en donde había industrias que utilizaban el arsénico inorgánico, en comparación con otros estados en donde no se hacía uso de estos compuestos. El riesgo relativo fue calculado en 13.

Otro equipo estudió en 1980 la mortalidad causada por cáncer en pobladores de una ciudad donde había una planta de producción de plaguicidas y se comparó, basado en datos de raza, sexo, edad y condición socioeconómica, con la mortalidad por cáncer en pobladores donde no existía este tipo de industria. El área vecina a la planta presentó un riesgo relativo calculado en 4, en lo que se refiere a la incidencia del cáncer pulmonar.

En 1972 se descubrió un episodio de intoxicación crónica por el arsénico en pobladores de una ciudad donde había una planta procesadora de trióxido de arsénico. Las víctimas presentaron múltiples síntomas de intoxicación sistémica, incluyendo lesiones de la piel y neuropatía periférica. Se observó también una alta incidencia de enfermedades respiratorias crónicas, aunque no se logró demostrar una fuerte asociación entre la exposición y estas enfermedades. La causa de la aparición de estos síntomas en la población se atribuyó a la alta concentración de arsénico en el aire.

También en 1972 se demostró la disminución de la audición en niños que ingirieron leche contaminada con arsénico.

Se ha descrito la alta incidencia de queratoconjuntivitis de varios tipos en trabajadores expuestos al arsenato de calcio, usado como insecticida.

Igualmente, numerosos otros estudios se han realizado en relación a los efectos del arsénico encontrado en el agua, aire, suelo y alimentos. En todos ellos se ha logrado demostrar una serie de efectos que están asociados fuertemente a la exposición al arsénico, sea por contaminación natural o por contaminación ocasionada por las actividades industriales o agrícolas del hombre.

Este agente químico se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza, los organismos vivos y en variadas actividades laborales humanas. Dada esta amplia distribución de arsénico en el ambiente, particularmente en el continente americano, aun cuando haya sido estudiado en detalle en muy variados aspectos clínicos y ambientales, se estima recomendable, no obstante, mantener una especial atención sobre los diversos aspectos relacionados con la salud.

FUENTES DE CONTAMINACION

Este elemento se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza y está presente en muchas actividades laborales.

Con el crecimiento de las actividades industriales las fuentes contaminantes del medio con éste y otros metales han aumentado igualmente.

Al caracterizar las fuentes como ocupacionales y ambientales, muchas de ellas ya han sido conocidas e identificadas como efectivamente responsables de casos de intoxicación por arsénico, lo que no quiere decir que no pueda haber otras fuentes que aún no estén claramente identificadas.

1. Fuentes de contaminación en el ambiente ocupacional

1.1 Minería

El trabajo en las actividades mineras, sea del arsénico o de otros metales, representa uno de los más evidentes riesgos para el trabajador. En la minería del arsénico se puede observar concentraciones muy peligrosas; además, como estas actividades están ubicadas en regiones ricas en arsénico, el trabajador que viva en ellas estará muy probablemente también expuesto a desarrollar hidroarsenicismo crónico. Esto es tal vez uno de los mejores ejemplos de la doble exposición del trabajador, o sea, exposición ocupacional y exposición ambiental de alto riesgo al mismo compuesto. En América Latina un buen ejemplo de lo descrito se presenta en la provincia de Antofagasta, Chile, en donde la intensa actividad minera y la contaminación natural del ambiente han generado un alto riesgo para todas las poblaciones.

1.2 Industria

El arsénico y sus compuestos, principalmente sales y óxidos, están presentes en múltiples actividades industriales, para diversos fines y usos, ya sea en bajas cantidades como reactivos (de una determinada reacción química para obtención de productos o para determinar cambios en la calidad de éstos) o ya sea como componente básico de productos. Las industrias que presentan mayor riesgo por la presencia del arsénico, según su rama o tipo, son las de:

- Cerámica
- Colorantes
- Curtiembre
- Joyería

- Medicamentos
- Pinturas
- Pirotecnia
- Plaguicidas
- Preservadores de madera
- Química:
 - Fabricación de ácido sulfúrico
 - Obtención de sales de arsénico
 - Obtención de ácidos de arsénico
 - Purificación del arsénico
- Vidrio

1.3 Agricultura

Los compuestos de arsénico se usan en la agricultura como herbicida, insecticida, esterilizante del suelo o preservador de la madera. La exposición ocupacional se da tanto en los individuos que hacen la aplicación de estos productos como en aquéllos que posteriormente manipulan los productos contaminados, principalmente en los cultivos de algodón, café, cacao, verduras y vid. En la agricultura las actividades con mayor riesgo de exposición al arsénico son:

- Aplicación de defoliantes
- Aplicación de plaguicidas
- Aplicación de preservadores de la madera
- Baños desinfectantes para cabras y ovejas

2. Fuentes de contaminación en el ambiente general

A través de los desechos industriales y mineros líquidos, sólidos o gaseosos, las fuentes de contaminación ocupacional del arsénico pueden además contaminar el ambiente general.

2.1 Aire

El aire contiene normalmente valores muy bajos de arsénico, los cuales se aproximan a $0,01 \text{ ug/m}^3$. El uso de productos a base de arsénico, la presencia de plantas industriales y además la contaminación atmosférica, pueden elevar en mucho los niveles encontrados; por ejemplo, se han detectado concentraciones de hasta $1,6 \text{ ug/m}^3$.

2.2 Agua

El arsénico encontrado en aguas oceánicas presenta valores muy bajos, próximos a $0,001\text{-}0,008 \text{ mg/l}$. En los ríos, su concentración es muy variable y ha sido identificada desde $0,01 \text{ mg/l}$ hasta 1 mg/l . En algunas regiones donde fue identificado el hidroarsenicismo crónico regional endémico, se encontraron concentraciones de $0,21$ hasta $12,6 \text{ mg/l}$, lo que es suficiente para provocar, a largo plazo, intoxicaciones en la población.

Los desechos industriales pueden acumular una cantidad importante de arsénico en el agua y mientras ésta no sufra tratamiento apropiado y sea

usada para el abastecimiento público, puede originar en la población general daños semejantes a aquéllos causados por la contaminación natural.

2.3 Suelo

El arsénico está presente en el suelo en una concentración promedio de 2 mg/kg. En situaciones donde hay contaminación se han identificado concentraciones de hasta 40 mg/kg.

2.4 Alimentos

Los alimentos en general presentan bajas concentraciones de arsénico, de cerca de 1 mg/kg o menos. Los organismos marinos en cambio logran concentraciones más elevadas con valores habituales de entre 1 y 10 mg/kg; en ellos se han identificado concentraciones de hasta 100 mg/kg. El arsénico está presente también en aguas minerales embotelladas, en concentraciones bajas, del orden de 0,02 mg/l, probablemente de origen natural.

La leche humana contiene alrededor de 3 ug de arsénico por litro.

2.5 Tabaco

La presencia de arsénico en el tabaco se debe al uso de plaguicidas en los cultivos del mismo. Este contenido puede variar importantemente según los países, de acuerdo a las prácticas locales en cuanto a la aplicación de plaguicidas. Se han encontrado contenidos de 1 a 12,6 ug/cigarrillo según el país. Del 10 al 20% de este arsénico se volatiliza cuando se queman los cigarrillos. No se conoce cuánto de esto se absorbe ni se ha demostrado la contribución de este arsénico en el efecto carcinógeno del cigarrillo sobre el pulmón.

POBLACIONES EXPUESTAS

El riesgo de intoxicación por arsénico se relaciona con su presencia en el ambiente, aun en concentraciones no necesariamente muy altas. Concentraciones consideradas medianas, del orden de 0,3 a 0,5 mg/l de agua, han sido suficientes para el desarrollo de cuadros graves de intoxicación; por el contrario, en ocasiones se ha detectado que altas concentraciones no han ocasionado enfermedad. Aun cuando es evidente la importancia que tiene el arsénico en las intoxicaciones, hay algunos factores todavía no identificados, que hacen que algunos individuos de las poblaciones expuestas no presenten los cuadros esperados.

En las poblaciones expuestas hay que tomar en cuenta la forma química en que se presenta el arsénico, principalmente en lo que respecta a los compuestos con la forma trivalente, que son los más tóxicos del arsénico. Otros compuestos menos tóxicos, como las sales insolubles o los pentavalentes, en contacto con otros compuestos, con el aire o a través de procesos biológicos, se pueden transformar en compuestos trivalentes, que son más tóxicos para el ser humano.

Los compuestos arsenicales metilados tienen una toxicidad baja. Incluso los complejos orgánicos del arsénico presentes en crustáceos y peces marinos se consideran prácticamente como no tóxicos.

1. Exposición ocupacional

Desde el punto de vista general, existe riesgo de intoxicación para cualquier persona expuesta a compuestos del arsénico, principalmente en el ambiente ocupacional, aunque la forma físico-química en que se encuentre el arsénico sea la menos tóxica. Esto se debe al hecho ya mencionado de las posibilidades de transformación química de los compuestos de arsénico. En el ambiente laboral la exposición predominante es al arsénico inorgánico.

La relación de actividades descrita en el Cuadro 1, puede facilitar la identificación de aquéllas con exposición al arsénico.

2. Exposición general

La exposición ambiental general ocurre mediante la presencia del arsénico en el ambiente y que, además, establezca contacto con el hombre.

En el aire, los ejemplos más comunes son los causados por la presencia de plantas elaboradoras de productos que contengan arsénico o por la presencia de actividades mineras del arsénico.

En el agua, existen contaminaciones por desechos industriales, aunque el ejemplo de mayor importancia es la contaminación natural del agua en de-

terminadas regiones geográficas.

El suelo y los alimentos también pueden estar contaminados debido a la utilización de plaguicidas en los cultivos.

La utilización de medicamentos que contengan arsénico en su formulación ha sido frecuentemente causa importante de intoxicación arsenical.

Especialmente en Argentina, Chile y México la contaminación de aguas y suelos con arsénico es una de las más importantes contaminaciones naturales del ambiente; representa la exposición real o potencial de algo más de un millón de personas.

3. Poblaciones de alto riesgo

Las poblaciones de alto riesgo son aquéllas en donde es mayor la probabilidad de que existan exposiciones a niveles peligrosos o de que los efectos de la intoxicación sean más graves que en el resto de la población. Entre ellas podemos señalar las siguientes:

- a) Personas expuestas ocupacionalmente al arsénico.
- b) Personas que vivan en regiones con contaminación natural de aguas y suelos con arsénico, o sea, con riesgo de hidroarsenicismo crónico regional endémico.
- c) Pobladores de regiones donde exista minería de arsénico.
- d) Pobladores de regiones urbanas con alto nivel de industrialización.
- e) Personas en tratamiento con medicamentos a base de arsénico.
- f) Personas con enfermedades en la piel.
- g) Fumadores.
- h) Personas con afecciones broncopulmonares crónicas.

Cuando se sobreponen algunas de las condiciones citadas, el riesgo aumenta.

**Cuadro 1. OCUPACIONES CON EXPOSICION POTENCIAL A ARSENICO,
CLASIFICADAS SEGUN INTENSIDAD DE LA EXPOSICION**

Exposición alta (actividades de alto riesgo):

Agricultores (con uso de plaguicidas arsenicales)
Arboles, desinfectadores de (con compuestos arsenicales)
Arsénico, trabajadores de
Arsina, trabajadores de
Defoliantes arsenicales, aplicadores de
Defoliantes arsenicales, fabricantes de
Desinfectantes arsenicales, fabricantes de
Ganado, desinfectadores por inmersión de (con compuestos arsenicales)
Herbicidas arsenicales, fabricantes de
Hierbas, rociadores de (con compuestos arsenicales)
Hierbas acuáticas, controladores de (con compuestos arsenicales)
Insecticidas arsenicales, fabricantes de
Maderas, aplicadores de preservadores arsenicales de

Exposición mediana (actividades con mediano riesgo):

Medicamentos arsenicales, fabricantes de
Minería del o asociada con el arsénico, trabajadores de
Plomo, fundidores de
Preservadores arsenicales para maderas, fabricantes de
Rodenticidas arsenicales, fabricantes de
Viticultores (que usan compuestos arsenicales)

Exposición baja (actividades de bajo riesgo):

Municiones de plomo, fabricantes de
Plata, refinadores de
Vidrio, fabricantes de

Exposición muy limitada (actividades de muy bajo o nulo riesgo):

Aleaciones, fabricantes de
Alfombras, fabricantes de
Anilinas, trabajadores
Bronce, fabricantes de
Bronceadores
Cadmio, trabajadores de
Calderas, operadores de
Cerámica, fabricantes de
Cobre, fundidores de
Colorantes de anilina, fabricantes de
Colorantes, fabricantes de
Compuestos semi-conductores, fabricantes de
Cuero, preservadores de
Depiladores, fabricantes de
Esmaltadores
Esmaltes cerámicos, fabricantes de
Fertilizantes, fabricantes de
Flores artificiales, fabricantes de

Fuegos artificiales, fabricantes de
Galvanizadores
Joyas, fabricantes de
Laboratorios químicos, trabajadores de
Latón, fabricantes de
Metal para tipos, trabajadores de
Metalurgia, trabajadores de
Oro, refinadores de
Papel, fabricantes de
Pigmentos, fabricantes de
Pintores
Pinturas, fabricantes de
Plásticos, trabajadores de
Refinerías de petróleo, trabajadores de
Submarinos, trabajadores de
Taxidermistas
Textiles, impresores de
Tintas de imprenta, trabajadores de

TOXICOCINETICA

1. Absorción, distribución y excreción

El arsénico y sus compuestos se introducen al organismo principalmente por:

- a) inhalación de polvos en el aire contaminado, que en el pulmón se absorben en una proporción de un 50% de lo inhalado;
- b) ingestión, en donde el sistema gastrointestinal absorbe en promedio el 80% del arsénico; esta cantidad es variable según algunas características del compuesto y del individuo;
- c) absorción a través de la piel, aunque no se tienen datos cuantitativos de su capacidad de absorción.

