

ORIGEN Y PERFECCIONAMIENTO DEL INYECTOR A PRESION DE USO MANUAL PARA PROGRAMAS DE INMUNIZACION EN GRAN ESCALA

Dres. Robert A. Hingson¹ y Alfred Krantz²

Después de casi un siglo de investigación, se ha logrado al fin perfeccionar un inyector a presión de uso manual, que ha venido a resolver el problema de tiempo y economía en los programas de inmunización en gran escala.

Antecedentes

En 1866, el médico francés H. Galante consignó haber inventado un aparato para practicar inyecciones por el método de "acuapuntura" (1). Se lanzaba un chorro filiforme de alta velocidad a través de un microorificio con fuerza suficiente para lograr la penetración cutánea y la inyección de agua esterilizada. El chorro se generaba por la acción rápida de la palanca de una especie de pequeño torno montado sobre un pivote con resorte de velocidad suficiente para realizar la inyección. En 1872, M. Guerart, de Bélgica, informó acerca de modificaciones de este método en sus escritos sobre la ducha "filiforme" (2, 3), y entre 1884 y 1910 (4) aparecieron informes similares de otros médicos europeos. Más tarde, en 1933, Arnold Sutermeister, ingeniero mecánico de Long Island, Estado de Nueva York, y John F. Roberts, instructor de cirugía en la Universidad de Columbia, Ciudad de Nueva York, informaron de sus trabajos sobre el mismo procedimiento. Todos estos informes son anteriores a las patentes obtenidas de 1936 a 1938 por el ingeniero Lockhart, de Nueva Jersey, y a la venta subsiguiente de sus patentes a diversos fabricantes de productos farmacéuticos e instrumentos quirúrgicos.

Desgraciadamente para la salud del enfermo y de la población general en todo el

mundo, este nuevo invento quedó rezagado durante cerca de un siglo y, al parecer, se abandonó en diversas ocasiones por causas tales como dificultades técnicas; aumento de hemorragia capilar y trauma en los sitios de la inyección; litigios por patentes y necesidad de un presupuesto enorme para fabricar un instrumento eficaz de diseño técnico preciso; estudios anatómicos, histológicos, radiológicos y de esterilidad, así como investigaciones de disecciones quirúrgicas para determinar la profundidad exacta de la penetración y la difusión de la solución introducida por la acción de diferentes tamaños de muelles o por determinadas presiones hidráulicas o de gases.

En septiembre de 1947, Hingson y Hughes adaptaron los estudios anatómicos de F. H. J. Figge, profesor de anatomía de la Universidad de Maryland, e informaron sobre las primeras inyecciones clínicas a presión en pacientes (5).

Durante los 20 años siguientes, Hingson, que era entonces médico del Servicio de Salud Pública de los Estados Unidos, y sus colaboradores, continuaron la aplicación clínica y el perfeccionamiento de la inyección a presión con diversos tipos de inyectores de dosis únicas y múltiples para anestésicos locales, antibióticos, vasopresores, derivados de belladona, analgésicos y—lo que tuvo mayor importancia—para la mayoría de las vacunas actualmente empleadas en medicina preventiva. En 1967, el mismo autor y colaboradores resumieron toda su experiencia, según se indica en el cuadro 1 (6),

¹ Director, Brother's Brother Foundation, y Profesor de Medicina, Western Reserve University, Cleveland, Ohio, E.U.A.

² Psiquiatra, Pau, Francia.

CUADRO 1—Resumen de los principales programas de inmunización en gran escala por el método de inyección a presión, 1947-1967.

Año	Programa de inyección a presión	Tipo de inmunización o inyección, agente inmunizante, enfermedad, o procedimiento	No. de inyecciones
1947	Hingson <i>et al.</i>	Anestésicos locales, insulina, penicilina	585
	Hirsch <i>et al.</i>	Estreptomicina, penicilina	800
1948	Hingson <i>et al.</i>	Vasopresores, insulina, prominas, sulfonas	6,000
	Jordan y Hills	Vitaminas	2,800
	Hughes <i>et al.</i> , Servicio de Salud Pública de E.U.A.	Difteria, tos ferina, tétanos	1,200
1949	Larrick <i>et al.</i>	Estudios dermatológicos	1,600
1950	Hingson <i>et al.</i>	Anestesia dental	162
1954	Hingson <i>et al.</i> , 1954-62, Programas de inmunización, Cleveland, Ohio.	Vacunas contra influenza y poliomielitis ^a .	360,000
1955	Warren <i>et al.</i> , Servicio de Salud Pública de E.U.A., Montgomery, Alabama.	Vacunas contra fiebre tifoidea y tétanos	1,785
1956	Hingson: Programas de demostración en Venezuela.	Vacunas contra influenza	386
	Armada de E.U.A.: Brasil, Tailandia y Sudán, 1956-60.	Vacunas contra poliomielitis	150
		Tifoidea, cólera, fiebre amarilla	350,000
		Vacuna antivariólica	964
1957	Personal de la Armada de E.U.A., Virginia, 1957-58.	Vacunas contra poliomielitis (comunicación personal).	10,000
	Benenson <i>et al.</i> , Armada de E.U.A., Kansas, Washington, 1957-60.	Vacunas contra influenza y poliomielitis	250,000
1958	Misión patrocinada por la Alianza Bautista Mundial.	Vacunas contra poliomielitis, cólera y fiebre tifoidea; tratamiento de tuberculosis con estreptomicina.	90,000
	Anderson <i>et al.</i> , Rhode Island	Vacunas contra poliomielitis	20,145
1959	Administración de Cooperación Internacional, Sudán.	Cólera	100,000
1960	Administración de Cooperación Internacional, Pakistán Oriental.	Vacuna contra fiebre tifoidea y cólera	120,000
	Anderson <i>et al.</i> , Providence, R. I.	Vacunas contra poliomielitis	150,000
	Hart <i>et al.</i> , Hospital de la Administración de Veteranos, Pittsburgh, Pennsylvania.	Suero fisiológico y sedantes	300
1962	Barclay, Hingson, Abram, Parran y Taylor	Vacuna antivariólica (Liberia, Africa Occidental)	750,000
	AID (consignado por Tirzah Morgan)	Inmunizaciones contra cólera y peste bubónica (Tailandia)	10,000
1965	Hingson, Robert A., Medical Tribune	Inmunizaciones contra viruela, tuberculosis y lepra (Honduras)	253,000
1966	Hingson, Robert A., Medical Tribune	Inmunizaciones contra viruela, tuberculosis, poliomielitis e influenza (Nicaragua)	309,767
1967 ^b	Hingson, Fundación Hermano del Hermano (Cleveland, Ohio, E.U.A.) y Ministerio de Salubridad Pública de Costa Rica.	Inmunizaciones contra sarampión	245,000
		Contra viruela	865,000
		Contra poliomielitis	400,000
Total			4,299,644

