

# Historia de la ventilación mecánica

ADRIANA GISELA RODRÍGUEZ

Unidad de Terapia Intensiva Central  
Hospital de Niños "Ricardo Gutiérrez"  
Gallo 1330  
(1425) Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina  
Teléfono: 4964-0100

**Correspondencia:**  
[gi\\_ro\\_matu@hotmail.com](mailto:gi_ro_matu@hotmail.com)

---

## Palabras clave

- Historia
- Ventilación mecánica
- Pulmón de acero
- Poliomiелitis
- Respiradores mecánicos

---

## Key words

- History
- Mechanical ventilation
- Iron lung
- Poliomyelitis
- Mechanical ventilators

## Resumen

Siglos de aciertos y errores en el entendimiento de la fisiología pulmonar fueron la base para el desarrollo de los primeros aparatos de ventilación artificial. En los pasados cien años, desde que la humanidad avanzó hacia el sostén artificial del pulmón, el progreso fue vertiginoso. La asistencia respiratoria mecánica a presión negativa, inicialmente, dominó la tecnología de la época, y los "pulmones de acero" en las graves epidemias de poliomiелitis, fueron los protagonistas. Pronto la historia demostró la infalibilidad de aquellos. En la ciudad de Copenhague, en Dinamarca, los sucesos relacionados con la epidemia de poliomiелitis de 1952, modificaron la historia, y la asistencia respiratoria mecánica a presión positiva empezó a ganar la batalla en la insuficiencia respiratoria.

Este trabajo intenta contar, a través de las palabras y anécdotas de muchos de los personajes que vivieron esta historia, los sucesos fundamentales que llevaron a la comprensión y utilización de la ventilación artificial, tal como la conocemos hoy en día.

## Abstract

Centuries of strengths and weaknesses in the understanding of pulmonary physiology, were the basis for the development of the first devices for artificial ventilation. In the last 100 years, since mankind advanced towards the artificial support of the lung, the progress was rapid. Negative pressure mechanical ventilation, initially dominated the technology of the era, and the "iron lungs" were the protagonists during the severe epidemics of poliomyelitis. Soon the history proved their infallibility. In the city of Copenhagen, Denmark, the events associated with the polio epidemic of 1952 changed history, and positive pressure mechanical ventilation began winning the battle in respiratory failure.

Through the words and experiences of many of the characters who lived this story, this work attempts to tell the fundamental events that led to the understanding and use of artificial ventilation as we know it today.

Desde la antigüedad, la humanidad le ha atribuido al aire y a la inhalación propiedades casi místicas y, desde tiempos inmemoriales, la respiración fue sinónimo de vida.

En la civilización china, ya 2000 años antes de Cristo, los filósofos describieron *lien ch'i* como el proceso de transmisión de la inspiración del aire en la "sustancia del alma".<sup>1</sup> Anaxímenes de Mileto, un filósofo griego nacido alrededor de 580 antes de Cristo, al contrario que sus maestros, consideró al aire como principio de todas las cosas, declaró que el *pneuma* o aliento era esencial para la vida. Referencias bíblicas similares enfatizan la importancia de la respiración: "Entonces Jehová Dios formó al hombre del polvo de la tierra, y sopló en su nariz aliento de vida, y fue el hombre un ser viviente" (Génesis 2:7); "cuando les quitas el aliento, mueren y vuelven al polvo" (Salmos 104:29).

Los primeros médicos griegos hicieron suya la opinión de Empédocles (filósofo griego, nacido aproximadamente alrededor de 495 antes de Cristo), el cual sostenía que toda la materia estaba compuesta de cuatro elementos esenciales: tierra, aire, fuego y agua; postulado como la teoría de las cuatro raíces, a la que Aristóteles más tarde llamó elementos. Cada uno de estos elementos tenía cualidades primarias de calor y frío, humedad y sequedad. Empédocles aplicaba esta visión filosófica global al cuerpo humano al afirmar que el "calor innato", o el alma, se distribuían desde el corazón a diferentes partes del cuerpo a través de la sangre.

Este concepto del corazón, como fuente y distribuidor del calor innato, jugó un importante papel en cómo los primeros médicos griegos veían las relaciones entre los pulmones, el corazón y la sangre. El corpus hipocrático, por ejemplo, declaró que el propósito de la respiración era enfriar el corazón. El aire se pensaba que era bombeado por las aurículas, de los pulmones al ventrículo derecho a través de la arteria pulmonar y el ventrículo izquierdo a través de la vena pulmonar. Aristóteles, quien realizó vivisecciones y disecciones en cientos de especies, pudo dar poca claridad sobre cómo el corazón y los pulmones cooperaban; él creía que la sangre era una parte importante de los animales, pero que ella sólo se encontraba dentro de las venas, las arterias en contraste contenían sólo aire.

El médico griego Galeno (130-200) estableció su práctica en Roma, en el año 161 y pronto se le reconoció como el médico más influyente en el mundo. Basado en varias vivisecciones y experimentos fisiológicos, demostró que tanto las venas como las arterias llevan sangre, que ambos vasos recorren juntos todo el cuerpo e incluso hace referencia a unos orificios invisibles extremadamente finos que permiten el intercambio de aire y sangre entre estos dos vasos. Además, Galeno creía que "oscuros desechos" eran de alguna manera descargados desde la sangre a través del pulmón. Esta apreciación, donde el pulmón servía tanto para

aportar alguna propiedad del aire al cuerpo como para eliminar productos de desecho de la sangre, fue la primera percepción verdadera del rol del pulmón dentro de la ventilación; sin embargo, Galeno no llegó a comprender la correcta circulación de la sangre, ni a descubrir una interrogante que lo fascinaba: cómo el aire era arrastrado dentro del corazón. También sus experimentos con animales muertos lo llevaron a ser considerado hoy en día uno de los primeros en describir la ventilación, es decir, el movimiento de aire hacia los pulmones y desde ellos hacia afuera. Pero cuando experimentaba con animales vivos, con la intención de estudiar el corazón y su interdependencia pulmonar, debía enfrentarse con un problema que fuera resuelto recién mil años después. Abierta la caja torácica, los pulmones se colapsaban y el animal moría.