El arsénico, una vez absorbido, se distribuye a través de la sangre por todo el cuerpo. Algunas horas después se pueden verificar altas concentraciones de él en el hígado y los riñones. El nivel del arsénico tanto en la sangre como en el hígado y en los riñones baja rápidamente. El arsénico ingerido sufre rápida eliminación. Pequeñas concentraciones son detectables en cerebro, corazón, útero, pulmón, pelo, dientes, uñas, piel, huesos y músculos. Con el tiempo, los principales depósitos de arsénico en el organismo son los huesos y los músculos.

El arsénico atraviesa la barrera placentaria y produce concentraciones importantes en el feto.

El arsénico inorgánico absorbido sufre en el organismo un proceso de metilación, cambiando a una forma orgánica: la mayor parte del arsénico inorgánico absorbido es eliminado por la orina principalmente en la forma de ácido dimetilarsínico (ácido cacodílico); también se elimina bajo las formas de ácido monometilarsónico y de arsénico inorgánico. Las formas metiladas de arsénico mencionadas son mucho menos tóxicas que el arsénico inorgánico.

Algunos estudios relacionados con dosis-efecto, reflejan variabilidad en la respuesta al empleo de determinada forma química del arsénico; así, las sales en forma de arsenito tienen su excreción principal por la vía biliar, mientras que los compuestos en forma de arsenato, se eliminan principalmente por vía renal. Igualmente, el arsénico presente en peces y crustáceos marinos, que lo está bajo una forma orgánica compleja, parece que en el hombre es absorbido extensivamente pero eliminado rápidamente bajo la forma del compuesto organoarsenical original intacto y aparentemente no representa un riesgo para la salud. Este antecedente debe tenerse en

cuenta para la correcta interpretación de los resultados o para recomendar la abstención de ingerir alimentos marinos por 2 ó 3 días antes de alguna toma de muestra de orina programada.

La vida media del arsénico en el hombre ha sido calculada en 10 horas para las formas inorgánicas, 30 horas para las formas orgánicas y 20 horas para las formas provenientes de los alimentos del mar.

Se acumula en uñas y pelo, lo que hace que éstos sean de importancia en el análisis toxicológico.

2. Bioacumulación

El arsénico en general no se presenta en altas concentraciones en los tejidos de los organismos vivos, aunque puede contaminar las cadenas alimentarias.

3. Interacción con otras sustancias

En muchas especies el arsénico parece actuar como protector de los efectos tóxicos del selenio.

La exposición conjunta a arsénico y plomo presenta efectos aditivos en los tejidos respiratorios y en el sistema nervioso central.

CLINICA

Las manifestaciones clínicas de las intoxicaciones con este metal pueden ser agudas o crónicas, con carácter local o sistémico.

Las intoxicaciones que se puedan presentar en la población general, salvo situaciones de accidentes o contaminaciones masivas, por ejemplo de alimentos, en general suelen ser de carácter crónico. En la población ocupacional es frecuente encontrar tanto intoxicaciones agudas como crónicas muy características.

Los variados aspectos clínicos que se señalan a continuación, especialmente en los cuadros crónicos, deben tenerse presentes para cuando, para los fines de notificación, se elaboren las definiciones de casos y de sospechosos.

Los signos y síntomas clínicos producidos en el hombre por los diversos compuestos del arsénico son semejantes y sólo varían con la dosis y el tiempo de exposición. Una excepción a esto es la arsina que provoca un cuadro clínico diferente y característico.

1. Manifestaciones agudas

La intoxicación aguda es generalmente accidental, si bien todavía se describen casos de suicidio y homicidio por uso del arsénico.

Presenta dos tipos de manifestaciones principales: gastrointestinales (vómitos, diarrea y dolores abdominales) y nerviosas (cefalea, crisis convulsivas y pérdida del conocimiento). Estos signos y síntomas pueden presentar distintas intensidades; en casos extremos pueden ocurrir hemorragias graves. La dosis letal de arsénico, especialmente inorgánico, es baja (DL50 oral para ratas de 8 a 48 mg/kg) y puede ocurrir la muerte dentro de las 48 horas después de la ingestión.

Algunas manifestaciones subagudas suelen ocurrir cuando el individuo se encuentra en ambientes con elevadas concentraciones de arsénico. Se destacan la dermatosis arsenical, con placas eritematosas, pápulas y ampollas que se ubican preferencialmente en las partes internas de los muslos, en axilas y en región escrotal; la parálisis dolorosa de los extensores con atrofia muscular; tos y disnea, dolor de tráquea; conjuntivitis, laringitis e irritación de la mucosa nasal.

La arsina produce un cuadro diferente conformado casi exclusivamente por síntomas agudos. En esta intoxicación se presenta una hemólisis intravascular de gran intensidad, de modo que el trabajador presenta al cabo de 1 a 2 horas, orina oscura (color vino), debido a la hemoglobinuria y posteriormente (2 a 3 días) el apareamiento de ictericia, con compromiso del estado general. La anemia no es visible por causa de la intensa ictericia y la

cristalización de la hemoglobina en los túbulos renales produce un daño que lleva a la oliguria o anuria, que frecuentemente causan la muerte.

2. Manifestaciones crónicas

Las manifestaciones crónicas son, desde el punto de vista epidemiológico, las más importantes porque son las que más frecuentemente se observan en poblaciones ocupacionales y no ocupacionales expuestas al arsénico. Estas manifestaciones se dan en varios órganos.

2.1 Lesiones en la piel

La piel es un órgano crítico muy comúnmente afectado en las intoxicaciones arsenicales crónicas. Estas lesiones se ubican en la mayoría de las veces en las palmas de las manos y en las plantas de los pies y están constituidas por ulceraciones simétricas, hiperqueratosis, hiperpigmentación con máculas blancas y prurito. Este tipo de cuadro ha sido descrito en Argentina, Chile, China, Japón y México, donde hay regiones con arsenicismo crónico causado por la ingestión de agua contaminada naturalmente. Estos mismos tipos de lesiones han sido descritos en otras situaciones, tales como la exposición ocupacional prolongada y el uso de medicamentos conteniendo arsénico. En casos graves se han descubierto lesiones en el abdomen, tórax y espalda. Estas lesiones, asociadas a la concentración del arsénico en la piel, pueden terminar por transformarse en carcinomas (cáncer de Hutchinson).

El arsenicismo produce una línea blanca en las uñas, que es como una señal característica de la intoxicación.

2.2 Lesiones de mucosas

El desarrollo de una conjuntivitis puede terminar en necrosis y ulceración de la córnea.

La irritación de las mucosas del aparato respiratorio suele resultar en una rinofaringotraqueobronquitis crónica. Esta irritación crónica de las vías aéreas superiores comúnmente origina la perforación del tabique nasal en su porción cartilaginosa, la cual no causa deformación ni tampoco una sintomatología significativa.

2.3 Lesiones en el sistema nervioso

Otro síntoma característico del arsenicismo crónico es el desarrollo de una neuritis periférica que afecta preferentemente las extremidades inferiores y se caracteriza por la simetría de los síntomas motores y por parestesias. Hay algunos casos descritos donde no se observó la simetría o los síntomas motores. Es una neuropatía sensorial de tipo subclínico, que es conocida como síndrome o enfermedad de Ronnskär. Casi todos los casos portadores de esta neuritis, presentaron también perforaciones del tabique nasal y lesiones de la piel.

2.4 Alteraciones hematológicas

Pacientes que presentaron lesiones en la piel han tenido anemia mode-

rada y leucopenia. Estas alteraciones de la sangre y otras observadas en la exposición ocupacional prolongada, están relacionadas con problemas a nivel de los órganos hematopoyéticos y son distintas de aquéllas causadas por la arsina en donde se produce una gran hemólisis.

2.5 Alteraciones hepáticas

Existen pocos casos en los cuales se ha logrado constatar un daño importante en el hígado. Entre estos daños tenemos: cirrosis hepática, cáncer primario de hígado y cáncer hepatobiliar.

2.6 Problemas cardiovasculares

Se han podido observar desviaciones del electrocardiograma normal, atribuidas a efectos tóxicos del arsénico sobre el miocardio. En la intoxicación aguda estas alteraciones se atribuyen a alteraciones electrolíticas.

Se han descrito otros trastornos relacionados con la circulación periférica, como la gangrena de extremidades, que se han atribuido a lesiones ocasionadas por el arsénico en los vasos sanguíneos.

2.7 Efectos carcinogénicos

Estudios epidemiológicos han demostrado la asociación entre el arsenicismo crónico y el cáncer de piel y de pulmón. El papel del arsénico en el desarrollo de cáncer en otros órganos como el hígado y los nódulos linfáticos, no está todavía bien estudiado, pero hay grandes posibilidades de que así sea, así como se logró demostrar el efecto carcinogénico del arsénico en zonas de hiperqueratosis.

2.8 Efectos teratogénicos y genéticos

Algunas alteraciones teratogénicas, como anencefalia, agenesia renal y otras malformaciones, han sido demostradas en estudios experimentales y, aunque no hayan sido comprobadas en el hombre, es probable que esto suceda, ya que el arsénico traspasa la barrera placentaria.

Se han observado mutaciones y alteraciones cromosómicas en pacientes sometidos a tratamientos mediante medicamentos arsenicales. Este mismo tipo de alteraciones ha sido comprobado experimentalmente.

3. Otros datos de interés

El arsénico puede interactuar con otros metales como el plomo, el cadmio y el selenio, acentuando los efectos causados por éstos o produciendo algunos cuadros en particular.

El análisis de laboratorio del arsénico en uñas, pelo, sangre, etc., aunque ha servido de indicador de la presencia de éste, no ha logrado reflejar las altas concentraciones esperadas para algunos casos considerados como graves.

4. Tratamiento

La naturaleza de este manual, orientado fundamentalmente a la vigilancia epidemiológica, no considera como elemento prioritario la presentación detallada del tratamiento de las intoxicaciones. Los niveles de atención, las responsabilidades de quienes efectúan los tratamientos, las pautas de tratamientos, los criterios para el traslado de enfermos, etc., deberán ser establecidos por los servicios de salud. No obstante, a continuación señalamos algunos elementos primarios que se deben tener en cuenta ante el caso de intoxicaciones, especialmente agudas. Para mayores detalles terapéuticos, se recomienda remitirse a la bibliografía señalada en el Anexo 3.

4.1 En caso de contacto con piel, ojos y mucosas:

- a) Lavar localmente con gran cantidad de agua, por un mínimo de 15 minutos.
- b) En caso de ser la piel la afectada se puede utilizar jabón o detergente para ayudar a la remoción del compuesto.
- c) Quitar de inmediato toda la ropa contaminada.
- d) Limpiar bien la parte afectada.
- e) Hacer curación utilizando las medicinas indicadas de acuerdo con la gravedad y extensión de la lesión.
- f) Hacer evaluaciones de los niveles sistémicos del arsénico.

4.2 En caso de inhalación:

- a) Trasladar al paciente desde el área contaminada hacia una donde exista aire limpio.
- b) Administrar sulfato de codeína para la tos, si esto es necesario.
- c) Administrar antibiótico como profiláctico de posible infección secundaria.
- d) Hacer pruebas para evaluar posibles daños sistémicos producidos por el arsénico.

4.3 En caso de ingestión:

- a) Hacer lavado gástrico con 2 ó 3 litros de agua seguido de un vaso de leche o solución al 1% de tiosulfato de sodio.
- b) Administrar 15 a 30 g de sulfato de sodio disuelto en agua u otro catártico salino.
- c) Hacer pruebas para evaluar posibles daños sistémicos producidos por el arsénico.

4.4. Uso de antídotos:

La utilización del antídoto quelante dimercaprol (BAL) en pacientes intoxicados con arsénico ya sea en forma aguda o crónica, está indicada por vía intramuscular, con determinación paralela de la concentración de arsénico en la orina.

MONITOREO

En un programa de vigilancia de las intoxicaciones por arsénico se pueden desarrollar tanto actividades de monitoreo biológico como de monitoreo ambiental.