^a Más los registros acumulativos.^b Además, con la gran campaña contra el sarampión en los Estados Unidos (Servicio de Salud Pública de E.U.A.) y las campañas en Africa llevadas a cabo por la OMS y por el Centro de Enfermedades Transmisibles (Atlanta, Georgia, E.U.A.), se estima que se han realizado más de 50 millones de inyecciones a presión hasta mediados de 1967.

donde aparecen registradas más de cuatro millones de inyecciones hasta mediados de ese año.

En 1958 y 1959, Alfred Krantz (7, 8), psiquiatra e inventor que comprendía a fondo el temor y la renuencia del enfermo frente a la aguja hipodérmica, inició una serie de experimentos para simplificar los inyectores a presión, que necesitaban energía eléctrica y de gas, con complicados dispositivos de carga y cebado, y dotación de piezas de repuesto. Ideó convertirlos en instrumentos compactos de bolsillo, similares a linternas portátiles, de carga instantánea mediante jeringa de 5 cc, y que pudieran montarse y cebarse con una sola depresión de una pequeña palanca lateral, para descargar la inyección reiteradamente 30 veces por minuto a través del mismo orificio. El primer instrumento hacía una descarga de resorte tan fuerte que la inyección se introducía siempre subcutáneamente en dosis de 0.1 cc. Hingson, teniendo en cuenta la velocidad y fuerza de dispersión de la descarga en el aire, introdujo el uso de un manguito de material plástico que se extendía hasta la distancia adecuada desde el orificio del instrumento para descargar siempre 0.1 cc en el área de enrojecimiento intracutáneo, visible y palpable, al dilatarse los poros alrededor de los folículos pilosos, produciendo así una superficie semejante a la de la cáscara de la naranja. Este efecto se considera ideal para inmunizaciones con vacunas antivariólicas, BCG, antitífoidicas-paratífoidicas intradérmicas y contra la influenza, así como para las pruebas de tuberculina. Sus 200 primeros pacientes de prueba fueron vacunados así contra la viruela, en inmunizaciones primarias y revacunaciones, según la técnica de Wyeth Dryvac de dilución al 1:20. Esta fue la técnica de dilución exacta que él propugnó e introdujo en Liberia, Africa Occidental, en 1961 y 1962, con la que se obtuvo un 98% de respuestas positivas.

Fundándose en el informe sobre esta técnica, en 1963 y 1964, Roberto, Mack, Millar

y Henderson (9, 10), del Centro de Enfermedades Transmisibles (Servicio de Salud Pública de E.U.A. en Atlanta, Georgia), ampliaron la técnica de dilución para la inyección a presión en una serie de vacunaciones en gran escala preparadas y ejecutadas cuidadosamente, primero en aldeas de prueba en Jamaica, y en 1963 en las Islas de Tonga, en el Pacífico Meridional, y en 1964, en aldeas del interior del Brasil.

Roberto (11) resumió sus experiencias, tanto en esas tres zonas de prueba, donde se administraron más de 200,000 vacunaciones antivariólicas con instrumentos, eléctricos y de pedal, como en otros estudios de una serie administrada en Panamá y Togo, en los siguientes términos: "Acercas de la dilución de la vacuna, hemos encontrado que cuando se emplea la vacuna antivariólica existente en el mercado (Wyeth Company) puede practicarse óptimamente la vacunación primaria con diluciones al 1:50 (la dilución se calcula a base de una dosis; por tanto, la ampolla ordinaria de 10 dosis producirá 500 dosis de 0.1 ml cada una, para aplicar con el inyector a presión).

"Respecto a la revacunación, se ha determinado claramente que la dilución al 1:10 es igualmente eficaz o más eficaz que la técnica habitual de presión múltiple empleando vacuna sin diluir. Al parecer, lo mismo ocurrirá con la dilución al 1:50, pero el acopio de más datos sobre este particular es necesario antes de poder establecer sin reservas la dilución óptima de la vacuna para la revacunación."