La influencia de Galeno dominó por cientos de años. Un interés renovado por la anatomía fue impulsado en el 1400 y 1500 por artistas, tales como Leonardo da Vinci (1452-1519) quien se esforzaba en una representación del cuerpo humano exacta y natural. Alrededor de 1550, Andrea Vesalius (1514-1564), anatomista flamenco, autor de uno de los libros más influyentes sobre anatomía humana *De humani corporis fabrica* (sobre la estructura del cuerpo humano), corrigió varias inexactitudes de los conceptos de Galeno sobre la circulación de la sangre. Además, Vesalius logra a través de la colocación de una caña dentro de la tráquea de un animal vivo, ventilarlo y protegerlo del neumotórax, a pesar de abrirle la caja torácica. Describe que, una vez abierto el tórax, los pulmones se colapsan y el corazón casi se detiene, pero al insuflar el pulmón, aquel vuelve a latir con normalidad. No es claro si Vesalius aprendió de otros esta técnica o desarrolló la idea a partir de los trabajos de Galeno. Lo que sí podría afirmarse es que fue el antecedente mejor documentado de la intubación traqueal y la ventilación con presión positiva, pilares de la asistencia respiratoria mecánica de nuestros días. Tampoco está muy claro si fue el propio Vesalius el que, al momento de la disección de un noble español, intentó la ventilación artificial, produciéndose la reanudación transitoria de los latidos cardíacos.<sup>1</sup> La leyenda así lo dice. Ciertamente es que Vesalius fue acusado de asesinato y denunciado ante la Inquisición. Aunque su vida es perdonada gracias a la influencia del Rey Felipe II, quien cambia esta sentencia por una peregrinación a Tierra Santa, Vesalius muere durante el viaje.

Casi simultáneamente Paracelso (1493-1541), un alquimista y médico contemporáneo de Vesalius, describe la misma técnica en 1530 al intentar la resucitación de una persona.

Michael Servetus (médico y humanista español, 1511-1553), compañero de estudios de Vesalius, en París, fue el primero en describir la circulación pulmonar de la sangre y la función de la respiración en la transformación de la sangre venosa en arterial, aunque sus

ideas demostraron ser correctas posteriormente, en su momento fueron consideradas heréticas. Sus afirmaciones médicas más sus obras teológicas lo llevaron a la muerte en 1553, cuando fue quemado vivo junto con muchas copias de sus libros.

Afortunadamente, estos fervores religiosos no disuadieron a Renaldus Columbus (1516-1559), profesor de anatomía y cirujano italiano, de continuar la línea de razonamiento de Servetus. Columbus, en su obra, avanza sobre la concepción de la circulación sanguínea pulmonar, la circulación a través de las cámaras cardíacas y la distribución de la sangre a través del cuerpo.

Todos estos avances fueron influencias claras para que William Harvey (1578-1657), médico inglés, describiera correctamente las propiedades de la sangre al ser distribuida por todo el cuerpo a través del bombeo del corazón.<sup>1,2</sup> Es probablemente cierto asumir que la técnica de Vesalius en los procedimientos de apertura de la caja torácica fuera muy conocida en Padua, en cuya Universidad se formó Harvey, ya que éste menciona la ventilación artificial en su obra posterior, en Inglaterra. Otros científicos ingleses pronto comenzaron a escribir sobre la ventilación artificial en sus propios trabajos.

Si bien la respiración artificial con un fuelle y un tubo en la tráquea era habitual para los trabajos de vivisección, debieron pasar unos doscientos años más para que se pusiera en práctica en humanos. En una época en donde las enfermedades contagiosas y las epidemias eran moneda corriente, y el temor de las personas a infectarse y morir era una realidad tangible, probablemente la explicación de este aparente retraso se deba al fuerte peso de las creencias religiosas que sostenían que la enfermedad y, eventualmente la muerte, eran consecuencias del pecado y designios divinos.

Los primeros registros de resucitación de personas aparentemente muertas datan de mediados del siglo XVIII.<sup>2</sup> Aquellos intentos habían sido realizados en personas ahogadas. En 1740, la Academia de Ciencias en París emitió una opinión fuerte acerca de la necesidad de asesoramiento a la población sobre la técnica de respiración boca a boca para la resucitación de personas aparentemente ahogadas. Este método es la expresión más simple de intento de ventilación artificial con presión positiva. Pronto comenzaron a aparecer registros de dispositivos creados con la finalidad de ingresar a la fuerza el aire dentro del pulmón, cuando a través de la boca o nariz no se lograba. La presión social llevó a una amplia diseminación del conocimiento acerca de las técnicas de reanimación. En respuesta a las preocupaciones de los ciudadanos por el gran número de vidas perdidas en los canales, un grupo de laicos influyentes en Ámsterdam formaron la Sociedad para el rescate de personas ahogadas, en 1767. El propósito de esta Sociedad fue el asesora-

miento de las técnicas de resucitación. Pronto similares Sociedades fueron fundadas en otras ciudades marítimas, tales como Venecia y Londres. Lentamente la técnica de reanimación se fue abriendo camino para otras patologías y, de la mano del entrenamiento y la perfección de la técnica, se fueron desarrollando multitud de dispositivos cuya finalidad fue la de entregar aire al pulmón a través de la tráquea por medio de dispositivos tipo fuelle.

Grandes personajes históricos sembraron el camino para el actual conocimiento de la intubación traqueal y la traqueostomía, ambos procedimientos imprescindibles para el desarrollo de la ventilación invasiva; excede la intención de este trabajo nombrarlos a todos, pero en esa gran lista, figuran cantantes líricos, científicos, médicos... y miles de anónimos pacientes.

Luego del auge inicial puesto en la ventilación manual con fuelles a través de dispositivos traqueales, siguieron algunas décadas de declive paulatino de la técnica, incluso llegó a prohibirse su uso en ciertos círculos médicos.

Como una alternativa a este tipo de ventilación, comenzaron a desarrollarse máquinas que ventilaban a presión negativa, es decir, dispositivos que lograban hacer ingresar aire en los pulmones a través de una diferencia de presión, mayor en el exterior. El primer respirador de este tipo fue producido en 1832 por el médico escocés, John Dalziel.<sup>1</sup> Era una hermética caja dentro de la cual el paciente se sentaba asomando solamente la cabeza y el cuello por afuera. La presión negativa era lograda por fuelles colocados dentro de la caja y operados desde el exterior con un sistema de pistón y válvula unidireccional. Alfred Jones, de Kentucky, patentó el primer respirador de tanque en América, en 1864, cuyo diseño parece ser similar al aparato de Dalziel (Figura 1).<sup>3</sup> Aunque Jones usó este dispositivo para tratar el asma y la bronquitis, afirmó también su utilidad en otras enfermedades. Eugène Joseph Woillez (1811-1882), médico francés, presentó su versión de un respirador de tanque a la Academia

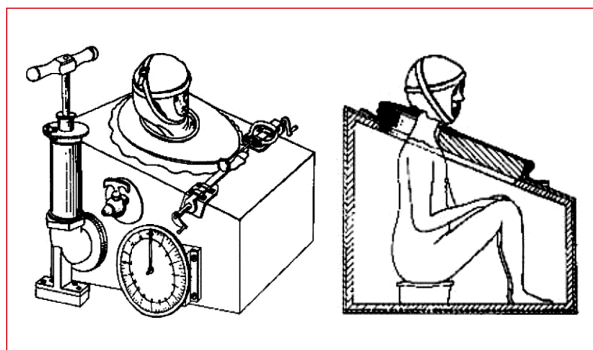


Figura 1. Respirador de tanque construido por Jones en 1864.