1. Monitoreo biológico

Los indicadores más utilizados en las evaluaciones de exposición al arsénico, son las determinaciones de los niveles de concentración en sangre, orina, pelo y uñas. En situaciones muy especiales puede plantearse la determinación del arsénico en piel y pulmón obtenidos por autopsia o biopsia.

Aun cuando el arsénico no tiene una función biológica en el organismo y, por lo tanto, su presencia en él no es indispensable, las concentraciones usuales de arsénico encontradas en el organismo humano son las siguientes:

Orina 0,01 a 0,10 mg/l
Sangre 1 a 3 ug/l
Pelo 0,3 a 1,75 mg/kg
Uñas 0,30 a 0,90 mg/kg

Los niveles en la sangre no presentan adecuada correlación con la exposición. Las mediciones en pelo y orina son mucho más útiles como indicadores biológicos de exposición.

Es importante tener presente que en el uso de pruebas biológicas, tanto específicas para el metal como otras para detectar modificaciones fisiopatológicas asociadas, existe el riesgo de que aparezcan resultados falsos positivos y resultados falsos negativos. Estos pueden ser causados tanto por factores asociados al control de calidad en el análisis de laboratorio (manipulación de muestras, sensibilidad de técnicas, etc.), como por enfermedades o estados biológicos no asociados.

A continuación se señalan algunas recomendaciones respecto de la recolección del material biológico:

a) Sangre

Para la recolección de la sangre es necesario que la piel esté bien limpia. Para esto es recomendable utilizar algodón impregnado con etanol al 70%. Se deben recolectar unos 20 ml de sangre en un recipiente de plástico. Deben ser guardados en un tubo de plástico o vidrio, con 0,1 ml de solución de sodio al 10% o sal potásica del ácido etilendiaminotetraacético (EDTA), como soluciones anticoagulantes.

b) Orina

La recolección de orina debe ser hecha directamente en un envase de plástico o vidrio (materiales sin metales), de aproximadamente 250 ml de volumen. Con fines de una mayor precisión y cuando es posible, se recomienda la recolección de orina de 24 horas. La muestra debe ser guardada en congelador hasta su utilización en el análisis.

c) Uñas, piel y pulmones

El material obtenido en necropsia o biopsia debe ser extraído con aparatos de acero y debe ser guardado en envases de plástico o de vidrio sin metales, para que se garantice que no haya contaminación por éstos. Debe ser congelado hasta su utilización para el análisis.

d) Pelo

Especial cuidado se debe poner al procesar muestras de pelo, ya que se corre el riesgo de medir conjuntamente el arsénico incorporado al pelo por vía sistémica y el arsénico depositado externamente por diversas causas.

2. Monitoreo ambiental

Las actividades de monitoreo ambiental comprenden:

- identificación y selección de lugares en el ambiente en donde se tomarán las muestras (plan de obtención de muestras);
- recolección de muestras;
- análisis de laboratorio;
- interpretación y aplicación de resultados.

Específicamente para el arsénico las muestras ambientales que se pueden programar son las de aire, suelo, agua y alimentos.

Los métodos de monitoreo ambiental varían según el tipo de contaminación existente. Así, en las minas, donde la cantidad de polvo es grande, la obtención de muestras de aire es de fundamental importancia para conocer las concentraciones a las cuales están expuestos los trabajadores; en cambio, para poblaciones generales cercanas a fuentes de contaminación o ubicadas en regiones con contaminación natural con arsénico, deben tomarse principalmente muestras de agua y de suelo.

La toma de muestras de suelo debe ser hecha en los ángulos y en el centro de áreas de 20 x 20 m. Deben tomarse muestras de la superficie (0-10 cm) y de suelo profundo (10-20 cm), de 1 kg cada una.

La toma de muestra de agua debe ser hecha en envases apropiados de capacidad mínima de un litro, limpios, libres de otros metales y de otras sustancias químicas que reaccionen con el arsénico.

Respecto del aire, se debe utilizar filtro de alto volumen con un mínimo de 24 horas de recolección.

Con relación a alimentos, se debe seleccionar distintos tipos de alimentos, principalmente alimentos de mar y frutas y verduras frescos. Se puede verificar la cantidad de arsénico por separado en la superficie, en la profundidad o en el homogeneizado de tales alimentos.

Otra manera de completar el monitoreo ambiental, es la utilización de

centinelas biológicos, o sea, organismos vivos sensibles a la sustancia que se quiere observar y que experimentan cambios precoces y visibles en función del aumento de la concentración del metal en dichos organismos. Son excelentes indicadores el mejillón (*Mytilus edulis*), las plantas superiores y las algas.

3. Análisis toxicológico

Para seleccionar los métodos para el análisis toxicológico del arsénico, deben tenerse en cuenta los niveles que se quiere conocer, así como las posibilidades de diferenciar las formas químicas del arsénico en compuestos orgánicos, inorgánicos y arsina. Las determinaciones hechas en el ambiente han sido muy cuestionables por problemas de contaminaciones del muestreo. De la misma forma, las muestras recogidas del ser humano deben ser manipuladas con cuidados especiales teniendo en cuenta las posibilidades de contaminación de éstas.

Existen algunos métodos tradicionales y otros recientemente desarrollados que posibilitan la detección del arsénico en concentraciones muy bajas, con determinación del tipo de compuesto, en varios órganos, sangre, orina y materia fecal.

Los métodos utilizados son espectrofotometría de absorción atómica, espectrofotometría de emisión atómica, cromatografía en fase gaseosa, análisis por activación neutrónica, espectrofotometría de ultravioleta y fluorescencia de rayos X.

Los detalles de los métodos mencionados se pueden consultar en las publicaciones que se señalan en Anexo 3.

Finalmente, parece conveniente recomendar y cuando ello es posible según las condiciones locales, tanto para las muestras biológicas como para las muestras ambientales, la inclusión de, por lo menos, una muestra adicional de control con el objeto de evaluar las posibilidades de contaminación al momento en que son tomadas. Esto es especialmente válido para las muestras biológicas cuando se esperan bajas concentraciones del metal en ellas.

LIMITES DE EXPOSICION¹

Los diversos estudios hechos en poblaciones expuestas ambiental u ocupacionalmente, han sentado las bases para el establecimiento de límites permisibles en el ambiente.

1. Límites ocupacionales

El establecimiento de un valor límite para el aire de los ambientes de trabajo no implica que con concentraciones por debajo de este valor, no se produzcan efectos adversos en los expuestos, sino que dicho valor debe considerarse como guía o referencia para proteger a los trabajadores expuestos.

- Para arsénico metálico y sus compuestos solubles:

TWA: 0,01 mg/m³ (OSHA)

TWA: 0,2 mg/m³ (ACGIH)

TLV: 0,002 mg/m³ (NIOSH)

Para gran parte de los países que tienen establecidos estos valores, ellos varían entre 0,2 y 0,5 mg/m³.

- Para arsénico orgánico:

TLV: 0,5 mg/m³ (OSHA)

- Para arsina:

TWA: 0,05 ppm (OSHA)

MAC: 0,3 mg/m³ (URSS)

En trabajadores expuestos a una concentración en el aire de 0,5 mg de arsénico/m³, la eliminación debe ser cerca de 1 mg de arsénico/litro de orina. Valores superiores a 6 mg de arsénico/litro de orina se consideran compatibles con intoxicación.

2. Límites ambientales

El establecimiento de los límites ambientales está de acuerdo con las concentraciones que se han verificado en varias partes del mundo y con las cuales no se han detectado efectos en la salud de la población expuesta. Con excepción del agua, la que fue demostrada como fuente de contamina-

¹ Ver Anexo 4.

ción importante en el caso del hidroarsenicismo crónico regional endémico, y de los casos de exposición ocupacional, donde se logró encontrar una relación dosis-efecto bien establecida; los otros límites necesitan de mayores estudios y evaluaciones. Así, puede ser que nuevos hallazgos o cambios en las condiciones en que hoy se presenta el arsénico modifiquen los límites establecidos actualmente, que son los siguientes:

Aire urbano: 0,02 ug/m³
Agua de océanos: 0,001-0,008 mg/l
Agua de ríos: 0,01-0,05 mg/l
Agua potable: 0,05 mg/l (límite establecido por OMS)
Suelo: 2 mg/kg
Alimentos: 0,002 mg/kg peso corporal (Límite establecido por FAO/OMS)²

3. Índices biológicos de exposición recomendados

Para el arsénico inorgánico se disponen de suficientes antecedentes como para recomendar la aplicación de métodos de monitoreo biológico que permitan detectar ya sea una dosis interna excesiva o bien la carga corporal de la sustancia.

- a) Arsénico total en orina: límite de tolerancia biológica (LTB) de 220 ug/g creatinina³
- b) Ácido monometilarsónico y ácido cacodílico en orina (metabolitos). La determinación de orina de estos dos metabolitos más la de arsénico inorgánico parece ser el método de elección para evaluar la exposición en trabajadores con arsénico inorgánico. En poblaciones expuestas no ocupacionalmente al arsénico inorgánico la suma de estas tres variantes arsenicales habitualmente no sobrepasa de los 20 ug/g de creatinina.
- c) Arsénico en el pelo, procedimiento más indicado y más útil para evaluar la exposición al arsénico inorgánico en el ambiente general no ocupacional, que para estimar la exposición de trabajadores.
- d) Arsénico en sangre (refleja exposición reciente, pero no presenta buena correlación con la exposición).

Se debe tener presente que la detección de altos niveles de arsénico en orina puede deberse a ingestión reciente de grandes cantidades de alimentos con alto contenido de arsénico, como son los alimentos marinos, sin que ello implique algún tipo de riesgo o de daño.

² Se refiere a la Ingesta Diaria Tolerable.

³ La relación entre la cantidad de una determinada sustancia por gramo de creatinina corresponde a la expresión de un método de corrección aplicado a muestras de orinas muy concentradas u orinas muy diluidas, obtenidas ante la imposibilidad práctica de recolectar orina de 24 horas.

VIGILANCIA EPIDEMIOLOGICA

Además de lo presentado en el capítulo MONITOREO, a continuación se señalan algunos aspectos relevantes relacionados con las actividades orientadas a estructurar un sistema de vigilancia epidemiológica de los efectos derivados de la exposición al arsénico.

Tanto para revisar los conceptos epidemiológicos que se tratan en esta ocasión como para considerar procedimientos y estrategias en esta área, se recomienda remitirse al manual sobre elementos básicos para la vigilancia epidemiológica, Serie Vigilancia No. 1, del Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. No obstante, algunos aspectos resumidos sobre la materia se presentan en el Anexo 5.

1. Fuentes de contaminación

La información relacionada con la identificación y la evaluación de las fuentes de contaminación debe obtenerse en las instituciones que, por su naturaleza o actividad, normalmente poseen o recolectan este tipo de información o información relacionada. Estas instituciones pueden proporcionar información relativa a:

- Datos sobre minas, industrias y actividades agrícolas que trabajan con arsénico.
- Mediciones de contaminantes ambientales en grandes centros urbano-industriales o urbano-mineros.
- Regiones del territorio nacional con concentraciones naturales de arsénico elevadas.
- Características fisicoquímicas de las fuentes de agua potable.
- Medicamentos con contenido arsenical que se elaboran o expenden localmente o en el país.
- Tipo de procesamiento del tabaco.

2. Identificación de las poblaciones expuestas y de las poblaciones de alto riesgo

En este rubro interesa identificar las poblaciones en relación a su actividad laboral, tipo de exposición, edades, sexo, su distribución geográfica respecto de las fuentes contaminantes, los servicios médicos a los que están afiliadas o concurren, así como la prevalencia de algún tipo de condición nutricional o patológica que las hagan más susceptibles al arsénico.

3. Definición de expuestos y de casos

Las definiciones en este nivel son de fundamental importancia en la estructuración de un sistema de vigilancia, ya que permitirán efectuar la más exacta identificación posible de los efectos en la salud causados por el agente ambiental.

Los responsables de un sistema de vigilancia epidemiológica deben evaluar rigurosamente los antecedentes locales del problema, así como la disponibilidad de recursos, especialmente de laboratorio, los que en gran medida condicionarán las definiciones de casos, de sospechosos y de expuestos y con las cuales se trabajará. Los efectos crónicos de la intoxicación por metales pueden ser muy diversificados; no obstante, es posible que localmente exista una mayor prevalencia de un cierto tipo de efecto que de otros. Esto, por ejemplo, es un elemento condicionante de la definición de caso.

Por otro lado, dado el desarrollo restringido de los recursos tecnológicos que en general existe en el medio latinoamericano, al elaborar estas definiciones se debe poner especial prioridad, primero, en los elementos clínicos y en los antecedentes epidemiológicos y, luego, en pruebas de laboratorio simples.