Experiencias de campo

En enero de 1965, Hingson adiestró a dos de sus discípulos investigadores en la adaptación del inyector a presión de uso manual³ para un programa de vacunación antivariólica en gran escala que luego se concertó con las autoridades de salud de la República Dominicana. El primer ensayo hecho por esos estudiantes en 64 sujetos de

³ Este inyector se denomina en inglés "dermo-jet".

prueba, con la vacuna diluida al 1:30, produjo una respuesta positiva en 62 de ellos, o sea el 98.6 por ciento. Con esta experiencia pequeña pero evidente, esos investigadores, como miembros de la Fundación de Servicios Médicos de Cleveland, partieron para la República Dominicana donde en cinco semanas vacunaron a 120,000 escolares contra la viruela, utilizando una dilución al 1:20 con una respuesta positiva de más del 96 por ciento, conforme a los registros de varios miles de niños en las escuelas tomadas como muestras para la comprobación. Todo este trabajo lo realizó un grupo de seis personas, utilizando sólo seis inyectores.

En julio y agosto de 1965, Hingson y Antes, con sus tres hijos estudiantes de medicina, como parte de la misión de servicio de los Amigos de Honduras, vacunaron a 200,000 hondureños de todas las edades con el mismo tipo de inyector y vacuna diluida al 1:20, en cinco semanas de trabajo. En la última semana del programa, trabajando con el Dr. José Antonio Peraza, Ministro de Salud Pública y Asistencia Social de Honduras, y con el Dr. Humberto Pineda Santos, Oficial Médico de San Pedro Sula, un grupo de cinco personas vacunaron a 25,000 individuos por día contra la viruela y, al mismo tiempo, contra la tuberculosis y la lepra, aplicando vacuna BCG con el referido inyector en el brazo contralateral. Los resultados positivos obtenidos con la inmunización antivariólica fueron del 94.0 por ciento, y los obtenidos con las cepas japonesa y mexicana de BCG fueron del 82 por ciento, según se determinó por la inducción mayor de 8 mm como requisito para considerar positiva la reacción. La incidencia de abscesos fue del 5 al 11 por ciento.

En julio y agosto de 1966 se llevó a cabo en Nicaragua un programa de inmunización contra la viruela, la tuberculosis, la poliomiéltis y la influenza. Estuvo a cargo del programa un grupo de 35 vacunadores —médicos, dentistas, estudiantes de medi-

cina, enfermeras y técnicos—que practicaron 309,767 inmunizaciones con 24 inyectores de tres tipos distintos, según se indica en el cuadro 2. Los vacunadores pudieron elegir libremente el tipo de inyector a presión que deseaban utilizar—el de dosis múltiple que funciona con motor eléctrico, el de bomba manual (“press-o-jet”), o el inyector de uso manual que se maneja con el pulgar—la gran mayoría del grupo prefirió el último, que era de tamaño mucho menor y que sólo costaba la vigésima parte de los instrumentos más caros. El promedio de inyecciones aplicadas fue de 600 a 1,000 por hora, aproximadamente, con inclusión del tiempo de llenado, siempre que cada grupo utilizara dos inyectores. En estos programas en gran escala se presentaron los problemas de fatiga y vesiculaciones del pulgar, hasta que se adoptó la medida de fijar con esparadrapo una moneda pequeña en el punto de presión sobre la almohadilla distal anterior para el pulgar. Protegido de esta manera, cada vacunador en general podía accionar el instrumento 3,000 veces al día.

En la figura 1 se ilustra el pulgar ampolado de uno de los estudiantes vacunadores como resultado de la presión hecha en el botón de descarga del inyector al practicar 3,700 vacunaciones en un solo día. Esta situación poco corriente se debió a la concurrencia imprevista de muchos millares de personas en una de las estaciones rurales donde no se disponía del esparadrapo protector con que habitualmente se cuenta.

Así pues, hasta la fecha se han practicado con resultado satisfactorio mediante el inyector a presión de uso manual más de medio millón de inyecciones con los siguientes propósitos: inmunizaciones, inclusive contra la viruela, la tuberculosis y la lepra; contra la fiebre tifoidea, el cólera, la poliomiéltis (Salk) y la influenza; pruebas tuberculínicas; anestesia local antes de introducir una aguja grande; tratamientos indicados para bloquear puntos de origen de dolor, anestesia dental, y anestesia local previa

CUADRO 2.—Programa de inmunización en Nicaragua, auspiciado por la Fundación Hermano del Hermano y la Primera Iglesia Bautista, ambas de Cleveland, Ohio, E.U.A., y el Ministerio de Salubridad Pública de Nicaragua, 8 de julio a 4 de agosto de 1966.^a