Francesa de Medicina, en 1876, al que llamó *Spirophore*. Con la intención de estudiar la producción de crepitantes en el pulmón muerto bajo condiciones que se acercaran lo más posible a las del pulmón vivo, Woillez colocó pulmones cadavéricos aislados en una cámara de metal, la presión dentro de la cámara podía ser aumentada o disminuida por medio de fuelles. La tráquea comunicaba con la presión atmosférica a través de un tubo.<sup>4</sup> Inicialmente fue incapaz de llevar sus experimentos a una conclusión satisfactoria, debido a la dificultad de lograr un sellado hermético en el recipiente de metal. Fue recién en 1875, con la ayuda de un experto fabricante de instrumentos, que produjo un modelo perfecto de su aparato. La invención del primer Spirophore un año después, fue un paso hacia adelante relativamente simple, incluyendo la aplicación de los mismos principios, ya sin usar pulmones cadavéricos aislados, sino pulmones vivos dentro del tórax (Figura 2). Este fue básicamente un cilindro de metal hueco, donde se introducía el paciente comple-

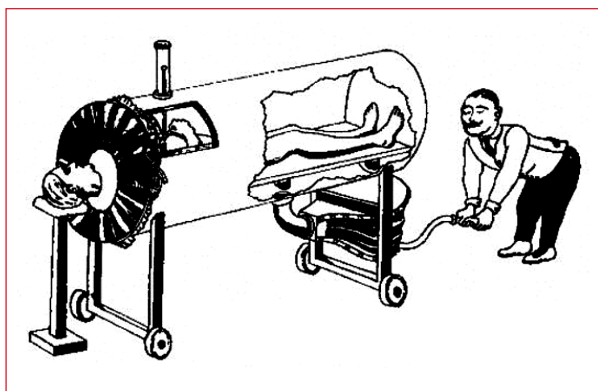


Figura 2. Spirophore construido por Woillez en 1876.

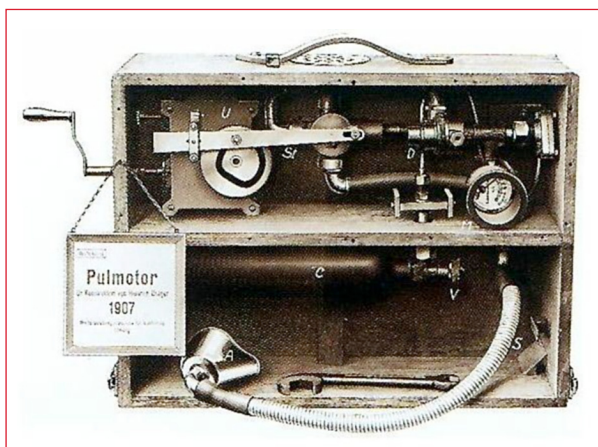


Figura 3. Pulmotor construido por Dräger en 1907.

tamente hasta la altura del cuello, a nivel del cual un diafragma de goma sellaba completamente la cámara, dejando solo la cabeza por afuera y en contacto con la presión atmosférica. El aire era evacuado del cilindro a través de un fuelle externo operado manualmente, y así se lograba la presión negativa necesaria para expandir el pulmón, movimiento que era registrado externamente a través de una varilla colocada sobre el esternón. Este aparato provocó una considerable discusión en la época y no poca oposición. Lamentablemente, este dispositivo parece haber sido utilizado sólo para resucitar a las víctimas de ahogamiento y con poco éxito. Los próximos cincuenta años fueron testigos de gran cantidad de ingeniosos dispositivos inventados para la ventilación a presión negativa de los pacientes. Todos ellos creados con la misma finalidad y fundamento, desde pequeñas corazas metálicas que solo envolvían el tórax o abdomen de los pacientes hasta monumentales habitaciones donde se podían introducir el paciente, la enfermera y todo un equipo quirúrgico si hiciera falta. Muchos de estos dispositivos fueron ampliamente aceptados y utilizados, más por el prestigio de su creador que por la evidencia de su éxito.

En el medio de estos años marcados por el esfuerzo en el desarrollo de los ventiladores a presión negativa, una de las pocas excepciones probablemente fue el "*Pulmotor*" (Figura 3) patentado en 1907 por Johann Heinrich Dräger (1847-1917). De viaje por el extranjero, Heinrich Dräger se interesó al ver dispositivos de resucitación para mineros intoxicados con gas. De regreso a Lübeck, Alemania, diseñó un dispositivo para entregar ventilación a presión positiva (a partir de un cilindro de gas comprimido), con el cual se alternaban los ciclos de inhalación y exhalación mediante un patrón constante de tiempo; usó en su original Pulmotor un mecanismo con el cual estaba muy familiarizado como experto relojero que era.<sup>5</sup> Mejorado posteriormente por su hijo Bernhard y un grupo de ingenieros, el Pulmotor se empezó a fabricar en serie y, en unos pocos años, la producción fue duplicada. Su auge comercial inicialmente estuvo asociado más a una necesidad militar, en una Alemania de guerra, que a la aceptación científica; de hecho, durante estos primeros años, debió lidiar con los defensores de los ampliamente aceptados métodos manuales de respiración artificial. En la posguerra, se volvió popular en Europa y América con su uso por los departamentos de policías y bomberos.

### Y se hizo la luz...

La generación masiva de electricidad comenzó cuando, a fines del siglo XIX, se extendió la iluminación eléctrica a las calles y casas. La creciente sucesión



de aplicaciones que esta produjo, no dejó al margen a los progresos en ventilación artificial.

El primer respirador eléctrico a presión negativa usado exitosamente y en forma generalizada, en la práctica clínica, fue el respirador de Drinker-Shaw, desarrollado en 1928, y familiarmente conocido como “*pulmón de acero*”.<sup>1-3</sup> Philip Drinker, su creador, nació en Haverford, Pensilvania, el 12 de diciembre de 1894, se graduó en química, en Princeton, en 1915, y en ingeniería química, en la Universidad de Lehigh, dos años más tarde. Sirvió en la Fuerza Aérea durante la Primera Guerra Mundial. Cuando volvió a la vida civil trabajó con su hermano, Cecil, que era profesor de fisiología en la entonces nueva Escuela de Salud Pública de la Universidad de Harvard. Mientras observaba a un grupo de colegas hacer mediciones sobre la fisiología respiratoria de un gato anestesiado dentro de una caja de metal, del cual sólo sobresalía el cuello, Drinker tuvo una idea. Paralizó al gato con una inyección de curare (droga usada como bloqueante muscular) y, a través del bombeo de aire dentro y fuera de la caja, logró mantener al animal con vida varias horas (Figura 4). Con el mismo principio, diseñó un respirador para humanos.