Como complemento práctico de las definiciones, es recomendable que en los niveles donde se diagnosticarán las diversas manifestaciones de intoxicaciones agudas y crónicas, exista un amplio conocimiento, mediante material impreso, de la multiplicidad de afecciones, síntomas y signos que el metal puede provocar, así como de los niveles del metal en sangre, orina, etc, que se consideran compatibles con la intoxicación.

Para los fines de un sistema de vigilancia epidemiológica relacionado con la exposición al arsénico, se considerarán las siguientes definiciones:

Caso:

Enfermo con antecedentes de exposición al arsénico que presenta síntomas y signos de carácter agudo o crónico y alteraciones en exámenes de laboratorio, que son compatibles con la intoxicación por arsénico.

Sospechoso:

- a) Persona sin síntomas ni signos de enfermedad atribuible al arsénico que, sin embargo, presenta antecedentes de exposición ocupacional, ambiental o medicamentosa al arsénico⁴
- b) Persona sin síntomas ni signos de enfermedad atribuible al arsénico, con antecedentes de exposición al arsénico y con concentraciones de arsénico en muestras biológicas por sobre los valores considerados como normales.
- c) Persona sin síntomas ni signos de enfermedad atribuible al arsénico, sin antecedentes de exposición al arsénico y con concentraciones de arsénico en muestras biológicas⁵ por sobre los valores considerados como normales.
- d) Persona residente en regiones con concentraciones naturales de arsénico elevadas.

⁴ Considerar entre la población de alto riesgo a los grupos a), b), c), d) e) y g) del ítem 3 página 8

⁵ Se refiere a muestras de sangre, orina, pelo y uñas.

Expuesto ocupacionalmente:

Trabajador que está rutinariamente en contacto en su lugar de trabajo con el arsénico o sus compuestos.

Expuesto ambientalmente:

- a) Persona que permanece rutinariamente en lugares (hogar, escuela, trabajo no relacionado con arsénico) cercanos o vecinos a fuentes emisoras de arsénico o sus compuestos⁶
- b) Habitante de zona o ciudad con altos niveles de contaminación ambiental por arsénico.
- c) Persona sometida a tratamientos medicamentosos prolongados con fármacos que contienen arsénico.
- d) Fumadores habituales de alto número de cigarrillos al día.

Es conveniente tener presente las múltiples posibilidades de que el arsénico se encuentre en el ambiente general y de que el riesgo para la población general se presenta a concentraciones del arsénico no necesariamente altas. Ante la ausencia de una fuente evidente de contaminación del aire, especial atención deben merecer el agua y los alimentos.

4. Fuentes de información médica

La información sobre casos y defunciones atribuibles al arsénico puede obtenerse de diversas entidades:

- Servicios médicos de empresas que tienen o usan el arsénico en sus procesos.
- Servicios de salud ocupacional.
- Servicios de atención médica general.
- Hospitales generales.
- Servicios clínicos especializados: dermatología, neumología, neurología, otorrinolaringología, cardiología y oncología.
- Servicios de salud pública.
- Servicios de epidemiología.
- Registro de cáncer.
- Institución de estadísticas vitales (certificados de defunción).

5. Enfermedades asociadas

Existe una gran diversidad de diagnósticos que pueden estar asociados a la intoxicación por arsénico:

- a) Con carácter agudo y subagudo:
 - Gastroenteritis aguda de tipo químico.
 - Dermatitis característica.
 - Irritación del árbol respiratorio superior (rinitis, laringitis, traqueitis).
 - Conjuntivitis.
 - Anemia hemolítica aguda e insuficiencia renal aguda.

⁶ Deben considerarse los miembros de las poblaciones rurales vecinas a las actividades agrícolas y forestales en las que se usan plaguicidas arsenicales.

b) Con carácter crónico:

- Síndrome dermatológico característico, preferentemente palmoplantar (hiperqueratosis, leucomelanodermia, hiperhidrosis, úlceras, prurito).
- Rinofaringotraqueobronquitis.
- Perforación del tabique nasal.
- Cáncer de la piel.
- Cáncer del pulmón.
- Neuropatía periférica.
- Patología cardiocirculatoria (infarto, gangrena, insuficiencia circulatoria periférica).

6. Acciones específicas

Se señalan algunas acciones precisas recomendables para poner en práctica ante evidencias en una comunidad de altas tasas de incidencia o de prevalencia de efectos asociados al arsénico o ante un aumento de ellos:

- Identificar y cuantificar la(s) fuente(s) y proceso(s) contaminante(s) más importante(s); especialmente los relacionados con arsénico trivalente, por ser éste de mayor interés toxicológico.
- Medir regularmente las concentraciones de arsénico en algunos medios seleccionados según las circunstancias (agua, aire, alimentos, tabaco, etc.).
- Ampliar la identificación de casos y defunciones de las enfermedades asociadas al arsénico.
- Determinar concentraciones de arsénico en sangre u orina en poblaciones reconocidamente expuestas.
- Determinar arsénico en orina, pelo y/o uñas en casos sospechosos.

PREVENCION Y CONTROL

1. A nivel ocupacional

Las medidas de prevención a nivel ocupacional son actividades que deben ser observadas para que no sufra daños en su salud el individuo que en su trabajo está expuesto al arsénico. A continuación se señalan las más trascendentes:

- a) Tratar como contaminante del medio todo material que contenga arsénico.
- b) Mantener seguro el ambiente de trabajo de acuerdo a las normas de seguridad industrial.
- c) Prohibir comer o fumar en el ambiente de trabajo.
- d) Desarrollar programas educativos e informativos.
- e) Exigir medidas de protección individual adecuadas:
 - Ropa suficientemente protectora;
 - Protector de ojos (lentes con tapas), que eviten el contacto con el polvo;
 - Limpieza o cambio diario de las ropas utilizadas.
 - Máscaras protectoras, variables según la concentración del arsénico en el aire; se utilizan desde máscaras simples para polvos hasta máscaras con filtros purificadores del aire.
- f) Debe haber duchas y exigir que el trabajador se bañe con jabón o detergente al final del día, principalmente las partes expuestas.
- g) Debe haber una ducha especial para lavar los ojos en caso de contaminación.
- h) Controlar periódicamente los niveles de arsénico en sangre, orina, pelo y uñas.
- i) Controlar las concentraciones de arsénico en el ambiente de trabajo.
- j) Principales elementos que debe considerar el médico que controla a los trabajadores expuestos:
 - Historia general de salud
 - Historia ocupacional para verificar exposiciones anteriores
 - Historia respiratoria
 - Historia cardiovascular
 - Historia dermatológica
 - Examen de piel y pulmón
 - Rayos X de pulmón
 - Estudios de la función pulmonar
 - Análisis de orina
 - Cuando el trabajador utiliza máscara debe hacerse un electrocardio-

grama para evaluar las funciones cardíacas.

- Especial atención al trabajador que fuma, ingiere bebidas alcohólicas o está expuesto a otros agentes tóxicos.
- k) Establecer la incapacidad temporal del trabajador intoxicado, condicionada ésta por la disponibilidad de tratamiento adecuado.

Para establecer la periodicidad con que se debe controlar el nivel del metal en los distintos componentes del organismo humano, se deben tener en cuenta las características locales respecto de al menos los siguientes factores:

- condiciones generales de trabajo
- toxicidad de la sustancia
- niveles de la sustancia en el ambiente
- intensidad de la exposición
- frecuencia en la exposición
- grado de protección personal.

La frecuencia del control mencionado tenderá a ser más alta a medida que este conjunto de factores sea más desfavorable para el individuo. La experiencia general demuestra que, en el mejor de los casos, aparte del examen de admisión, se deben al menos hacer controles anuales. En situaciones adversas se puede llegar a controles mensuales.

2. A nivel general

Las medidas generales de prevención tienen como objetivo poner bajo control las situaciones que signifiquen riesgo para las poblaciones generales expuestas:

- Determinación periódica (monitoreo) de las concentraciones de arsénico en el aire de las localidades con fuentes de contaminación.
- Determinación periódica (monitoreo) de las concentraciones de arsénico en el agua destinada al abastecimiento público.
- Evaluación de las cantidades diarias o semanales absorbidas por los individuos, basada en los valores encontrados en alimentos, agua y aire.
- Control del agua, principalmente en las regiones en donde se han notificado casos de hidroarsenicismo crónico.

ANEXOS

ANEXO 1
 PRODUCCION DE ALGUNOS METALES EN LATINOAMERICA, 1983 (1)
 (TON METRICAS/AÑO)

País	Arsénico	Cadmio	Cromo	Manganeso	Mercurio	Plomo (2)	Plomo (3)	Plomo (4)
Argentina		19	169	30 000		32 000	16 000	14 000
Bolivia	107	143		88		11 838		
Brasil		189	829 000	2 100 100		18 000	20 581	28 939
Chile				26 050		1 679		
Colombia				20 000		390		
Cuba			32 000					
Ecuador		0,4						
Guatemala						100		
Honduras		161						
Jamaica								1 000
México	4 557	1 983		483 004	221	184 261	162 461	35 000
Perú	1 110	1 081				212 600	67 734	
Rep. Dominicana					1,6			
Trinidad Tobago								2 000
Total Mundial	25 276	17 244	8 085 000	22 433 000	6 498	3 324 000	3 204 000	2 025 000
Total Latino- américa y Ca- ribe	5 774	3 579	861 169	2 659 142	222,6	480 158	266 776	80 939
% Latinoamérica y Caribe sobre Total Mundial	23	21	11	12	3	14	8	4

(1) Fuente: Minerals Yearbook, U.S. Dept. of the Interior, Washington, 1984.

(2) Plomo de minería

(3) Plomo de refinación primaria

(4) Plomo de refinación secundaria

ANEXO 2

HIDROARSENICISMO CRONICO REGIONAL ENDEMICO

La contaminación natural de aguas para abastecimiento público con arsénico en algunas regiones de América ha generado una gran cantidad de casos confirmados de intoxicación. La constancia con que se ha observado este fenómeno en localidades de Argentina, Chile y México, constituye un problema de salud pública de gran significación.

Un estudio específico llevado a cabo por Astolfi y colaboradores en Argentina en el año 1982, reveló que el problema ha sido detectado desde el año 1913 aunque solamente en 1917 recibió su designación científica correcta. Después de una investigación, dieron a conocer que la procedencia de los enfermos con lesiones características como la queratosis palmoplantar, melanodermia y epitelomas, era de una misma zona, en donde se constató una concentración del arsénico en el agua de hasta 0,80 mg/l. De cien pacientes estudiados, todos presentaban grados variables de diversos tipos de lesiones (hiperhidrosis, melanodermia, hiperqueratosis, infección, ulceración y cáncer). El estudio de la relación entre la gravedad de la lesión presentada y la edad y tiempo de exposición, demostró una clara asociación entre las lesiones más graves con un mayor tiempo de exposición, ya que un 100% de los casos que presentaban cáncer tenían por lo menos 40 años de edad. Se verificaron datos importantes de la historia natural de la enfermedad por el arsénico, que muestran la evolución de las lesiones desde formas más benignas (hiperhidrosis) hasta formas graves como el cáncer, que suele surgir en individuos expuestos prolongadamente.

Las constataciones hechas por estos estudios y otros tantos que fueron desarrollados por otros investigadores como Zaldívar R. (1974), Borgoño y col. (1970), Biagini y col. (1977), dieron inicio a la exploración del problema y de las posibles soluciones.

En Antofagasta, Chile, una planta de tratamiento del agua para remover el arsénico existente originalmente en las captaciones de ella fue instalada en 1970. Ha logrado una rebaja de valores de hasta 1,0 mg/l y así se ha alcanzado una concentración de 0,06 mg/l de arsénico en el agua potable. Los resultados clínicos y epidemiológicos de estos nuevos niveles fueron evaluados en 1976. Los resultados de esta evaluación permitieron demostrar que con aquella medida se redujo significativamente la incidencia de la enfermedad en las nuevas generaciones que comenzaron a consumir agua con contenido de arsénico controlado mediante la planta especial para este fin.