Fecha	Ciudad	Total de personas	Inmunizaciones				Total
			Viruela	Tuberculosis (BCG)	Poliomielitis	Influenza	
7-11	Masaya	12,690	12,635	11,351	8,045		32,232
7-12	"	16,296	16,240	14,985	8,114		39,369
7-13	"	14,721	13,621	13,172	6,164		33,057
7-14	"	6,591	5,734	4,291	2,953		13,878
7-15	" ½ día	3,145	3,100	3,145	2,356		8,601
Subtotal, Masaya		52,246	50,830	47,039	26,662		127,137
7-18	Granada	10,172	10,148	9,371	5,415		25,184
7-19	"	11,298	11,198	10,897	4,536		26,331
7-20	"	12,275	12,175	12,175	5,811		29,361
7-21	"	7,133	7,127	7,114	4,001		19,730
7-22	"	5,108	5,003	5,103	2,971		15,077
Subtotal, Granada		45,986	45,751	45,760	22,734		115,683
7-25	Rivas	9,639	8,959	8,959	4,329		22,272
7-26	"	10,641	10,416	3,690	5,695		19,801
7-27	"	10,542	9,756	9,779	4,554		23,119
Subtotal, Rivas		30,222	29,191	21,428	14,568		65,197
8-1 ó 2	Managua	750	700	300			1,000
7-24	"	750	739		700	739	2,189
8-1	Masaya (Escuela Somoza)	300	300	100			400
	(Escuela Masatepe)	161	161				161
Subtotal, Managua-Masaya		1,961	1,900	400	700	739	1,750
Gran total		130,415	127,672 ^b	114,627	64,664	739	309,767

^a Se utilizaron 24 inyectores a presión de 3 tipos distintos:

No.	Tipo	No. de inyecciones (aproximadamente)
4	Inyectores a presión de dosis múltiple, de motor eléctrico y boquilla intradérmica	
	"Fort Totten" ^c -----	85,000
4	"Press-O-Jets" de bomba manual-----	11,200
16	Inyectores a presión de uso manual con depósito de 5 cc.-----	150,000

Las cifras no incluyen 10,000 empleados del Departamento de Agricultura en estaciones agrícolas experimentales de Nicaragua que fueron inmunizados con posterioridad al programa.

^b La observación subsiguiente de una muestra de 10,000 escolares mostró una respuesta positiva de 94% tanto a la vacunación primaria como a la revacunación.

a la incisión o a la biopsia en cirugía menor y podiatría (cuadro 3).

Funcionamiento del inyector

El inyector a presión de uso manual es un aparato semiautomático para inyección de

dosis múltiples que dispara con fuerza y alta presión un chorro de substancia acuosa tan delgado como el de una aguja, que se inyecta a alta velocidad bajo la piel, sin la punción tradicional de la aguja y aun sin tocar la piel. Funciona fácilmente; basta la presión

FIGURA 1—Ampolla abierta en el pulgar de un estudiante vacunador después de realizar 3,700 vacunaciones en un solo día con el inyector a presión de uso manual.



del pulgar de un adulto común y corriente sobre el gatillo para disparar el mecanismo. El aparato es de forma tubular, de 18 cm de longitud y 18 mm de diámetro, y sólo pesa 280 gramos. La expulsión de la sustancia se obtiene oprimiendo el gatillo (fi-

gura 2), que instantáneamente libera el mecanismo de seguridad del resorte de martillo para lanzar el pistón dentro de la cámara cilíndrica de 4.5 cc de capacidad, cargada con la sustancia inyectable que es forzada a través del orificio capilar de un

CUADRO 3—Número de inyecciones practicadas por los autores y otros vacunadores utilizando el inyector a presión de uso manual, desde 1960 a 1966.

Vacunador	Lugar del programa	Año	Inmunizaciones			Usos terapéuticos y varios
			Viruela	Tuberculosis (BCG)	Influenza	
A. Krantz.....	Pau, Francia.....	1960-66				5,000
Chobert <i>et al.</i>	Francia.....	1960-63				3,000
R. Hingson.....	Cleveland, Ohio.....	1964	200			
R. Hingson.....	Hospital Metropolitano de Cleveland.....	1965	64		200	3,000
Frackelton y Munro..	República Dominicana..	1965	120,000			
Hingson y Antes.....	Honduras.....	1965	200,000	53,000		
Hingson.....	Cleveland, Ohio.....	1965	2,700		2,000	
Hingson.....	Venezuela.....	1965	200	350		
Hingson <i>et al.</i>	Nicaragua.....	1966	100,000	50,000	500	
Hingson.....	Cleveland, Ohio.....	1966	264		1,460	110
Totales.....			423,428	103,350	4,160	11,110
Gran total.....						542,048

calibre de 0.1 mm, como la trompa de un mosquito o como un cabello humano.

Las operaciones de montar el resorte y cebar el mecanismo con la substancia inyectable se efectúan simultáneamente haciendo girar 180 grados la palanca de martillo y retornándola a su lugar. Esta maniobra puede ejecutarse con una mano, y puede adquirirse la velocidad suficiente para administrar 30 inyecciones por minuto.

La dosis que se inyecta es de 0.1 cc, y la capacidad máxima del depósito de material plástico, transparente e irrompible es de 4.5 cc de substancia inyectable, con un mínimo de 0.2 cc. La profundidad de penetración varía de 2 a 4 mm, según sean la densidad y la tensión de superficie de la piel, así como la distancia desde esta hasta la boquilla del inyector.