Durante la década de 1920, las industrias de gas y electricidad de Nueva York, no conformes con los entonces equipos de emergencias con que contaban para la reanimación (pulmotores y maniobras manuales de respiración artificial), y asediados por las demandas de empleados envenenados con gas o víctimas de accidentes eléctricos, no dudaron en destinar fondos a las investigaciones que Drinker y colegas estaban llevando a cabo sobre “*máquinas neumáticas salva-vidas*”.<sup>6</sup>



Figura 4. Drinker y colega en el laboratorio asistiendo la ventilación de un gato (1928).

El respirador consistía en una cámara de acero que era lo suficientemente grande como para introducir a un adulto (Figura 5). El interior de la cámara estaba equipado con una cama donde se recostaba el paciente y todo su cuerpo quedaba dentro de la cámara, excepto la cabeza y el cuello. A través de un collar suave de goma que se ubicaba en la tapa lateral del respirador sobresalía, por fuera de la cámara, la cabeza del paciente que reposaba sobre una plataforma. El collar de goma y la tapa lateral eran desmontables. A ambos lados de la cámara había “ojos de buey” o puertos a través de los cuales se podían introducir los brazos de las enfermeras para el cuidado del paciente. Estos puertos estaban equipados con pequeños collares de goma que se ajustaban con precisión alrededor de los brazos de la enfermera y prevenían cualquier disturbio de presiones dentro de la cámara. Por encima de estos puertos, unas “ventanas” ofrecían la posibilidad de ver fácilmente al paciente. Dentro, la cámara se iluminaba por medio de una luz, que también permitía proporcionar una temperatura uniforme en su interior; a través de un termómetro se podía controlar la temperatura interior de la cámara. Un motor eléctrico accionaba un fuelle cilíndrico conectado a la cámara por medio de un tubo flexible. El fuelle tenía una válvula externa que funcionaba a modo de ventosa, extrayendo alternativamente el aire de la cámara y generando así una presión negativa que permitía el ingreso de aire (a través de la vía aérea del paciente) y la expansión de los pulmones; la espiración del aire desde los pulmones hacia afuera era un fenómeno pasivo resultante de las fuerzas de retracción toracopulmonar. Las frecuencias respiratorias que podía proporcionar este aparato oscilaban entre 10 y 35 por minuto, y se podían generar presiones negativas de hasta -30 cm H<sub>2</sub>O. En caso de fallo eléctrico, el respirador podía ser accionado manualmente.



Figura 5. Respirador de Drinker con un paciente en su interior.

Catherine Drinker Bowen, hermana de Drinker y reconocida escritora de la época, cuenta la primera vez que se usó el respirador en humanos en su libro *Retrato de Familia*, de 1971:

“En su recorrido a través de las salas [del Hospital de Niños de Boston], Phil vio niños muriendo asfixiados por la polio; él no podía olvidar sus pequeñas caras azules, el terrible jadeo por el aire. El respirador no había sido diseñado específicamente para la parálisis infantil [como mejor se conocía en aquel entonces a la poliomiélitis]... Sin embargo cuando la máquina se perfeccionó el primer paciente fue una niña del Hospital de Niños [...] Phil trasladó la máquina a la sala cerca de la niña para que pudiera verla y se acostumbrara al fuerte zumbido del motor. A la mañana siguiente el hospital llamó a Phil. Al momento de llegar al hospital la niña estaba en la máquina, inconciente. El personal había tenido miedo de encender la energía. Phil inició la bomba y en menos de un minuto vieron a la niña recuperar la conciencia. Ella pidió un helado. Phil dijo aquí estoy y lloró...”<sup>7</sup>

Esta pequeña niña sobrevivió solo por un corto tiempo, falleció por neumonía al final de la semana, pero fue claro que la máquina funcionaba y podría salvar vidas. El respirador de Drinker, a pesar de su tamaño y alto costo, fue ampliamente aceptado.

Durante una grave epidemia de poliomiélitis en Estados Unidos, en 1931, se le solicitó a Emerson, realizar una mejora del respirador de Drinker. Debido a su bajo costo, facilidad de operación, y mejoras tecnológicas, el tanque de respiración Emerson se convirtió en el pilar del tratamiento de pacientes con parálisis respiratoria por poliomiélitis, hasta la reintroducción de la ventilación con presión positiva en la década de 1950.

John Haven Emerson (1906-1997) nació en Nueva York en el seno de una familia académica. Era tradición familiar asistir a la Universidad; sin embargo, J. H. Emerson no estaba interesado en la educación superior. A pesar de las protestas familiares, a la edad de 22 años, Emerson adquirió el equipamiento de un taller mecánico de un inventor local. Empezó entonces a construir aparatos útiles en la investigación a pedido de profesores e investigadores de prestigiosas escuelas de medicina y fisiología del área de Boston. Interesante fue que muchos de sus primeros clientes fueron parientes, quienes más estrechamente siguieron las tradiciones académicas de la familia.<sup>8</sup>

En una conferencia dada por J. H. Emerson durante un encuentro del departamento de Anestesia y Cuidados críticos en el Hospital General de Massachusetts, en 1985, él cuenta, con su particular estilo, cómo empezó a trabajar en el pulmón de acero y la batalla legal que de esto devino:

“...me preguntaron si tenía alguna idea sobre como mejorar el respirador de Drinker [Haciendo unos cambios mecánicos en el sistema de fuelles, los que cambié por un diafragma simple, logró hacerlo menos ruidoso y más efectivo]... se lo llevaron a Drinker, y él dijo que no iba a funcionar y que ya lo habían intentado ellos. Hablé con mi padre acerca de esto (esto fue en el '30-'31) y aproximadamente al mes recibo una breve carta de mi padre. En ese entonces él era jefe de Salud Pública en Columbia (era epidemiólogo). Él simplemente me dijo: nos espera una epidemia terrible de polio este año, si alguna vez vas intentar esa idea tuya, ahora es el momento de hacerlo [...] La epidemia vino bastante rápido [...] así fue que fui a las obras de calderas [...] y pedí que me hicieran un tanque [...] en dos semanas tenía el respirador armado [...] mi padre me pidió que nos encontráramos en el Hospital de enfermedades contagiosas de Rhode Island [...] Tenían cuatro respiradores Drinker en uso [...] no se podían oír ni tus propios pensamientos del ruido que había en ese lugar! [...] ellos tenían un paciente, un joven sacerdote afectado de parálisis infantil que probablemente moriría sin que ellos pudiesen hacer nada [...] colocamos al paciente dentro del tanque y el respirador funcionó perfectamente! Y el paciente sobrevivió [...] decidimos entonces tratar de fabricar pulmones de acero...” [Las consecuencias no se hicieron esperar] Drinker entró en mi tienda y me dijo que si continuaba tratando de hacer este pulmón de acero, él me sacaba del negocio [...] el era dueño de las patentes [...] igual seguimos adelante...”<sup>9</sup>

Pronto las salas de hospitales se llenaron de respiradores Emerson (Figura 6), su menor ruido y menor costo los hacían preferibles antes que los respiradores Drinker.