ANEXO 3

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS SOBRE ASPECTOS
CLINICOS Y
TERAPEUTICOS DE LAS INTOXICACIONES POR
METALES Y SOBRE
ASPECTOS ANALITICOS PARA LA DETERMINACION
DE METALES

1. Aitio, A.; et al. Control de calidad en laboratorios de toxicología ocupacional. México: ECO (Metepec), 1986, 94 p.
2. American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington: APHA; American Water Works Assoc; Water Pollution Control Federation, 1976, 14th ed., 1193 p.
3. Azevedo, F.A. de y Colaccioppo, S. Guía sobre las necesidades mínimas para un laboratorio de toxicología. México: ECO (Metepec), 1986, 39 p.
4. Casarett, L.J. Casarett and Doull's toxicology; the basic science of poisons. New York: MacMillan, 1980, 778 p.
5. Desoille, H; et al. Précis de médecine du travail. Paris: Masson, S.A., 1980, 999 p.
6. Dreisbach, R.H. Handbook of poisoning; prevention, diagnosis and treatment. Los Altos CA: Lange Medical Publications, 1980, 578 p.
7. Friberg, L.; et al. Handbook on the toxicology of metals. Amsterdam: Elsevier/North-Holland Biomedical, 1979, 709 p.
8. Gosselin, R; et al.; Clinical toxicology of commercial products. Baltimore: Williams & Wilkins, 1976, 79 p.
9. International Labour Office. Encyclopaedia of occupational health and safety. Geneva: ILO, 1983, 2 v.
10. Matthew, H. Treatment of common acute poisonings. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1979.
11. Mendes, R. Medicina do trabalho e doenças profissionais. São Paulo, BR: Sarvier 1980.
12. Organización Panamericana de la Salud. Manual clínico sobre sustancias tóxicas; tratamiento de emergencia en caso de intoxicación con venenos empleados contra plagas. Washington: OPS. 1966, 133 p. (Publicación Científica 143).
13. Patty, F.A. Patty's industrial hygiene and toxicology. New York: John Wiley & Sons, 1978.
14. Pereira Bastos, M.E. y Nefussi, M. Aspectos toxicológicos de agentes químicos. México: ECO (Metepec), 1986, 114 p.
15. Stern, A.C. Air pollution V. 3; measuring and surveillance of air pollution. New York: Academic, 1976, 799 p.
16. Wintrobe, M.M. et al. (eds.) Harrison's principles of internal medicine. New York: McGraw-Hill, 1970, V.2 , 1080-2016 p.
17. World Health Organization. Arsenic. Geneva: WHO, 1981, 174 p. (Environmental Health Criteria, 18).

ANEXO 4

LIMITES PARA CONCENTRACIONES DE SUSTANCIAS QUIMICAS EN EL AMBIENTE OCUPACIONAL Y EN EL ORGANISMO

Valores umbrales límites

Estos límites, desarrollados originalmente bajo el concepto de "valor umbral límite"¹, se refieren a "la concentración de sustancias químicas en el aire de los lugares de trabajo, por debajo de cuyo valor casi todos los trabajadores pueden estar expuestos periódicamente sin presentar efectos adversos"².

Estos valores han sido establecidos en diversos países para unos 500 compuestos y en muchos de aquéllos han sido incorporados a la legislación. Sin embargo, los criterios para definir estos valores no son uniformes entre los países y, por lo tanto, varían sustancialmente de un país a otro. Esta situación es responsable de que también reciban nomenclatura diferente y según esto pueden denominarse "valor umbral límite" (TLV) o "concentración máxima permisible" (MAC)³.

Estos límites se han fijado primordialmente a partir de la experimentación con animales de laboratorio y, con menos frecuencia, sobre la base de estudios epidemiológicos en trabajadores expuestos ocupacionalmente a un determinado compuesto químico.

En la práctica estos límites están siendo revisados periódicamente a la luz de la experiencia ocupacional y de la investigación científica, lo que ha llevado a un progresivo descenso de los valores inicialmente considerados inofensivos para el trabajador, o sea, estos valores se han hecho más estrictos.

Para los agentes químicos estos valores se expresan en partes del compuesto por millón de partes de aire (ppm) o bien miligramos del compuesto por metro cúbico de aire (mg/m³).

Se distinguen tres tipos de TLV's:

1. Valor promediado (TWA)⁴: es la concentración media del compuesto para una jornada de 8 horas diarias, en que el valor promediado de todas las mediciones no debe sobrepasar el valor de este TLV-TWA.
2. Valor techo (C)⁵: es un valor que nunca debe ser sobrepasado durante la jornada de trabajo. Este valor se utiliza para compuestos particularmente tóxicos o que tienen efectos carcinogénicos, teratogénicos o mutagénicos.

¹ El término "valor umbral límite" derivó del término inglés "threshold limit value" (TLV).

² THRESHOLD LIMIT VALUE, for Chemical Substances and Physical Agents in the Work Environment and Biological Exposure Indices with Intended Changes for 1985-86 ACGIH, USA.

³ El Término "concentración máxima permisible" equivale al término inglés "maximum admissible concentration" (MAC).

⁴ TWA corresponde a la sigla de los términos en inglés Time Weighted Average.

⁵ Corresponde a la sigla del término en inglés Ceiling.

3. Valor de exposición corta (STEL)⁶: corresponde a una situación intermedia entre los dos valores anteriores, en que los trabajadores pueden estar expuestos por períodos que no excedan de 15 minutos por hora, 4 veces al día y con un mínimo de 60 minutos entre cada exposición.

La aplicación de estos valores en los países de Latinoamérica y del Caribe debe hacerse con especial cuidado, teniendo presente que existen críticas que se hacen a los valores umbrales límites, las que se refieren a que:

- a) son el resultado de estudios efectuados en países industrializados, en que las condiciones de trabajo y las características de los trabajadores, en cuanto a su nivel nutricional y educativo, son muy distintas a los existentes en países en desarrollo;
- b) con demasiada frecuencia los trabajadores están expuestos simultáneamente a varias sustancias que pueden tener entre sí efectos aditivos o sinérgicos;
- c) implican protección orientada a trabajadores adultos, laborando 8 horas diarias y cinco días a la semana, mientras que muy a menudo las pequeñas empresas y las faenas agrícolas de países en desarrollo tienen jornadas que sobrepasan las 10 horas diarias y habitualmente emplean niños.

Límites biológicos de exposición ocupacional

Estos límites o índices expresan la respuesta biológica del trabajador expuesto ocupacionalmente a un agente químico determinado. Guardan una relación directa con la concentración de la sustancia en el ambiente ocupacional.

Estos límites han sido desarrollados, también en los países industrializados, en los últimos diez años, debido a:

- a) La necesidad de compensar algunas limitaciones de los valores umbrales límites (TLV's).
- b) El progreso en las técnicas analíticas de laboratorio toxicológico.
- c) Que ciertos agentes químicos pueden ser dañinos a cualquier concentración.
- d) Que existen campos de controversia respecto a umbrales, como es el caso de los agentes carcinogénicos o mutagénicos.

Estos límites biológicos se determinan en muestras biológicas tales como sangre, orina, cabello o uñas. Se expresan en miligramos del compuesto por litro o por 100 gramos de la muestra analizada. Existen valores para alrededor de 20 sustancias químicas. En algunos países tienen valor legal, pero es importante señalar que éste siempre está supeditado a las condiciones de trabajo y/o los valores umbrales límites (TLV's).

Las tres principales limitaciones o críticas que se le hacen a los límites biológicos de exposición ocupacional son:

- 1) Para muchos agentes químicos no existen parámetros biológicos.
- 2) No son aplicables a los agentes que no se absorben, como son los que actúan en la superficie, sólo con efecto irritativo cutáneo.
- 3) Muchos investigadores no aceptan que el ser humano sea el instru-

⁶ STEL corresponde a la sigla de los términos en inglés Short Term Exposure Limit.

mento de muestreo e insisten en que se continúe usando de preferencia los valores umbrales límites.

Límites ocupacionales y límites para población general

Los límites ocupacionales (TLV's o biológicos) para exposiciones de trabajadores adultos durante 8 horas de trabajo no pueden extrapolarse a exposiciones de una comunidad general al mismo agente químico, ya que esta última situación incluye individuos de todas las edades, personas enfermas y personas expuestas durante 24 horas.

Sin embargo, la OMS ha utilizado ampliamente la experiencia y la información de las exposiciones ocupacionales para fijar valores aplicables a la población general.

ANEXO 5

VIGILANCIA EPIDEMIOLOGICA

I. La vigilancia epidemiológica en el campo de la contaminación ambiental

El propósito y la intención final de la vigilancia epidemiológica consisten en hacer recomendaciones y decidir, objetiva y científicamente, acerca de las medidas necesarias para prevenir o controlar un problema de salud. Sobre esta base, puede concebirse la vigilancia epidemiológica de los riesgos ambientales como:

Una secuencia sistemática y dinámica de actividades consistentes en la consecución propositiva, elaboración, análisis, aprovechamiento y difusión selectiva de información sobre riesgos y problemas de salud derivados de la exposición a agentes ambientales. Este proceso se desarrolla lo más cerca de los hechos posible y en forma permanente. Tal información, que puede ser cuantitativa o cualitativa y que pretende reflejar la conducta de los factores que condicionan la enfermedad, se origina y fluye a través de conductos ordenados hacia diversos niveles de la organización sanitaria en la que, de acuerdo a normas y funciones fijadas de antemano, se hacen recomendaciones, se toman decisiones y se realizan medidas de prevención y control de los riesgos ambientales y de los problemas de salud derivados de la contaminación.

De acuerdo al concepto anterior, la vigilancia epidemiológica es de aplicación eminentemente práctica en el campo de la salud pública y constituye un servicio complementario de importancia.

El tipo y cantidad de información que se maneja en un sistema de vigilancia epidemiológica también puede ser aprovechada en beneficio de la investigación clínica y de la investigación biomédica de los factores y efectos de la contaminación.

Dada la naturaleza de la vigilancia de los problemas de salud dependientes de la contaminación química del ambiente, se considera como fundamental que cualquier sistema que se desarrolle al respecto debe ser concebido con un criterio integral e inter-institucional, estableciéndose líneas recíprocas de comunicación y coordinación entre las instituciones de salud y las variadas otras instituciones relacionadas más directamente con la vigilancia y calidad del ambiente.

En base a los breves antecedentes dados se puede resumir que un sistema de vigilancia epidemiológica comprende tres elementos conceptuales básicos y secuenciales que lo condicionan:

- a) Información
- b) Decisión
- c) Control

A manera de ilustración puede citarse la secuencia lógica y completa de acontecimientos que normalmente podría ocurrir en un sistema de vigilancia epidemiológica (SVE) en el campo de la contaminación ambiental:

1. A un centro de salud rural es llevado un menor de edad con diarrea y vómito, obnubilación y síntomas de dificultad respiratoria. El médico que atiende al niño aprecia salivación intensa, contracción pupilar y un estado general tan malo que le hace suponer que el paciente está en peligro de perder la vida. Sospechando una intoxicación por plaguicidas, inicia un tratamiento básico de urgencia, elabora una breve historia clínica en la que anota el antecedente de que el niño ha trabajado recientemente en los campos agrícolas aledaños, traslada al paciente al hospital y se dedica a localizar la fuente de origen del probable agente tóxico. Realiza estas actividades con suficiente precisión debido a que el instructivo elaborado por el SVE le indica los pasos a seguir y le proporciona los formatos necesarios para llenar su informe.
2. En el hospital se comprueba que el cuadro clínico coincide con una intoxicación por plaguicida y se continúa el tratamiento. Desafortunadamente el paciente fallece; se realiza una autopsia. Llama la atención la muy violenta evolución y empeoramiento que presentó el paciente. Dado que las normas difundidas por el SVE indican que deben ser enviadas a las oficinas centrales del sistema un resumen de la historia clínica en un formato especial, muestras de tejidos y del posible agente causal, se realiza una preservación cuidadosa y envío de muestras a las oficinas centrales del sistema. Además, siguiendo las normas preestablecidas, se procede a incautar el resto del plaguicida que se estaba empleando en el campo agrícola y se realizan estudios clínicos y de laboratorio a toda persona que hubiera estado en contacto con el agente en estudio.
3. En las oficinas centrales del SVE se hacen análisis del plaguicida, encontrándose que químicamente difiere de los que se conocían hasta el momento, por lo cual se envían muestras a un laboratorio muy especializado en que se realizan estudios sobre su composición química. Al confirmarse una innovación en la estructura molecular del agente en cuestión se decide realizar ensayos biológicos en animales de experimentación así como en tejidos in vitro. Al encontrar que parece existir un mecanismo de acción más acelerado que lo usual se da aviso al SVE y se establecen contactos con las autoridades sanitarias regionales para que se prohíba el uso de dicho plaguicida hasta que se establezcan normas de seguridad pertinentes.
4. Meses más tarde, luego de diversas investigaciones, se define la peligrosidad del plaguicida, se efectúan las modificaciones pertinentes en las etiquetas atendiendo la información preventiva para el público y para el usuario, se difunden convenientemente los riesgos de su uso y se envían instructivos acerca del manejo de urgencia de pacientes intoxicados con esa sustancia.

Los elementos expuestos en el ejemplo muestran la concurrencia secuencial y armónica de acontecimientos generados en ámbitos de responsabilidades separadas, los cuales necesariamente deben coordinarse en beneficio de la eficiencia del sistema. A modo de ejemplo, podemos señalar lo que respecta a normas: las autoridades ambientales, en este caso a nivel agrícola, deben disponer de las respectivas normas de emisión de plaguicidas; paralelamente las autoridades de salud humana deben establecer las normas de exposición humana para los mismos productos.