Para limpiar, reparar y esterilizar este tipo de inyector sólo hay que desmontar tres partes. Se puede utilizar cualquier método de esterilización clínica, excepto el de gas, hasta la temperatura de 284°F (140°C). El instrumento es de precisión (figura 2), de construcción sólida, de acero al cromo inoxidable. Cada inyector a presión tiene estampado su propio número de serie, va acompañado de un certificado de garantía por un año, a partir de la fecha de compra, y está protegido por patentes de Francia y de E.U.A. Ahora bien, en programas en gran escala se ha determinado que el promedio de duración del inyector es de un período suficiente para practicar sólo 20,000 inyecciones, aproximadamente, antes que los cojinetes de bolas se gasten excéntricamente y sea necesario reemplazarlos. Otras partes que es necesario reemplazar también son: el anillo obturador "Quad" de caucho blanco que está alrededor del eje central en la parte superior del depósito y que actualmente se recomienda sea reemplazado cada 5,000 inyecciones; el pequeño resorte de retroceso del mango, que debe cambiarse después de 3,000 a 5,000 inyecciones; el cilindro de material plástico y los anillos de caucho en "O" que necesitan cambiarse cada 20,000

inyecciones, lo que representa un período de duración óptima utilizando la esterilización en autoclave o mediante óxido de etileno. También se puede esterilizar por ebullición durante 20 minutos, pero en los países en vías de desarrollo, especialmente donde el agua suele contener lodo o estar contaminada, ese método acorta la duración del instrumento debido a la obstrucción de los cojinetes o a la oxidación de los mecanismos de resorte.

Con herramientas especiales y uso adecuado de tornillo de banco, llaves y grasa para lubricar la cámara de los cojinetes de bolas, pueden cambiarse cuando sea necesario los cojinetes y los ejes gastados, con lo que el aparato puede servir para aplicar 10,000 inyecciones más, después de cada reparación y reacondicionamiento.

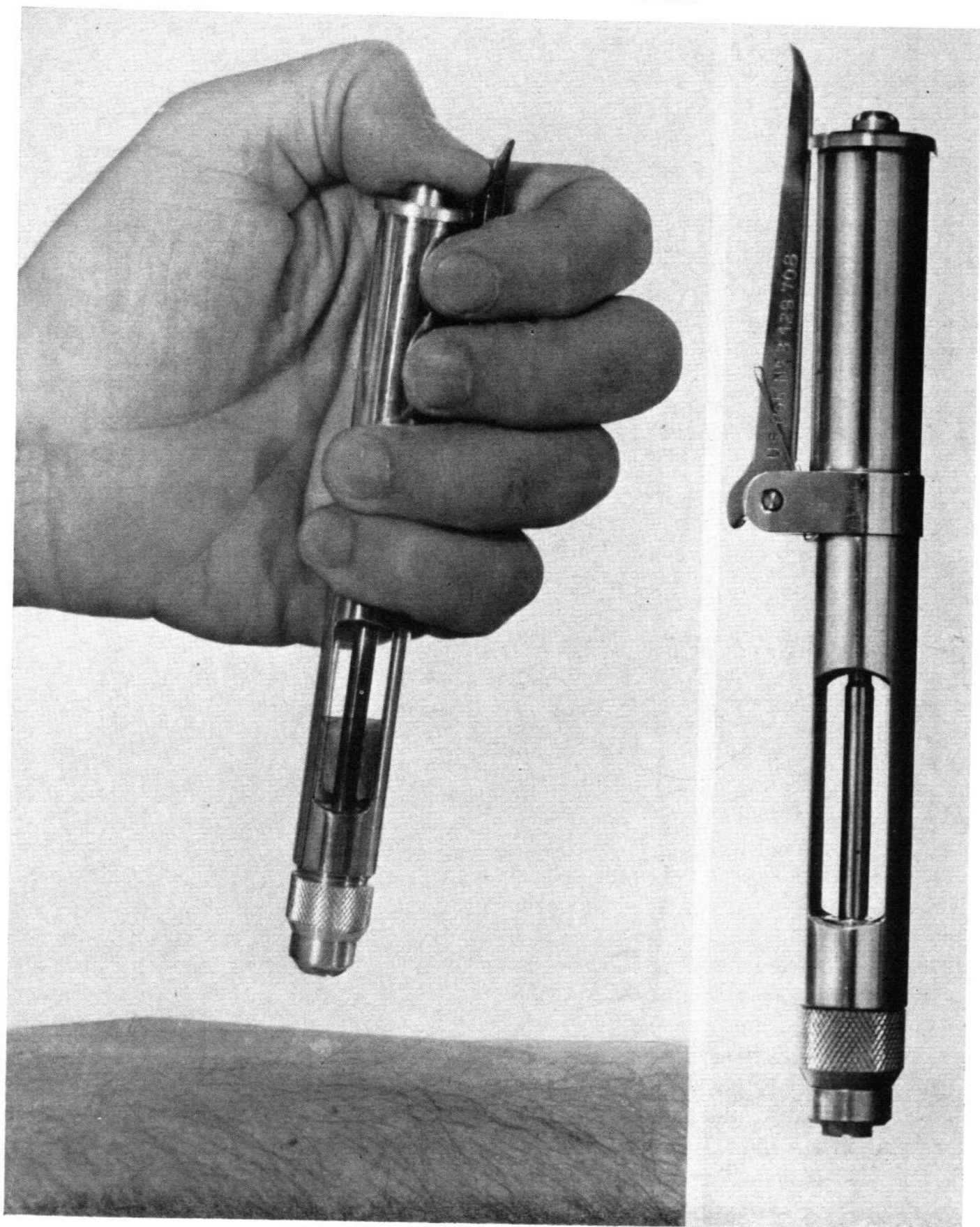
Costo del inyector

En Honduras se utilizó un solo inyector a presión de uso manual que, bien cuidado, sirvió para practicar 30,000 inyecciones. Con un costo de EUA\$100 por unidad, esto representa aproximadamente \$0.003 por inyección, lo que ciertamente es una economía importante cuando se compara con el costo de las agujas desechables. En Francia, donde el instrumento cuesta sólo como \$60, el correspondiente costo por cada inyección es de \$0.002. En esa misma proporción, la aplicación de un millón de inyecciones con estos inyectores costaría dos mil dólares como promedio. Cuando se dispone de tiempo y no es necesario practicar un alto promedio de vacunaciones al día con gran rapidez, pueden reconstruirse o repararse los instrumentos en el mismo lugar del servicio o enviarse a la fábrica después de cada 10,000 inyecciones para reducir en un 50% el costo del aparato.