Figura 6. Respirador Emerson.

“...eso fue una molestia [...] Harvard se puso loco [...] fuimos demandados por violación de patentes...”<sup>9</sup>

Emerson y sus colegas iniciaron una exhaustiva búsqueda en la literatura sobre ingeniería y medicina de Europa y América, y demostraron que muchos de los aspectos de las patentes de Drinker habían sido patentados anteriormente, en otros países. Como resultado Drinker perdió el litigio y sus patentes fueron invalidadas.

Durante los años siguientes, una gran cantidad de respiradores de tanque a presión negativa fueron creados, prácticamente de la mano de las epidemias de poliomielitis fue creciendo la tecnología en torno a estos primeros respiradores.

Aunque inicialmente aterrador para los pacientes, el pulmón de hierro a menudo se convirtió en una fuente de alivio y consuelo, muchos de los relatos registrados de aquellos primeros pacientes que debieron confinar su cuerpo y vida dentro de estas gigantescas cajas de metal, así lo confirman. Aquellos en quienes el impulso vital de respirar fue abolido por la enfermedad, sintieron “un alivio inexplicable” al ser introducidos al tanque, no así quienes lo han probado como un recurso didáctico de enseñanza o mera curiosidad, en cuyo caso lo describen como “la sensación más terrorífica” que han tenido en sus vidas.<sup>7</sup>

Un ejército de personas se puso al servicio de estos pulmones de acero y sus habitantes interiores: médicos especialistas (pediatras, cirujanos, anestesistas, cardiólogos, psicólogos, neurólogos, radiólogos, otorrinolaringólogos, ortopedistas), bioquímicos, kinesiólogos, enfermeras, dietistas, electricistas, cocineros, mucamas, choferes, personal de mantenimiento; en un intento de enumerar sólo algunos de los protagonistas de aquella historia.

Muchos de los pacientes quedaban confinados a vivir en esta cárcel de metal, pronto el mercado se llenó de increíbles accesorios para los pulmones de acero, desde espejos colocados en un ángulo tal que le permitiera al paciente una visión más amplia de su entorno, así como modernos motores en los que se hacían girar las páginas de un libro o de un periódico para que pudieran ser leídos. La industria automotriz diseñó grandes automóviles en los que se pudieran transportar estas moles de metal. Muchos de los pacientes, a pesar de sus limitaciones, pudieron llevar una vida relativamente normal, estudiando, casándose, teniendo hijos e incluso hay quien diseñó un trailer con periscopio para permitirse hacer una gira sin perderse las maravillas del paisaje.<sup>10-12</sup> En las Figuras 7-13, se muestran sólo algunas de las imágenes que inundaron las páginas de revistas científicas y populares de las décadas del ‘30 al ‘50.<sup>12-17</sup>

Es innegable que el pulmón de acero salvó la vida de miles de personas en todo el mundo, pero con el uso masivo, pronto se pusieron en evidencia terribles



Figura 7. F. Snite Jr. y su familia en el pulmón de acero.

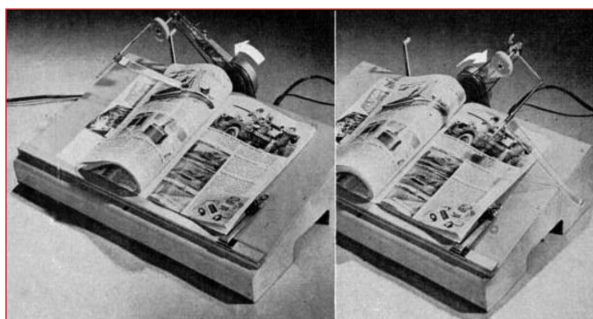


Figura 8. Aparato para dar vuelta en forma mecánica las páginas de un libro.

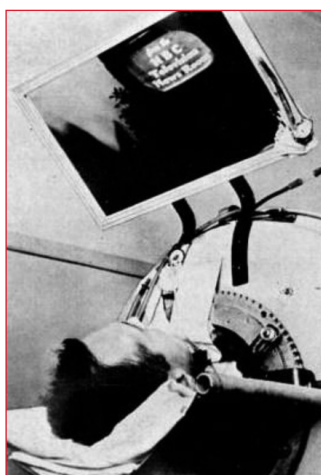


Figura 9. Espejo que permite ver en forma inversa la imagen reflejada en un TV.

desventajas de este original invento. Probablemente los problemas más graves incluyeron los peligros de una vía aérea desprotegida y la ineficacia de este tipo de respiradores en pacientes cuya manifestación de la poliomielitis afectaba además de la musculatura, el





Figura 10. Teléfono diseñado para pacientes en el pulmón de acero.

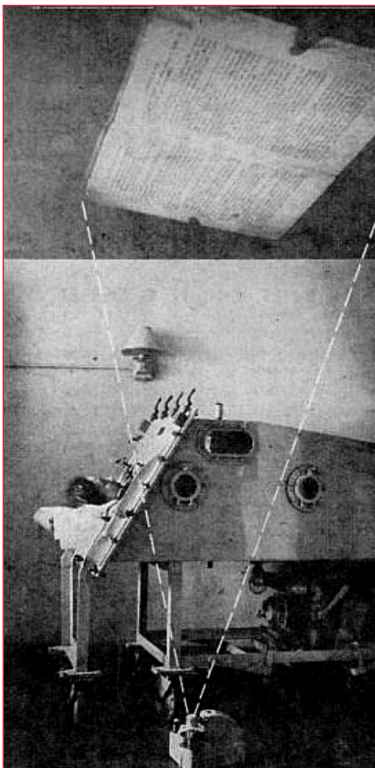


Figura 11. Aparato que permitía leer un libro al ser proyectado en el techo.

centro respiratorio (llamada poliomielitis bulbar anterior) en quienes la mortalidad, aun en los pulmones de acero, permanecía inaceptablemente alta.