II. Elementos de la vigilancia epidemiológica

Como se puede desprender a partir de lo expuesto, la vigilancia epidemiológica pretende:

- a) Poner en práctica elementos de prevención y de control de enfermedades conocidas o de reciente descubrimiento.
- b) Reunir, analizar y evaluar la información disponible para estimar la magnitud, trascendencia y distribución de los problemas de salud derivados de la exposición a agentes contaminantes del ambiente.
- c) Orientar, facilitar y perfeccionar la práctica del personal dedicado a cumplir acciones de salud pública.
- d) Educar a la población expuesta a la contaminación.
- e) Facilitar la investigación de aspectos biológicos, clínicos o epidemiológicos de las afecciones derivadas de la contaminación.
- f) Promover la integración de sectores e instituciones.

III. Fuentes de información de un sistema de vigilancia epidemiológica

Para lograr los anteriores propósitos, la vigilancia epidemiológica en el campo de la contaminación ambiental se basa en, por lo menos, las siguientes fuentes:

- a) Datos demográficos y socioeconómicos de las poblaciones expuestas:

Esta información permite identificar patrones de ocurrencia a través de su elaboración y análisis mediante diferentes procedimientos estadísticos. Entre los principales datos demográficos y afines interesan la distribución de la población por edades, sexo, nivel educacional, ocupación, estilos de vida, sector geográfico, tipo de vivienda, etc., así como nacimientos y movimientos de poblaciones.

- b) Datos de mortalidad:

Una información potencialmente valiosa para los SVE es la que se encuentra en los registros de mortalidad. Desafortunadamente si las defun-

ciones no son certificadas en su totalidad o la certificación es deficiente, dicha información reduce su utilidad. Aunque pudiera resultar atractivo el empleo de los informes de fallecimientos ocurridos en el medio hospitalario, habrá que tener precaución en el uso de tales datos con propósito de hacer generalizaciones, ya que este tipo de unidades puede concentrar artificialmente a tipos muy específicos de enfermos e inclusive realizar estudios de autopsia para causas muy específicas de defunción hospitalaria, lo cual podría sesgar en mayor o menor medida las conclusiones acerca de la magnitud y distribución de la afección en estudio.

Además, en ciertas situaciones la mortalidad de uno u otro modo ha modificado favorablemente sus niveles como consecuencia directa de políticas de salud que apuntan a reducirla o bien por progresos notorios en la tecnología terapéutica específica, no representando estos éxitos una significativa modificación de la incidencia de la enfermedad en la población.

En muchas de estas situaciones la mortalidad sólo representa el extremo visible de un témpano.

De cualquier forma, y teniendo presente las limitaciones enunciadas, las causas de defunción ocurridas en el medio hospitalario y los hallazgos de autopsia en dicho tipo de instalaciones médicas, constituyen uno de los componentes importantes para iniciar las actividades del SVE.

c) Registros de morbilidad:

Los informes cotidianos de las consultas otorgadas en las unidades de consulta externa, el registro de los egresos hospitalarios, la información concentrada en registros o servicios de afecciones específicas (de cáncer, de enfermedades congénitas u otras), los datos obtenibles en encuestas de morbilidad, las notificaciones de enfermedades seleccionadas, las investigaciones de casos o brotes e incluso el registro de ausentismo laboral, constituyen quizás algunos de los más importantes elementos de la vigilancia epidemiológica. Sin embargo, debe considerarse que para que estas fuentes de información sean confiables se requiere de un buen adiestramiento del personal médico y paramédico que realiza los diagnósticos.

d) Resultados de estudios de laboratorio:

Tanto los hallazgos rutinarios derivados de diversos análisis de laboratorio clínico como de los exámenes toxicológicos, suelen constituir buenos indicadores para el inicio de pesquisas sobre individuos potencial o seguramente afectados por la exposición a sustancias contaminantes o sobre la existencia de niveles peligrosos de agentes dañinos para la salud; tal es el caso de las sustancias que al encontrarse elevadas en sangre, suero, orina u otro material biológico, indican afecciones derivadas de intoxicaciones agudas o crónicas.

e) Resultados del monitoreo ambiental:

Existen diversos laboratorios dedicados a identificar y medir, regular y continuamente, sustancias seleccionadas, ya sea en aire, aguas, suelos,

alimentos y otros medios o vehículos. Estos laboratorios pueden estar ubicados dentro del mismo sector salud así como en otras entidades u organismos que tienen intereses o responsabilidades en otros ámbitos (agrícola, industrial, marino, bromatológico, etc.). Independientemente del sector donde se genere esta información, resulta de la mayor importancia el acceso y el aprovechamiento de ella por parte del SVE a objeto de detectar problemas.

f) Información proveniente del medio industrial, comercial y económico:

La noticia de próximas instalaciones fabriles, de creación de zonas o parques industriales, del inicio de la elaboración o de la importación de nuevas sustancias, el incremento en los volúmenes de producción de diversos productos químicos, aumento en el consumo de drogas, etc., constituye una advertencia para iniciar la vigilancia precoz de la presencia de agentes contaminantes en las poblaciones aledañas, así como de la aparición de afecciones específicas en ellas.

La disponibilidad de un catastro industrial suficiente y actualizado puede llegar a constituirse en un valioso elemento para ser incorporado a las actividades del SVE. Al disponer de un listado exhaustivo de los agentes químicos industriales generados localmente, es posible programar con más propiedad la pesquisa de patología seleccionada.

g) Información sobre aspectos del saneamiento ambiental relacionados con sustancias químicas peligrosas:

En los servicios sanitarios es posible obtener valiosa información respecto del diagnóstico local, a planes y programas en desarrollo, a identificación de problemas prioritarios o prevalentes, que tengan que ver con las emisiones, descargas, disposición final y tratamiento de residuos industriales químicos, gaseosos, líquidos y sólidos. Las relaciones que puedan tener estos residuos con los abastos de agua potable, con aguas para riego agrícola, con aguas para uso recreacional, con sectores habitacionales densamente poblados, con algunos alimentos de interés, y la eventual identificación de dichas relaciones, pueden representar aportes de importancia para ser incorporados al SVE.

h) La comunidad:

Los líderes naturales o formales de las comunidades suelen constituirse en valiosa ayuda para la detección de un exceso de casos de patología suficientemente conocida que con certeza se deriva de la exposición a agentes ambientales. Asimismo, la comunidad suele ser un detector oportuno al representar, notificar o quejarse de situaciones molestas derivadas de la presencia de sustancias contaminantes en el ambiente.

IV. Procedimientos y estrategias en la vigilancia epidemiológica

Como se ha mencionado inicialmente, la vigilancia epidemiológica se desarrolla a través de un ordenamiento sistemático de actividades, con el pro-

pósito bien definido de prevención y control de un problema de salud. Estas actividades, al formar parte de un sistema, se ordenan igualmente en un contexto propio de éste; hay actividades que apuntan a alimentar el sistema (insumos), hay actividades de procesamiento y hay actividades derivadas de tal procesamiento (productos), los cuales van a ser asimilados a otros niveles o bien van a realimentar al propio sistema. A continuación se señalarán las principales actividades de esta secuencia, sus características y algunas estrategias para su materialización.

a) Ante la necesidad de enfrentar situaciones de salud-enfermedad relacionadas con el ambiente, se precisa efectuar una adecuada definición de tales situaciones para poder identificar acertadamente las fuentes de información. La observación rigurosa del problema en el terreno es aconsejable, a objeto de ampliar y complementar las alternativas recientemente señaladas en el punto III.

b) Génesis y recolección de la información:

Esta fase tendrá diversas características según se trate de la iniciación del proceso por primera vez o etapas posteriores de funcionamiento regular del SVE. Los contactos iniciales con las fuentes de información pueden demostrar que éstas tienen limitaciones o insuficiencias en grado variable, cualitativa o cuantitativamente. Por ejemplo, la fuente de información más frecuentemente empleada para reconocer la población expuesta a sustancias son los censos de población. Desafortunadamente, no siempre se cuenta con datos suficientemente oportunos o exactos y por ello conviene la realización de estimaciones de la población a través de encuestas por muestreo.

Se puede intentar mejorar estas limitaciones inicialmente detectadas mediante la obtención de recursos adicionales, el perfeccionamiento de los mecanismos primarios de recolección de datos, la instauración de pautas, procedimientos o normas y la creación de nuevas fuentes de información.

Habitualmente existen limitaciones en la información relacionadas con la cobertura y representatividad de ella. Ante ello es recomendable seleccionar algunas fuentes que, cumpliendo ciertos requisitos, puedan proporcionar regularmente información confiable que servirá como elemento orientador y de alerta respecto de algún parámetro ambiental o de alguna enfermedad dada. Esto es dable de observar cuando se seleccionan establecimientos de consulta externa u hospitales, que para los fines de apreciar la evolución de una información específica son denominados como establecimientos sensores o centinelas. La definición de las características de estas fuentes sensoras, así como de su cantidad, está condicionada por la naturaleza de la información que se requiere y es previa a la incorporación de ellas al SVE.

En esta etapa la motivación de las instituciones ajenas al sector salud es importante a objeto de obtener su colaboración e incorporación al sistema.

Tanto respecto de las entidades extrasectoriales como las fuentes propias del sector, especialmente los establecimientos de atención médica, se deberá velar por una sensibilización permanente en ellas del personal que genera la información, así como la facilitación a dicho personal de medios prácticos y simples para tal objeto. Conviene destacar que incluso dentro del mismo sector salud, los conocimientos acerca de los

problemas derivados de la contaminación ambiental no suelen ser tan divulgados, más aún si consideramos que aquéllos están en constante proceso de renovación. Se debe considerar la entrega sistematizada a los diversos niveles y ámbitos que generan, recolectan y traspasan la información, de instructivos, pautas y normas respecto de cuál información se requiere y de cómo tramitarla especialmente para situaciones previamente identificadas, como notificaciones urgentes, toma de muestras y tipo de análisis a solicitar.

Igualmente es este el momento en que se establece la frecuencia con que la información debe ser transferida, las vías por las cuales debe ser canalizada y los niveles de procesamiento de ella que pueda requerirse.

Estos aspectos, junto con la capacitación y motivación del personal, son de primordial importancia para asegurarse una información confiable y oportuna.

En esta fase es necesario además decidir - de acuerdo a las condiciones de estructura, cobertura, volúmenes de datos y capacidad de procesamiento de ellos que el SVE pueda disponer - si la vigilancia se va a efectuar globalmente sobre la población y ambiente en general, recogiendo y analizando todos o gran parte de los registros de morbilidad y mortalidad, de laboratorios clínicos y ambientales y observando qué configuración adoptan los resultados; o bien, se canalizará la pesquisa hacia ciertos parámetros ambientales y ciertas enfermedades específicas en ciertos grupos de la población. Lo aconsejable, sobre todo cuando se pretenda establecer por primera vez un SVE, es adoptar la segunda modalidad, por las ventajas que representa su implementación comparativamente con la primera.

c) Cálculo de indicadores:

Una vez recolectada la información se procede al cálculo de diversos indicadores (tasas, razones, distribuciones temporales y espaciales, etc.), que permitirán disponer de un perfil estadístico de la situación que interesa.

d) Presentación o expresión de datos crudos y de datos elaborados para su ulterior interpretación:

Las cifras crudas y los indicadores calculados deberán ser sistemáticamente presentados bajo la forma de tablas, gráficos, mapas epidemiológicos, correlaciones, etc., a objeto de facilitar el diagnóstico y la interpretación.

e) Definición del problema en términos epidemiológicos y evaluación de sus características:

El perfil obtenido a partir de los dos puntos precedentes permitirá obtener imágenes sobre componentes, magnitud, gravedad, trascendencia, frecuencia, distribución y tendencias del problema. Una de las conclusiones más importantes en este momento es la identificación y cuantificación de factores ambientales de riesgo para la salud humana y de grupos humanos expuestos a mayor riesgo (grupos de alto riesgo), ya que orientarán y condicionarán las recomendaciones y las medidas de prevención y control.

A este nivel se efectúa además, en función de la información y análisis obtenidos, una evaluación de los estudios de génesis y recolección de

los datos, lo cual proporcionará directrices para el ulterior desarrollo y perfeccionamiento del sistema a ese nivel.

A esta altura se podría revisar qué tipo de información podría continuar ingresando al sistema, con qué periodicidad y de qué manera se procesará.

Esta fase también proporcionará evaluación y criterio para readecuar la vigilancia si es necesario, orientando la pesquisa hacia aquellas áreas en donde los efectos se ven con más frecuencia y con más gravedad y en donde se den las condiciones de mayor factibilidad de prevención y control.

- f) Estrechamente ligada a la gestión de la fase anterior está la conveniencia de que los problemas de salud derivados de la contaminación ambiental sean definidos, evaluados e interpretados interdisciplinaria e interinstitucionalmente, involucrando formalmente a los que generan la información que ingresa al sistema y a los niveles más directamente responsables de la calidad y protección del ambiente. Esta coyuntura, de lograrse y mantenerse, debiera proporcionar ventajas tanto en el perfeccionamiento operativo del SVE como en las recomendaciones y en la implementación de las medidas preventivas y de control.