Normas para el uso del inyector

Según enseña la experiencia, al utilizar el inyector a presión de uso manual es necesario observar las normas siguientes:

FIGURA 2—Inyector a presión de uso manual (sin el manguito de la boquilla) en la posición y distancia adecuadas (a un centímetro y medio de la piel del paciente) para la vacunación intradérmica.



1. No “disparar en seco” el instrumento vacío para hacer demostraciones.

2. No limpiar la cámara con éter o líquidos que puedan disolver material plástico, porque se destruiría total e inmediatamente el cilindro.

3. Emplear agua destilada para hervir el instrumento y no utilizar agua sucia que contenga sedimentos.

4. Reemplazar las piezas al aparecer el primer signo de desgaste.

5. Reemplazar los cojinetes de bolas o enviar el aparato a la fábrica para su reparación después de haber practicado 10,000 inyecciones, o bien, cuando el muelle de disparo no tenga la elasticidad suficiente.

6. Usar la cubierta externa “Steri-jacket” (manguito de Hingson) para sostener el instrumento a una distancia de centímetro y medio de la piel para obtener la pápula intradérmica óptima y la inyección adecuada.

7. Cuando se note rajadura o irregularidad en el manguito de plástico debido al uso, o cuando se haya perdido en el curso del trabajo, este debe reemplazarse.

8. La palanca para accionar el resorte de martillo debe reemplazarse cada 12,000 inyecciones, y el resorte de retroceso del mango, después de cada 3,000 inyecciones, o cuando comience a gastarse.

9. Cuando se ha guardado el instrumento en el refrigerador, debe colocarse fuera de este hasta que adquiera la temperatura ambiente para que el mecanismo de sellado automático con bola de plástico funcione debidamente.

Comparación con el inyector de motor

Al comparar los costos del inyector a presión de uso manual y del inyector de motor eléctrico para dosis múltiples, se observa que el costo inicial de este último es de EUA\$1,300 (f.o.b. Nueva York). Conforme a la experiencia, el inyector de motor necesita piezas de repuesto, que cuestan un promedio de \$250 por cada 100,000 inyecciones. De modo que para un millón

de inyecciones se necesitaría invertir inicialmente \$1,300 y, después, \$2,500 para piezas de repuesto. Esto significa que solamente para instrumentos se requeriría un promedio de aproximadamente \$0.004 por inyección, o sea, aproximadamente dos veces el costo por inyección del inyector a presión de uso manual. Además, se necesitaría corriente eléctrica alterna (115 voltios, 50/60 ciclos, 200 watios), lo que constituye otro impedimento si se carece de electricidad o si sólo se dispone de corriente continua. En estos casos, los costos aumentarían ya que se necesitaría un convertidor o un motogenerador, además del gasto adicional de transporte debido al aumento de peso.

Sin embargo, pueden usarse los dos tipos de instrumentos a la vez en inmunizaciones simultáneas, como en el caso de la niña de tres años—uno de los vacunados durante la misión de salud en Nicaragua en 1966—fotografiada cuando recibía la vacuna anti-variólica en el brazo izquierdo por medio del inyector a presión de uso manual, a la vez que el BCG en el brazo derecho por medio del inyector de motor, con boquilla intradérmica especial “Fort Totten (véase el frontispicio). De esta manera se practicaron 1,000 inmunizaciones por hora, con un promedio de 6,000 pacientes por día, utilizando estos instrumentos, es decir, dos de cada uno de los dos tipos.

Ventajas del inyector

1. Comparado con una pluma fuente, el inyector a presión de uso manual es apenas tres veces mayor en tamaño o peso y, por lo tanto, el operador puede llevarlo consigo fácilmente para utilizarlo en zonas apartadas y en las campañas de casa en casa.

2. Se esteriliza fácilmente y se repara sin dificultad con un número mucho menor de piezas que los demás tipos de inyectores que requieren el uso de un catálogo y más de 200 piezas de repuesto.

3. Su menor tamaño y su aspecto compacto hacen que los niños, temerosos de pistolas y agujas, lo acepten más fácilmente.

4. Es más económico y más práctico que los inyectores más grandes.

5. También es más económico y eficaz que los métodos de presión múltiples, utilizados en la vacunación antivariólica, que requieren agujas individuales, tubos y equipos de esterilización, diluyentes y jeringas, o bien, la jeringa y aguja intradérmica para aplicar el BCG. Se calcula que, comparativamente, con el uso del inyector a presión de uso manual se puede ahorrar 10 veces la cantidad presupuestada para equipo.

6. En la práctica, aun con grupos pequeños, este tipo de inyector es por lo menos de seis a diez veces más rápido que los métodos de jeringa o aguja. Un solo vacunador utilizando este instrumento puede inyectar a treinta pacientes por minuto.