Una mirada desde Buenos Aires, a través de los ojos y la experiencia del Dr. Olindo Martino (infectólogo y protagonista de la terrible epidemia de poliomielitis que azotó a la Argentina en 1955-1956) nos cuenta la situación vivida en aquellos años:

“...La insospechada tragedia comenzó a envolver a Buenos Aires. Una nueva epopeya de

dolor cubrió por meses nuestra ciudad extendiéndose luego por el resto del país. La historia se repetía implacable pero con otra fisonomía. Aquel dolor humano se acompañaba con el penoso espectáculo de observar segmentos de cuerpo cual frágiles polichinelas. Ciertamente que la historia se repetía. Porque así como el Hospital Muñiz fue creado como casa de aislamiento luego de la flagrante epidemia de fiebre amarilla en 1871, ahora esa misma casa de aislamiento sería recipientaria de una de las más tristes, inesperadas e invalidantes epidemias registradas en nuestra historia: la parálisis infantil o poliomielitis anterior aguda. ¡Epidemia! que equivalía a decir: pánico, desorden, anarquía, huidas, curanderos, drogas milagrosas, amuletos y estampas religiosas mezcladas con pastillas de alcanfor colgando del cuello de los niños para ahuyentar imaginarias miasmas contaminantes, y en las calles, el frenético blanqueado de los árboles con lechada de cal con el inocente propósito de impedir la fuga de malignos virus por ramas y follaje. Por imperiosa necesidad fuimos entrenados en el manejo del pulmón [Hace referencia a los respiradores de tanque no al dispositivo de reanimación denominado pulmón], aparato espeluznante que golpeó aún más nuestra impotencia profesional. Pocas semanas después se equipó al hospital con catorce respiradores mecánicos utilizando estratégicamente una sala contigua a la guardia de urgencia. Fue así como de pronto el hospital cambió su estructura funcional y asistencial pero con ella también nuestra conducta médica. Ya a pocos de nosotros les alcanzaría el tiempo para ocuparse de los tosedores crónicos. El aprendizaje y manejo del pulmón de acero no fue fácil. Había que conocer física y química respiratoria y el oportuno manejo de las presiones positivas y negativas para adecuarlas a la frecuencia y presión de expansión torácicas deseadas. A todo ello se agregaba el desequilibrante componente emotivo por tener que enfrentarnos a criaturas que vencidas e inmóviles dentro del macabro cilindro de acero, se iban tiñendo de azul y morían por falla respiratoria. Acaso lo menos soportable fue para mí ingresar a la sala de respiradores. La cadenciosa y torturante sinfonía de aquella ronca maquinaria que marcaba con su monótona batuta el tempo de morir...”<sup>18</sup>

### Una decisión heroica cambia la forma de ventilar...

En 1952, Copenhague (capital de Dinamarca) fue golpeada por una severa epidemia de polio que in-



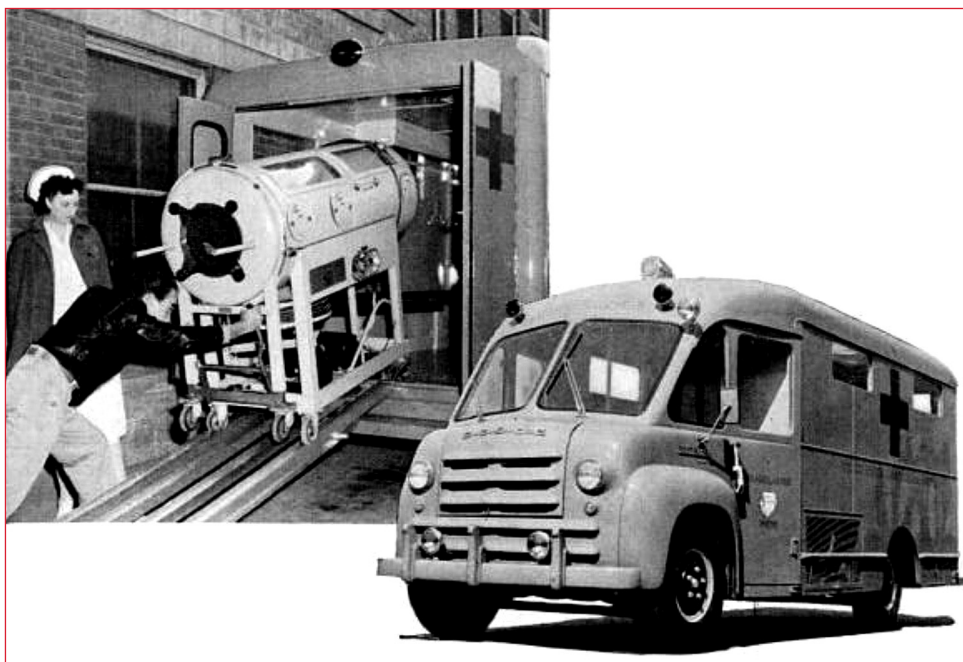


Figura 12. Automóvil diseñado para el transporte de pacientes en pulmones de acero.



Figura 13. Trailer diseñado por un paciente para realizar tours en él. Al costado, el detalle del periscopio con espejos que se encontraba en la parte superior para poder apreciar el paisaje.

cluyó un gran número de casos de polio bulbar, resultante en parálisis respiratoria: durante el período de agosto a diciembre, alrededor de 3000 pacientes fueron admitidos, principalmente en el Hospital Blegdam (hospital de enfermedades contagiosas, de 500 camas), y de esos, aproximadamente 345 pacientes tuvieron poliomielitis bulbar. Por varias semanas de 30 a 50 pacientes con síntomas bulbares fueron admitidos diariamente, y de 6 a 12 de ellos estaban críticamente enfermos. Durante las tres primeras semanas

de la epidemia, 27 de 31 pacientes con polio bulbar murieron, 19 de ellos dentro de los tres primeros días de la admisión.<sup>19</sup> El Hospital contaba en aquel momento con un sólo respirador Emerson y seis corazas torácicas, estas últimas consistían en chaquetas que colocadas alrededor del pecho asistían la ventilación por cambios de presión dentro del tórax, claramente insuficientes y absolutamente inadecuadas para casos de parálisis respiratoria. El Profesor de Epidemiología y en aquel momento Jefe Médico del Hospital

Blegdam, Henry Cai Alexander Lassen (1900-1974), debió improvisar frente a la terrible situación que vivían, así relataba la situación:

“...No quiero dramatizar el estado existente a mediados de agosto de 1952, pero sin duda estaba desesperado! Casi todos nuestros pacientes con parálisis bulbar por polio habían muerto! El 25 de agosto decidimos llamar en interconsulta a nuestro colega y anestesista Dr. Björn Ibsen porque pensamos que la ventilación a presión positiva (tal como era usada en la anestesia moderna) podría ser de valor...”<sup>20</sup>