- g) Proposición de recomendaciones, de medidas preventivas y de medidas de control:

El análisis y la evaluación epidemiológica, la identificación de situaciones y grupos de alto riesgo, la estimación de la vulnerabilidad del problema (o sea, la posibilidad técnica y económica de poder prevenirlo o controlarlo), el grado de colaboración multisectorial, etc. permitirán emitir recomendaciones y proponer medidas concretas a los niveles de decisión política, que lleven a la prevención o al efectivo control del problema en niveles significativamente menores que los diagnosticados.

Las recomendaciones y las medidas para ser aplicadas, ya sea en el ambiente y/o en los grupos expuestos de alto riesgo, pueden ser una o varias de las siguientes:

- De orden político
- De índole técnico y tecnológico
- De índole administrativo
- De índole legal y normativo
- De investigación

Entre las recomendaciones tienen especial interés aquellas asociadas con el desarrollo de recursos para atender emergencias relacionadas con sustancias químicas, con énfasis en obtener una capacidad de reacción y de coordinación para atender tales situaciones.

- h) Distribución de la información epidemiológica:

Luego de efectuado el procesamiento de la información se dispondrá de un nuevo tipo de información que, sincrónicamente con la fase anterior, deberá completar el ciclo de realimentación de los diversos niveles del SVE, tanto de ejecución como de toma de decisiones. La modalidad para cumplir esta actividad puede ser variada pero lo más habitual es la emisión periódica de boletines de información. Las características y la frecuencia de tales boletines estarán condicionadas a la naturaleza de los

problemas de los que se preocupe el SVE. Cabe señalar finalmente que la abundante literatura científica que cotidianamente se publica sobre efectos de sustancias en la salud, constituye una importante fuente adicional de información y orientación y cabe la posibilidad de que sea igualmente incorporada en dichos boletines.

ANEXO 6

ASPECTOS SELECCIONADOS DE ALGUNOS COMPUESTOS ARSENICALES

CARACTERISTICAS	SUSTANCIA O COMPUESTO			
NOMBRE	Sulfuro de arsénico	Trióxido de arsénico	Pentóxido de arsénico	Tricloruro de arsénico
SINONIMO(S)	Sulfuro de As sólido, sulfuro de As amarillo, trisulfuro de As, oro del Rey.	Oxido de arsénico, arsénico crudo, arsénico blanco, óxido arsenioso, trióxido diAs.	Acido arsénico anhidro, pentóxido sólido de arsénico, anhídrido de arsénico.	Cloruro de arsénico, cloruro arsenioso, mantequilla de arsénico, tricloroarsina.
FORMULA QUIMICA	As ₂ S ₃	As ₂ O ₃	As ₂ O ₅	AsCl ₃
PESO MOLECULAR	246	197,84	229,84	181,28
PUNTO FUSION, °C	316	312,3	315(se descompone)	-8,5
PUNTO EBULLICION, °C	693	457,2	--	130,2
SOLUBILIDAD	Agua	Agua, alcohol y HCl	Agua y alcohol	Agua y HCl
INFLAMABILIDAD	No	No	No	No
ASPECTO FISICO	Cristales amarillos o rojizos.	Polvo blanco	Sólido blanco, amorfo, delicuescente.	Líquido aceitoso, de incoloro a amarillo.
INCOMPATIBILIDAD CON	Cloratos. Descomposición térmica tóxica y peligrosa.	Metales activados y ácidos fuertes.	Metales activados y ácidos fuertes.	Gas hidrógeno, polvo de aluminio, sodio, arena. Con agua origina gas tóxico.
DL ₅₀	Rata, oral: 48 mg/kg.	Hombre, oral: 1 430 ug/kg.	Rata, oral: 48 mg/kg.	LCLo, ratón: 338 ppm/10 meses inhalación.
VIAS DE INGRESO	Digestiva Dermica (?)	Respiratoria Digestiva Dermica (?)	Respiratoria Digestiva Dermica (?)	Respiratoria Digestiva Dermica (?)
EFFECTOS EN	Sistemas cardiovascular, digestivo, nervioso. Piel. Tabique nasal.	Pulmón, hígado, piel y riñones.	Pulmón, hígado, riñones, piel y tracto digestivo.	Pulmón, hígado, riñones, piel, tracto digestivo, tabique nasal.
ESTUDIOS ESPECIFICOS	--	Arsénico en orina.	Arsénico en orina.	Arsénico en orina

CARACTERISTICAS	SUSTANCIA O COMPUESTO			
	Arsénico	Acido arsénico	Acido arsénico semihidratado	Disulfuro de arsénico
NOMBRE	Arsénico	Acido arsénico	Acido arsénico semihidratado	Disulfuro de arsénico
SINONIMO(S)	Arsénico sólido, arsénico coloidal, arsénico negro, arsénico gris, arsénico 75.	Acido ortoarsénico, de secante L/10	Acido ortoarsénico semihidratado, ácido arsénico sólido.	Sulfuro de arsénico, B-sulfuro de arsénico, arsénico rojo, pigmento amarillo 39.
FORMULA QUIMICA	As	H ₃ AsO ₄	H ₃ AsO ₄ · ½H ₂ O	As ₂ S ₂
PESO MOLECULAR	74,9	141,93	150,96	213,97
PUNTO FUSION, °C	817	35,5	35,5	267
PUNTO EBULLICION, °C	613	160 (anhidro)	160 (anhidro)	565
SOLUBILIDAD	No	Agua y alcohol	Agua y alcohol	Agua, K ₂ S y NaHCO ₃
INFLAMABILIDAD	No	No	No	Sí
ASPECTO FISICO	Sólido plateado gris, quebradizo, se oscurece con el aire.	No	Cristales higroscópicos, translúcidos a blancos.	Cristales lustrosos pardos o rojizos.
INCOMPATIBILIDAD CON	Oxidantes, bromatos, cloratos, ácidos halogenados, Na, K, Li, Zn, Pt, y Pd.	Descomposición térmica peligrosa y tóxica.	Descomposición térmica peligrosa y tóxica.	Oxidantes fuertes. Con el agua origina gas peligroso. Descomposición térmica peligrosa.
DL ₅₀	LD50 oral de arsénico y compuestos en general de 15-293 mg/kg en ratas y de 11-159 mg/kg en otros.	Rata, oral; 48 mg/kg.	Rata, endovenosa: 6 mg/kg.	No determinada.
VIAS DE INGRESO	Respiratoria Digestiva Dérmica (?)	Respiratoria Digestiva Dérmica (?)	Respiratoria Digestiva Dérmica (?)	Respiratoria Digestiva Dérmica (?)
EFFECTOS EN	Sistemas respiratorio, digestivo, nervioso y cardiovascular. Piel y riñón.	Sistemas digestivo, nervioso y cardiovascular. Piel.	Sistemas digestivo, nervioso y cardiovascular. Piel.	Sistemas digestivo, nervioso y cardiovascular. Piel.
ESTUDIOS ESPECIFICOS	Arsénico en orina	Arsénico en orina.	Arsénico en orina y sangre.	Arsénico en orina.

CARACTERISTICAS	SUSTANCIA O COMPUESTO	
NOMBRE	Tribromuro de arsénico	Triyoduro de arsénico
SINONIMO(S)	Bromuro de arsénico, bromuro arsenioso, tribromoarsina.	Yoduro de arsénico, yoduro arsenioso, triyodoarsina.
FORMULA QUIMICA	AsBr ₃	AsI ₃
PESO MOLECULAR	314,65	455,64
PUNTO FUSION, °C	32,8	146
PUNTO EBULLICION, °C	221	403
SOLUBILIDAD	Agua, HCl, HBr, CS ₂ .	Agua, bajo condiciones especiales; en alcohol, éter, benceno, CS ₂ , CHCl ₃
INFLAMABILIDAD	--	Sí
ASPECTO FISICO	Cristales higroscópicos, de translúcidos a amarillo.	Cristales de naranja a rojo.
INCOMPATIBILIDAD CON	Descomposición térmica peligrosa y tóxica.	Potasio y sodio. Descomposición térmica peligrosa y tóxica.
DL ₅₀	Rata, oral: 48 mg/kg.	Rata, oral: 48 mg/kg.
VIAS DE INGRESO	Digestiva Dérmica (?)	Digestiva Dérmica (?)
EFECTOS EN	Pulmón, hígado, riñones, piel, tracto digestivo, tabique nasal.	Sistemas cardiovascular, digestivo y nervioso. Piel. Tabique nasal.
ESTUDIOS ESPECIFICOS	--	--

ANEXO 7

ANTECEDENTES DEMOGRAFICOS Y ECONOMICOS DE INTERES

CUADRO 1

POBLACION URBANA (EN MILES) PORCENTAJE DE LA POBLACION TOTAL RESIDENTE EN AREAS URBANAS, POR PAIS DE AMERICA, 1980, 1985 y 2000

País	Población urbana			Porcentaje urbano		
	1980	1985	2000	1980	1985	2000
Argentina	23.346	25.845	33.014	82,7	84,6	88,8
Barbados	100	107	145	40,2	42,3	51,1
Belice	72	79	116	49,4	50,0	57,8
Bermuda	71	79	103	100,0	100,0	100,0
Bolivia	2.468	3.046	5.687	44,3	47,8	58,5
Brasil	81.888	98.599	148.397	67,5	72,7	82,7
Canadá	18.227	19.289	22.242	75,7	75,9	76,9
Colombia	16.568	19.357	28.557	64,2	67,4	75,2
Costa Rica	1.047	1.295	2.188	46,0	49,8	60,8
Cuba	6.628	7.202	9.364	68,1	71,8	79,9
Chile	9.021	10.060	13.112	81,1	83,6	88,6
Ecuador	3.844	4.901	9.042	47,3	52,3	64,9
El Salvador	1.883	2.172	3.799	39,3	39,1	43,6
Estados Unidos	167.849	175.847	200.220	73,7	73,9	74,6
Guatemala	2.664	3.185	5.800	38,5	40,0	47,5
Guadalupe	142	153	196	43,4	45,8	55,4
Guayana	264	307	501	30,5	32,2	41,9
Guayana Francesa	46	53	75	69,7	72,6	78,1
Haití	1.427	1.794	3.675	24,6	27,2	37,3
Honduras	1.331	1.747	3.625	36,1	40,0	52,0
Jamaica	1.082	1.257	1.850	49,8	53,8	64,2
Martinica	217	233	274	66,6	71,0	79,2
México	46.044	55.012	84.492	66,4	69,6	77,4
Nicaragua	1.480	1.851	3.466	53,4	56,6	65,9
Panamá	989	1.144	1.749	50,5	52,4	60,4
Paraguay	1.321	1.636	2.921	41,7	44,4	54,0
Perú	11.153	13.282	21.014	64,5	67,4	75,2
Puerto Rico	2.144	2.441	3.298	67,0	70,7	78,8
República Dominicana	2.807	3.474	5.729	50,5	55,7	68,1
Suriname	159	171	254	44,8	45,6	54,2
Trinidad y Tobago	623	757	1.105	56,9	63,9	75,0
Uruguay	2.438	2.549	2.937	83,8	84,6	87,3
Venezuela	12.572	15.004	22.462	83,7	86,6	90,9

Fuentes: Naciones Unidas. Estimates and Projections of Urban, Rural and City Populations, 1950-2025: The 1982 Assessment. ST/ESA/SER.R/58. Nueva York, 1985.

Naciones Unidas. World Population Prospects: Estimates and Projections as Assessed in 1984. ST/ESA/SER.A/98. Nueva York, 1986.

CUADRO 2.

POBLACION URBANA (MILES) Y PORCENTAJE DE LA POBLACION QUE VIVE EN LAS ZONAS URBANAS, POR SUBREGION DE AMERICA, 1980, 1985 y 2000

Región y Subregión	Población urbana			Porcentaje de la población urbana		
	1980	1985	2000	1980	1985	2000
REGION (total)	422.369	474.425	642.082	68,9	71,0	76,1
<u>América Latina</u>	233.135	275.676	414.455	65,7	69,3	77,1
Zona Andina	46.605	55.590	86.762	64,9	68,2	75,9
Cono Sur	36.126	40.090	51.984	79,5	81,3	85,6
Brasil	81.888	98.599	148.397	67,5	72,7	82,7
América Central	9.466	11.474	20.754	42,0	44,0	52,0
México	46.044	55.012	84.492	66,4	69,6	77,4
Caribe Latinoamericano	13.006	14.911	22.066	53,5	56,7	64,6
<u>Caribe</u>	3.082	3.529	5.057	17,2	19,1	24,5
<u>América del Norte</u>	186.152	195.220	222.570	73,9	74,1	74,9

Fuente: Naciones Unidas. Estimates and Projections of Urban, Rural and City Populations, 1950-2025: The 1982 Assessment. ST/ESA/SER.R/58. Nueva York, 1985.
También, Naciones Unidas. World Population Prospects: Estimates and Projections as Assessed in 1984. ST/ESA/SER.A/98. Nueva York, 1986.

CUADRO 3

PORCENTAJE DE LA FUERZA DE TRABAJO POR ACTIVIDAD ECONOMICA, EN 11 PAISES DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE, 1980.