7. Se estima que, en cuanto al ahorro de tiempo, el inyector a presión de uso manual es seis veces más económico.

8. Con este tipo de inyector no hay riesgo de producir hepatitis infecciosa por la reutilización de agujas insuficientemente esterilizadas después de usarlas en contactos infectados.

9. Si se utiliza el inyector a presión de uso manual es posible diluir la vacuna antivariólica por lo menos al 1:10, y tal vez hasta 1:50, en zonas donde la provisión es escasa, con resultados tan buenos como otros métodos o mejores, y con un ahorro en el costo de la vacuna suficiente para financiar la compra de este equipo mecanizado.

10. Si se utiliza el inyector a presión de uso manual, es posible diluir la vacuna antisarampionosa (Schwartz, Pittman-Moore, y Merck, Sharp y Dome) por lo menos al 1:2.4 con resultados tan buenos como los indicados para la vacuna antivariólica, según se ha observado con el método de Conrado Ristori, de Chile.⁴

Resumen

Desde 1866 en que se practicó por primera vez la inyección a presión, que se

llamó entonces "acuapuntura", se ha venido modificando y perfeccionando este procedimiento hasta llegarse al inyector a presión de uso manual. Este método ha resultado más eficaz y económico que otros tipos de inyección a presión en la aplicación de anestésicos, analgésicos, antibióticos y vacunas. De 1947 a 1967 el autor y sus colaboradores practicaron por este método más de cuatro millones de inyecciones en los Estados Unidos y en otros países de América, Asia y África.

El inyector a presión de uso manual es un instrumento de construcción sencilla y sólida; semiautomático y ligeramente mayor que una pluma fuente, y de fácil funcionamiento, ya que sólo hay que apretar el gatillo para que se dispare el mecanismo que lanza un chorro filiforme de substancia inyectable, que penetra la piel sin punzarla. Tiene una capacidad máxima de 4.5 cc y se pueden aplicar con él hasta 30 inyecciones de 0.1 cc. cada una por minuto. Sirve para practicar 20,000 inyecciones antes de que sea necesario el reacondicionamiento, que lo capacita para aplicar 10,000 inyecciones más. Para mayor eficacia y duración del instrumento es necesario observar ciertas normas de cuidado, limpieza, esterilización y reparación.

Se ha calculado que el costo del inyector a presión de uso manual en programas de inmunización en gran escala es aproximadamente de \$0.002 por inyección. Comparado con el método de jeringa y aguja, el inyector a presión de uso manual es hasta 10 veces más económico y de 6 a 10 veces más rápido. Entre otras ventajas del instrumento se indica que con él no hay riesgo de producir la hepatitis infecciosa, como ocurre a veces con las agujas reutilizadas, y, en el caso de vacuna antivariólica, es posible diluirla por lo menos al 1:10, y hasta 1:50, con resultados tan buenos como los de otros métodos que no admiten dilución, o mejores. □

⁴ Será objeto de un informe detallado después de un estudio sobre los datos en relación con las 245,000 inmunizaciones contra el sarampión practicadas en Costa Rica en agosto de 1967.

REFERENCIAS

- (1) Bécлар, F. "Presentation of Jet Injector of Galante, H." *Bull Acad Imp Méd* 32:327, 1866.
- (2) M. Guerart of Belgium, quoted by Servajan, J. "De l'Aquapuncture dans Certain Affection Nervcuses." *Bull Gen Therap Paris*, 83:234, 1872.
- (3) Servajan, J. *De l'Aquapuncture*. Thesis for Doctorate in Medicine of the Faculty of Medicine of Paris No. 99, 1876.
- (4) Unpublished papers from U. S. patent applications.
- (5) Hingson, R. A. y Hughes, J. G. "Clinical Studies with Jet Injection. A New Method of Drug Administration." *Anesth Analg* 26:221-230, 1947.
- (6) Hingson, R. A., Davis, Hamilton S. y Rosen, Michael. "The Historical Development of Jet Injection and Envisioned Uses in Mass Immunization and Mass Therapy Based upon Two Decades' Experience." *Milit Med* 128(6):516-524, 1963.
- (7) Krantz, A. "L'injecteur sans aiguille Dermo-Jet." *Presse Méd* 48:1807, 1959.
- (8) Krantz, A. "Der Druck-Injektor "Dermo-Jet." *Munchen Med Wschr* 102(42):2034-2035, 1960.
- (9) Roberto, Ronald R., Miller, John D. y Henderson, Donald. "Tongan Medical Department and Communicable Disease Center (U.S. P.H.S.), Smallpox Vaccination Project. A Preliminary Summary Report." Departmental Bulletin, April-May, 1964.
- (10) Millar, John D. y Roberto, Ronald R. "Vacunación intradérmica contra la viruela por inyección a presión." *Bol Ofic Sanit Panamer* 57(6):537-547, 1964.
- (11) Roberto, Ronald R. (Comunicación personal, 6 de diciembre de 1965).

Development and Adaptation of the Dermo-Jet Inoculator for Mass Immunization Programs (Summary)

From the time the first jet injection apparatus was used in 1866, for what was then called "aquapuncture," it has been adapted and improved until the device called dermo-jet was achieved. This apparatus has proven to be more effective and economical than other types of jet injectors used in applying anesthetics, analgesics, antibiotics, and vaccines. Between 1947 and 1967 the author and collaborators applied over four million injections by dermo-jet in the United States and in other countries of America, Asia, and Africa.