En aquel momento, en las salas de operaciones de algunos hospitales, era práctica corriente durante la cirugía realizar la intubación endotraqueal o traqueostomía de los pacientes anestesiados, como un recurso terapéutico para asegurar permeable la vía aérea del paciente. Una vez asegurada la vía aérea y anestesiado el paciente, se conectaba el tubo endotraqueal a un sistema que permitía ventilarlo manualmente, que consistía en una bolsa de goma que se llenaba de una mezcla de gases y que, por medio de la compresión intermitente de esta bolsa, se insuflaba el pulmón. El Dr. Björn Ibsen (1915-2007), en un artículo publicado en 1953, cuenta:

“...fui llamado para consulta en el Hospital Blegdam por el Profesor Lassen [...] traté de demostrarle con un paciente, cómo la ventilación podía ser administrada sin la ayuda de un respirador. Un paciente en muy malas condiciones [de salud] fue elegido. Ella era una niña de 12 años quien estaba paralizada de los cuatro miembros. Tenía atelectasias del pulmón izquierdo, estaba jadeando por aire y ahogándose en sus propias secreciones. Su temperatura era de 40.2°C. Estaba cianótica y sudorosa. Una traqueostomía fue hecha inmediatamente bajo anestesia local, y un tubo endotraqueal colocado a través de la traqueostomía [...] se le aspiraron las secreciones a través del tubo pero aún, haciendo esto, fue imposible expandir su pulmón, parcialmente por las secreciones y parcialmente por el broncoespasmo. En esa desesperante situación decidimos sedarla con la esperanza que dejara de luchar y poder ventilarla con la bolsa [...] ella dejó de respirar y pude entonces expandir su pulmón...”<sup>21</sup>

Esta paciente había sido manejada con las medidas usuales llevadas a cabo por los anestesistas en su trabajo diario, en la sala de operaciones: vía aérea libre y segura, adecuada asistencia ventilatoria y tratamiento endovenoso para el shock. Entonces la niña, con su vía aérea superior protegida, fue colocada en el respirador, pero todos los síntomas y signos de descompensación respiratoria se presentaron de nuevo. Nuevamente fue asistida apretando intermitentemente la bolsa de ventilación y la niña recobró

su estabilidad. Fue así que el profesor Lassen tomó la audaz e innovadora solución de ventilar manualmente a los pacientes víctimas de polio bulbar, a través de una traqueostomía y conectando una bolsa de goma que proveía la presión positiva necesaria para la normal expansión pulmonar. La bolsa era conectada a un tanque con una mezcla de oxígeno y nitrógeno, que además conectaba con un dispositivo que contenía una sustancia amortiguadora de dióxido de carbono (Figura 14). Había que hacer frente entonces a un número de pacientes con necesidad de ventilación manual, que superaba ampliamente el recurso humano disponible (Figura 15). El problema fue resuelto con la ayuda de estudiantes de medicina, inicialmente, a los que luego se sumaron los de odontología, quienes trabajaban en turnos de seis a ocho horas apretando intermitentemente la bolsa de ventilación durante to-

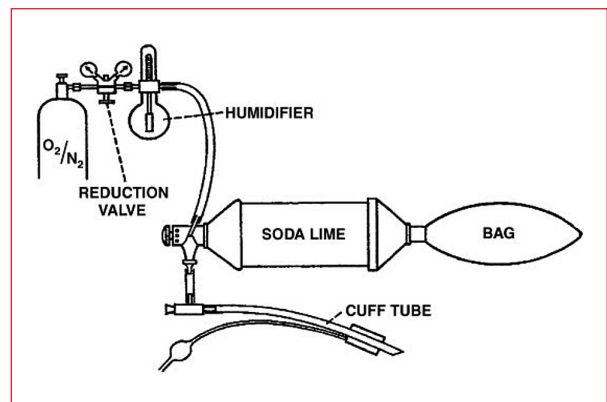


Figura 14. Aparato para ventilar manualmente a los pacientes. Se observa el tubo endotraqueal (cuff tube), la solución amortiguadora de dióxido de carbono (soda lime) y la bolsa (bag).



Figura 15. Paciente ventilada manualmente con bolsa a través de una traqueostomía durante la epidemia de poliomielitis de 1952 por el Dr. Lassen.

do el día. En el pico de la epidemia, setenta pacientes eran ventilados manualmente durante las 24 horas, y requerían tres o cuatro cambios de “estudiantes-ventiladores” en un día. La responsabilidad de estos estudiantes, que eran esencialmente ventiladores a ciegas, fue increíble; contaban en los inicios de esta epidemia solamente con la apariencia del paciente como guía de su asistencia ventilatoria. Un informe indica que alrededor de 1500 estudiantes en total tomaron parte de esta actividad, con un total de 165.000 horas de trabajo.<sup>19</sup> Las conclusiones de este heroico esfuerzo fueron contundentes, por un lado la mortalidad de los pacientes con polio bulbar se redujo notablemente (del 87% al 25%) y, por otro, la historia de la ventilación mecánica y los cuidados respiratorios tomó un camino diferente a partir de entonces.

La siguiente es parte de una carta enviada por el Dr. Uffe Kirk, quien al momento de la epidemia de poliomielitis en Copenhague tenía 25 años, y justo finalizaba la facultad de medicina. Él fue llamado para tomar un rol importante en la organización de los estudiantes de medicina-ventiladores:

“...la diferencia entre los pacientes comunes que requieren ventilación y los pacientes con polio era característica: ellos estaban concientes! Los estudiantes inventaron vías de comunicación con sus pacientes. Algunos pacientes con un pequeño palo en la boca, se comunicaban señalando letras en un cartel, laboriosamente escribían lo que ellos querían decir. Esto fue bastante bueno porque el estudiante aprendió a adivinar lo que el paciente decía después de sólo unas cuantas letras. El estudiante entonces decía en voz alta lo que pensaba que su paciente quería decir [...] De esta manera el estudiante siempre recibía un mensaje del paciente en el caso que fuera necesario optimizar la ventilación. Esto era una manera segura de corregir la ventilación, casi tanto como los laboratorios y los controles médicos. La íntima relación hizo que los estudiantes estuvieran muy preocupados por el bienestar de sus pacientes. Estaban muy entusiasmados ante los signos positivos pero también muy tristes cuando las cosas iban cuesta abajo. Y esto para muchos pacientes. Aún cuando los estudiantes sabían que la muerte era una opción real, se ponían mentalmente tensos cuando sus pacientes morían. En el peor de los casos esto ocurría durante la noche, la luz en las salas era atenuada con el fin de no molestar a los pacientes en sus sueños, sin embargo la luz tenue y el hecho de que los pacientes no eran capaces de contar cualquier cosa sobre la ventilación hizo imposible para los estudiantes saber si sus pacientes habían muerto. Era, por lo tanto, una conmoción para el estudiante