País	Porcentajes ^a				
	Agricultura	Minería	Manufactura	Construcción	Otras ^b
Argentina	15,2	0,5	21,0	8,8	54,5
Bahamas	1,9	0,1	6,9	7,2	83,9
Barbados	9,5	...	13,9	6,2	70,4
Bolivia	56,1	2,8	10,5	4,7	25,9
Brasil	29,9	...	24,4	...	45,7
Colombia	34,5	0,6	16,1	6,3	42,5
Costa Rica ^c	21,7	0,3	17,8	5,9	54,0
Guatemala	55,4	0,1	14,9	5,6	24,0
Guayana	30,9	3,3	15,4	...	50,4
Haití	56,9	0,1	5,7	0,9	36,4
Honduras ^d	54,1	0,4	13,0	4,2	28,3
Jamaica	28,0	2,0	16,2	6,7	47,1
México	37,6	0,9	19,0	5,8	36,7
Nicaragua	41,8	0,4	15,0	4,6	38,2
Panamá	33,7	0,1	10,8	6,9	48,5
Paraguay ^e	40,4	0,2	18,7	8,0	32,7
Perú	40,4	1,2	14,5	4,4	39,9
República Dominicana	41,3	0,1	20,3	3,5	34,8
Trinidad y Tobago ^d	9,2	4,0	12,0	21,9	52,8
Uruguay ^d	17,0	0,2	20,3	5,8	58,7
Venezuela	19,5	1,5	18,8	9,6	50,6

Fuente: Progreso. Bogotá, Colombia, enero-febrero de 1985.

^a Porcentaje con relación a la fuerza de trabajo de cada país.^b Incluye comercio, servicios, transportes, establecimientos financieros, otras actividades.^c 1977^d 1981

ANEXO 8

SIGLAS USADAS

- ACGIH : American Conference of Governmental Industrial Hygienists (USA)
- EDTA : Acido etilendiaminotetraacético
- FAO : Food and Agriculture Organization (Organización para la Alimentación y la Agricultura)
- IARC : International Agency for Research on Cancer
- IDA : Ingesta Diaria Admisible
- LTB : Límite de Tolerancia Biológica
- MAC : Maximum Admissible Concentration (Concentración máxima permisible)
- NIOSH : National Institute for Occupational Safety and Health (CDC, USA)
- OMS : Organización Mundial de la Salud
- OSHA : Occupational Safety and Health Administration (Labor Department, USA)
- STEL : Short Term Exposure Limit (Valor de exposición corta)
- SVE : Sistema de Vigilancia Epidemiológica
- TLV : Threshold Limit Value (Valor umbral límite)
- TWA : Time Weighted Average (Valor promediado en el tiempo)

ANEXO 9

PROFESIONALES CONSULTADOS

Albert, Lilia Dra.
Director Programa Contaminación Ambiental
del Instituto Nacional de Investigaciones
sobre Recursos Bióticos
Xalapa, Veracruz
México

Escobar, Raúl Ing.
Director Instituto de Salud Ocupacional
México, D.F.
México

Fernicola, Nilda A.G.G. de Dra.
Consultor Permanente en Toxicología
Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud
ECO/OPS/OMS
Metepéc, Estado de México
México

Finkelman, Jacobo Dr.
Director Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud
ECO/OPS/OMS
Metepéc, Estado de México
México

Henao, Samuel Dr.
Coordinador de Salud Ocupacional
Facultad Nacional de Salud Pública
Universidad de Antioquía
Medellín
Colombia

Junco, Pablo Dr.
Profesor y Coordinador de Curso de Especialización
en Medicina del Trabajo
Instituto Mexicano del Seguro Social
Hospital General de Zona 2
Monterrey, Estado de Nuevo León
México

Kjellström, Tord Dr.
Prevención de la Contaminación Ambiental
División de Salud Ambiental
Organización Mundial de la Salud
Ginebra
Suiza

Molina, Gustavo Dr.
Consultor Permanente en Epidemiología
Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud
ECO/OPS/OMS
Metepéc, Estado de México
México

Sánchez, Carmen Dra.
Dirección General de Medicina y Seguridad en el Trabajo
Secretaría del Trabajo y Previsión Social
México, D.F.
México

BIBLIOGRAFIA

- ALBERT, L. **Curso básico de Toxicología Ambiental**. México, MX: ECO/OPS; INIREB, 1985, 371 p.
- ALBORES, A.; *et al.* **Estudio comparativo de hidroarsenicismo crónico en dos comunidades rurales de la región Lagunera de México**. México, MX: Bol. Of. Sanit. Panam. 86(3), 1979.
- ANDLAVER, P. **El ejercicio de la medicina del trabajo**. Barcelona, ES: Científico-Médica, 1980, 638 p.
- ASTOLFI, E.; *et al.* **Hidroarsenicismo crónico regional endémico**. Buenos Aires, AR: Cooperativa General Belgrano Aristóbulo del Valle, 1982, 144 p.
- BLOT, W.J. & Fraumeni, J.F., Jr. **Arsenical air pollution and lung cancer**. Lancet, (Jul. 26), 1975, p. 142-144.
- BORGOÑO, J.M. y Greiber, R. **Estudio epidemiológico del arsenicismo en la ciudad de Antofagasta**. Santiago, CL: Revista Médica de Chile, 99 (9), Sep. 1971: p. 702-707.
- BORGOÑO J.M.; *et al.* **Estudio clínico epidemiológico de hidroarsenicismo en la II región**. Santiago, CL: Revista Médica de Chile, 108, 1977, p. 1039-1048.
- BORGOÑO J.M.; *et al.* **Arsenic in the drinking water of the city of Antofagasta; epidemiological clinical study before and after the installation of the treatment plant**. Environ. Health Pers pect. 19, 1977, p. 103-105.
- BRS System. Bibliographic citations; recovery from Hazards Line database, 1984.
- CALABRESE, A.I. y Astolfi, E.N. > **Toxicología**. Buenos Aires, AR: Kapelusz, 1972, 368 p.
- CARSON, B.L.; *et al.* **Toxicology and biological monitoring of metals in humans; including feasibility and need**. US: Lewis Publishers, 1986, 252 p.
- CASARETT, L.J. **Casarett and Doull's toxicology; the basic science of poison**. New York, US: Mc Millan, 1980, 778 p.
- CHILE. Ministerio de Salud. **Manual de toxicología ocupacional**. Santiago, CL: Ministerio de Salud, 1979, 120 p.

- DEMAYO, A.; *et al.* **Arsenic; guidelines for surface water quality; v. 1 inorganic chemical substances.** Ottawa, CA: Environment Canada, 1979, 13 p.
- DUFFUS, J.H. **Toxicología ambiental.** Barcelona, ES: Omega, 1983, 173 p.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Health effects assessment for arsenic.** Washington, D.C., US: EPA; Department of Commerce, 1984, 48 p. (EPA/540/1-86/020), (PB86-134319).
- EUA. Department of the Interior. **Minerals yearbook; metals and minerals.** Washington, D.C., US: Department of the Interior, 1984.
- FERNICOLA, N. y Jauge, P. **Nociones básicas de toxicología.** México, MX: ECO/OPS, 1985, 3 v.
- FRIBERG, L.; *et al.* **Handbook on the toxicology of metals.** Amsterdam, NL: Elsevier/North Holland Biomedical, 1979, 709 p.
- FUNDACENTRO. **Curso do medicina do trabalho.** São Paulo, BR: Fundacentro, 1979, v.4.
- GABOR, S. & Coldea, V. **Some aspects of the environmental exposure to arsenic in Romania.** Environ. Health Perspect. 19, 1977, p. 107-108.
- GAFAFER, W.M. (ed.). **Enfermedades ocupacionales; guía para su reconocimiento.** OPS, 1969, 378 p.
- GOSSELIN, R.E.; *et al.* **Clinical toxicology of commercial products.** Baltimore, MD, US: Williams and Wilkins, 1976, 1794 p.
- HAYES, W.J. **Manual clínico sobre sustancias tóxicas.** Washington, D.C., US: OPS, 1966, 131 p. (Publicación Científica; 143).
- INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH OF CANCER. **Some metals and metallic compounds; evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to human.** Lyon, FR: IARC; WHO, 1980, 438 p. (IARC monographs; 23).
- INTERNATIONAL LABOUR OFFICE. **Encyclopaedia of occupational health and safety.** Geneva, CH: ILO, 1971, 2 v.
- INTERNATIONAL LABOUR OFFICE. **Encyclopaedia of occupational health and safety.** Geneva, CH: ILO, 1983, 2 v.
- INTERNATIONAL LABOUR OFFICE. **Occupational exposure limits for airborne toxic substances.** Geneva, CH: ILO, 1980, 290 p. (Occupational Safety and Health Series; 37).

- INTERNATIONAL REGISTER OF POTENTIALLY TOXIC CHEMICALS. Data profiles for chemical for the evaluation of their hazards to the environment of the Mediterranean Sea. Geneva, CH: IRPTC; UNEP, 1978, v. 1.
- JUNCO MUÑOZ, P. **Arsénico**. México, MX: IMSS, Subdirección General Médica, Jefatura de Servicios de Medicina del Trabajo; Legaspi, V.J.A. (ed.), 1985.
- KEACK T.N.; Arsenical poisoning from beer-drinking. **Lancet**, 2, 1900, p. 1600-1602.
- LAUWERYS, R.R. **Industrial chemical exposure: guidelines for biological monitoring**. Davis, CA, US: Biomedical Publications, 1983, 150 p.
- LEE, D.H.R. (ed.). **Metallic contaminants and human health**. New York, US: Academic, 1972, 141 p. (Fogarty International Center Proceedings; 9)
- LENIHAN, J. and Fletcher, W.W. **The chemical environment**. London, GB: Blackie and Son, 1977, 163 p. (Environment and Man Series; 6).
- MATANOSKI, G.; *et al.* Cancer mortality in an industrial area of Baltimore. Baltimore, MD, US: **Environ. Res.** 25, 1981, p. 8-28.
- MATANOSKI, G.; *et al.* **Epidemiology studies; task I-phase I. pilot study of cancer mortality near an arsenical pesticide plant in Baltimore**. Washington, D.C., US: EPA, May. 1976. (EPA-560/6-76- 003).
- NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH. **A guide to the work-relatedness of disease**. Ohio, US: NIOSH, 1979, p. 219 221. (NIOSH 79-116).
- NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH. **NIOSH pocket guide to chemical hazards**. Washington, D.C., US: NIOSH, 1978, 191 p. (NIOSH 78-211).
- NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH. **Criteria for a recommended standard...occupational exposure to inorganic arsenic; new criteria 1975**. Washington, D.C., US: DHEW 1975, 127 p. (NIOSH 75-149).
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Arsenic, medical and biological effects of environmental pollutants**. Washington, D.C., US: National Academic of Science, 1977, 332 p.
- ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD. **Guías para la calidad del agua potable; v. I recomendaciones**. Washington, DC. US: OPS, 1985, 136 p. (Publicación Científica; 481).
- ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD. **Riesgos del ambiente humano en la salud**. Washington, D.C., US: OPS, 1972, 359 p. (Publi-

cación Científica; 329).

PROCTOR, N.H. and Hugher, J.P. **Chemical hazards of the work-place**. Philadelphia, PA, US: J.B. Lippincott, 1978, 533 p.

RAMADE, F. **Ecotoxicologie**. Paris, FR: Masson, 1979, 228 p. (Collection d'ecologie; 9).

ROM, W.N. (ed.). **Environmental and occupational medicine**. Boston, MA, US: Little, Brown and Company, 1983, 1040 p.

TREVETHICK, R.A. **Environmental and industrial health hazards; a practical guide**. London, GB: William Heinemann Medical Books, 1973, 214 p.

VEGA, S. y Reynaga, J. **Evaluación epidemiológica de riesgos causados por agentes quimicos ambientales; v. 3 toxicología; aspectos específicos de la toxicología de algunos contaminantes**. México, MX: ECO/OPS, 1985, 198 p.

WEAST, R.C.; *et al.* **CRC Handbook of chemistry and physics; a ready-reference book of chemical and physical data**. Boca Raton, FL, US: CRC, 1984, 1203 p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Arsenic**. Geneva, CH: WHO, 1981, 174 p. (Environmental Health Criteria; 18).

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Early detection of health; impairment in occupational exposure to health hazards; organic solvents and metals**. Geneva, CH: WHO, 1979, 129 p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for drinking-water quality v. 2**. Geneva, CH: WHO, 1984, 344 p.

YAMASHITA, M.; *et al.* Current state of Kioto children poisoned by arsenic-tainted Moringa drymilk. Japan, JP: **Japanese J. of Hyg.** 27, 1972, p. 364-399. (TR-74-108. Nihon eiseigaku zasshi).

ZIELHUIS, R.L.; *et al.* Health risks to female workers in occupational exposure to chemical agents. Germany, DE: Springer- Verlag Berlin Heidelberg, 1984, 126 p. (**Int. Arch. Occup. Env. Health, Supplement**).