The dermo-jet injector is a simple, compact, semi-automatic instrument, which is slightly larger than a fountain pen, operates easily since it can be cocked with a single depression of a small side arm lever to deliver a filiform jet of injectable substance that will penetrate the skin without breaking it. Its maximum loading

capacity is 4.5 cc and it can apply up to thirty 0.1 cc injections per minute. It will apply 20,000 injections before it needs an overhaul, after which it is good for another 10,000 injections. A series of standards on the care, cleanliness, sterilization, and repair of the instrument are given to prolong its life. The unit cost of injection in a mass vaccination program has been estimated at \$0.002. Compared with the syringe and needle method of inoculation, the dermo-jet is 10 times more economical and from 6 to 10 times more rapid. Among its advantages are that its use carries no danger of producing infectious hepatitis as can happen with re-used needles, and that in applying smallpox vaccinations, the vaccine can be diluted at least 1:10 and perhaps 1:50, with results comparable to or better than those of other methods which do not permit dilution.

Origem e Aperfeiçoamento do Injetor a Pressão de Uso Manual para Programas de Imunização em Grande Escala (Resumo)

Desde 1866, ano em que foi aplicada pela primeira vez a injeção a pressão, que se chamou então "aquapuntura", o método tem sido modificado e aperfeiçoado, até que se chegou ao injetor a pressão de uso manual. Esse método tornou-se mais eficaz e mais econômico do que outros tipos de injeção a pressão, na aplicação de anestésicos, analgésicos, antibióticos e vacinas. De 1947 a 1967, o autor e seus colaboradores aplicaram por esse método mais de quatro milhões de injeções nos Estados Unidos e em outros países da América, da Ásia e da África.

O injetor a pressão de uso manual é um instrumento de construção simples e sólida: semi-automático e ligeiramente maior do que uma caneta-tinteiro, é um aparelho de funcionamento fácil, uma vez que basta apertar o gatilho para disparar o mecanismo que lança um jacto filiforme de substância injetável que penetra na pele sem perfurá-la. Tem uma capacidade máxima de 4.5 cc e podem ser aplicadas com êle até 30 injeções de 0.1 cc, cada uma, por

minuto. Serve para aplicar 20,000 injeções antes de que se torne necessário o seu acondicionamento, que o habilita para aplicar mais 10,000 injeções. Para maior eficiência e duração do instrumento, é necessário observar certas normas no que diz respeito a conservação, limpeza, esterilização e reparação.

Calcula-se que o custo do injetor a pressão de uso manual, em programas de imunização em grande escala, corresponde aproximadamente a \$0.002 por injeção. Comparado ao método de seringa e agulha, o injetor a pressão de uso manual é 10 vezes mais econômico e de 6 a 10 vezes mais rápido. Entre outras vantagens que apresenta esse instrumento, observa-se que, com êle, não há risco de causar hepatite infecciosa, como ocorre às vezes com as agulhas reutilizadas; e que, no caso de vacina contra varíola, é possível diluí-la pelo menos a 1:10 e até 1:50, com resultados tão bons como os de outros métodos que não admitem diluição ou melhores do que os desses outros métodos.

Origine et perfectionnement de l'injecteur à pression d'usage manuel pour les programmes d'immunisation de masse (Résumé)

Depuis 1866, année où l'injection à pression a été employée pour la première fois, connue alors sous le nom d'aquapuncture, elle a subi des modifications et des perfectionnements jusqu'à la mise au point de l'injecteur à pression d'usage manuel. Cette méthode s'est révélée plus efficace et plus économique que les autres types d'injection à pression dans l'application d'anesthésiques, d'analgésiques d'antibiotiques et de vaccins. De 1947 à 1967, l'auteur et ses collaborateurs ont fait plus de quatre millions de piqûres au moyen de cette méthode aux Etats-Unis et dans d'autres pays de l'Amérique, de l'Asie et de l'Afrique.

L'injecteur à pression d'usage manuel est un instrument de fabrication simple et solide; il est semi-automatique et légèrement plus grand qu'un stylo et d'un fonctionnement facile, puisqu'il suffit de presser sur le déclic pour que se déclenche le mécanisme qui lance un jet filiforme de la substance à injecter qui pénètre dans la peau sans la percer. Il a une capacité maximum de 4.5 cc et permet de procéder jusqu'à 30 injections de 0.1 cc chacune par

minute. On peut faire 20,000 injections avant qu'il ne soit nécessaire de le remettre en état, ce qui permet de donner 10,000 injections de plus. Pour assurer le maximum d'efficacité et de durée de l'instrument, il est nécessaire d'observer certaines règles en matière de soins, de propreté, de stérilisation et de réparation.

On a calculé que le coût de l'injecteur à pression dans les programmes d'immunisation de masse est de \$0.002 environ par injection. Par rapport à la méthode de la seringue et de l'aiguille, le dermo-injecteur est jusqu'à 10 fois plus économique et de 6 à 10 fois plus rapide. Parmi d'autres avantages que cet instrument présente, il convient de souligner que son emploi élimine le risque de produire de l'hépatite infectieuse ainsi qu'il arrive parfois avec les aiguilles réutilisées et, dans le cas du vaccin antivariolique, il est possible de le diluer au moins à 1:10 et jusqu'à 1:50, permettant des résultats aussi bons ou meilleurs que ceux obtenus avec les autres méthodes qui n'admettent pas la dilution.