cuando llegada la mañana, él o ella se daban cuenta que su paciente había muerto ya hace un tiempo [...] No hace mucho el profesor Björn Ibsen fue elogiado en una conferencia aquí en Dinamarca. Se sentó en una silla en la primera fila cuando una señora de aproximadamente 65 años tranquilamente se le acercó, le dio un beso en la mejilla y dijo: “¡Gracias por mi vida!”. En 1952 ella fue la niña de 12 años que a Björn Ibsen se le permitió intentar salvar por medio de una traqueostomía y a través de un tubo ventilarla en reemplazo de su respiración paralizada. Tuvo éxito y la mujer era prueba de ello...”. (La carta completa se ha colocado en un archivo en el Mandeville Colecciones Especiales de la Biblioteca de la Universidad de California, San Diego).<sup>19</sup>

La aplicación con éxito de la ventilación a presión positiva condujo al diseño de un gran número de ventiladores regulados por volumen de aire que ingresa en el pulmón, en Escandinavia, Alemania y Reino Unido, y establecieron la ventilación con presión positiva intermitente (VPPI) como una práctica de ventilación estándar. Pero no todos los especialistas se convencieron de la gran ventaja que supone la VPPI en contraposición con la asistencia ventilatoria mediante métodos de presión negativa, así en América, se mantuvo el tratamiento de la insuficiencia respiratoria de origen neuromuscular con los clásicos pulmones de acero hasta finales de los años sesenta; aunque los beneficios de la intubación endotraqueal y la ventilación a presión positiva fueron poco a poco apreciados y los respiradores de tanque poco a poco olvidados.

Desde la década de 1950, una enorme cantidad de ventiladores se han fabricado para el uso diario. Esto fue acompañado a lo largo de la década de 1960, de un aumento significativo tanto en el número de pacientes que recibían ventilación mecánica como en las patologías que los llevaba a requerir este tipo de asistencia. A partir de entonces, la lista de dispositivos para la ventilación mecánica creció exponencialmente hasta adaptarse a los modernos respiradores microprocesados, usados actualmente en las unidades de terapia intensiva, que tienen como fundamento de acción la entrega de aire al pulmón a presión positiva a través de un tubo endotraqueal o traqueostomía.

## Conclusiones

Ayer como hoy, la idea de sostener la vida de un paciente críticamente enfermo por medio de la sustitución de su función pulmonar, fue y es un desafío. Siglos de avances, a veces algo tortuosos, en el entendimiento de la fisiología pulmonar y cardíaca fueron la base para que en los últimos cien años se avanzara vertiginosamente.



samente en el desarrollo de la asistencia respiratoria artificial, entendida como lo que es, un puente hasta que la recuperación de los enfermos tome de vuelta el mando de la iniciativa y autonomía respiratoria. Actualmente adaptados a las necesidades respiratorias de los pacientes, los respiradores fueron hace pocas décadas atrás, herméticas cajas de metal donde el paciente debía acostumbrarse, por difícil que eso fuera, al ritmo marcado por el ventilador.

El futuro en la ventilación artificial es imprevisible, en algún momento y en algún lugar, puede ser que de una observación casual o de una desesperada situación de emergencia sanitaria, asome un nuevo concepto en ventilación, que le muestre al mundo el camino a seguir.

## Bibliografía

1. Tobin MJ. *Principles and Practice of Mechanical Ventilation*. 2<sup>nd</sup> ed. Nueva York: McGraw-Hill; 2006: 1-31.
2. Somerson SJ. Historical perspectives on the development and use of mechanical ventilation. *AANA J* 1992; 60(1): 83-94.
3. Rosengart MR. Critical Care Medicine: Landmarks and legends. *Surg Clin North Am* 2006; 86(6):1305-1321.
4. Medical research council. "Breathing machines" and their use in treatment. Report of the Respirators (poliomyelitis) Committee. Special Report Series, 1939; 237: 3-25.
5. Bahns E. *It Began with the Pulmotor. One Hundred Years of Artificial Ventilation*. Dräger Medical AG & Co. KG; 2007.
6. Mahoney T. *The Miracle of the Iron Lung*. The Rotarian (the official magazine of Rotary International) 1938; 53(1): 23-25.
7. Dunphy LM. "The steel cocoon". Tales of the nurses and patients of the iron lung, 1929-1955. *Nurs Hist Rev* 2001; 9: 3-33.
8. Branson RD. A tribute to John H. Emerson. *Respir Care* 1998; 43(7): 567-570.
9. Emerson JH. Some reflections on iron lungs and other inventions (Transcripción de una conferencia dada por Emerson durante un encuentro del Departamento de Anestesia y Cuidados críticos en el Hospital General de Massachusetts en 1985). *Respir Care* 1998; 43(7): 573-582.
10. Se casa el hombre del "pulmón de acero" *Diario: La Vanguardia Española*, miércoles 16 de agosto de 1939, pág. 10.
11. Está catorce años dentro de un pulmón de acero. *Diario: ABC (español)*, sábado 1 de abril de 1950, edición de la mañana, pág. 24.
12. Trailer carries iron-lung tourist. *Science Popular* Oct 1938: 148.
13. Mechanical arms turns page for handicapped. *Science Popular* Apr 1951: 38-39.
14. Mirror unscrambles reverse TV. *Science Popular* Aug 1951: 96.
15. Bedridden people can read books flashed on ceiling. *Science Popular* Dec 1945: 75.
16. Phone designed for patient in iron lung. *Science Popular* Oct 1953: 137.
17. Special van moves polio victims. *Science Popular* Jun 1951: 32.
18. Martino O. "La Infectología que aprendí, viví y sentí". Conferencia de cierre del VIII Congreso Argentino de la Sociedad Argentina de Infectología- SADI 2008 y III Congreso Hispano-Argentino de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica SADI-SEIMC, 22, 23 y 24 de mayo, Mar del Plata, Argentina. ([www.intramed.com](http://www.intramed.com)).
19. West JB. The physiological challenges of the 1952 Copenhagen poliomyelitis epidemic and renaissance in clinical respiratory physiology. *J Appl Physiol* 2005; 99: 424-432.
20. Lassen HCA. The epidemic of poliomyelitis in Copenhagen, 1952. *Proc R Soc Med* 1954; 47(1): 67-71.
21. Björn I. The anaesthetist's viewpoint on the treatment of respiratory complications in poliomyelitis during the epidemic in Copenhagen, 1952. *Proc R Soc Med* 1954; 47(1): 72-74.