



HISTORIA CULTURAL DE LA TECNOLOGÍA

Producción automática de la solución Carrel-Dakin. Cuatro inventores españoles en lucha contra la sepsis 1917-1926

Pascual Santos-Lopez

UNIVERSIDAD DE MURCIA

Manuela Caballero-Gonzalez

UNIVERSIDAD DE MURCIA

Miriam Santos-Caballero

UNIVERSIDAD DE GRANADA

Resumen

Se analizan y comparan cuatro electrolizadores para la producción automática de la solución Dakin, patentados y desarrollados en España entre 1917 y 1926. Apoyándonos en hemerotecas y archivos mostraremos una visión del estado de la tecnología del momento y los avances desarrollados por dos inventores catalanes y dos murcianos para la obtención del hipoclorito de sosa y su uso como antiséptico.

Palabras clave

Solución Carrel-Dakin, Antiséptico, Electrolizador, Barcelona, Murcia, Cieza.

Automatic production of Carrel-Dakin solution. Four Spanish inventors fighting against sepsis 1917-1926

Abstract

In this work four electrolyzers used for the automatic production of Dakin solution, which are patented and developed in Spain between the 1917 and 1926 are analyzed and compared. Using newspapers libraries and archives we are able to have an insight into the technology of this period of time, as well as the breakthroughs achieved by two Catalonian inventors and two inventors from the region of Murcia to obtain Soda hypochlorite and its use as an antiseptic.

Keywords

Carrel-Dakin solution, Antiseptic, Electrolyser, Barcelona, Murcia, Cieza.

Introducción

«Junto a los progresos en el arte de matar, tan notorios en la presente guerra, consignemos como débil consuelo los realizados en el arte de curar»¹.

Muchas de las actuaciones llevadas a cabo durante la Primera Guerra Mundial en materia sanitaria contribuyeron a impulsar los avances médicos, ya que la mayoría de profesionales opinaban que «si se sabe aprovechar como experiencia positiva, el campo de batalla siempre ha sido un lugar de adiestramiento de los cirujanos»². Hasta ese momento la conducta en los

(1) La curación de los heridos de guerra (1917), *Madrid científico*, Vol. XXIV, nº 934, p. 469.

(2) REYES, "Avances quirúrgicos...", p. 201.



tratamientos de heridas de guerra era conservadora. Los resultados fueron desastrosos y la mayoría de los heridos morían de infección. Se investigó y «se tomaron decisiones terapéuticas [...] por ejemplo, la intervención precoz sistemática con antisepsia [...] permitió disminuir casi en un 50% la mortalidad producida por las heridas de los miembros»³.

Es evidente que de esos avances de la medicina militar pronto se benefició la medicina civil y España no fue ajena a ello. Para fundamentarlo nos centraremos en el campo de la antisepsia, constatando lo rápido que calaron en nuestro país sus posibilidades. Tanto es así, que meses después de que dos científicos europeos presentaran su hallazgo del líquido Dakin capaz de combatir la sepsis, un industrial y tres médicos españoles comenzaron a desarrollar aparatos para optimizar su obtención automática y potenciar sus propiedades.

Realizaremos un estudio comparado de cuatro electrolizadores inventados y desarrollados en España para la producción automática de la solución Carrel-Dakin, dos en Barcelona y dos en Murcia.

Obstáculos y críticas. Argumentos clásicos frente a nuevas ideas

En los años anteriores al conflicto bélico de 1914 uno de los dilemas médicos con respecto a la desinfección podríamos resumirlo así: microbios frente a células, cómo eliminar a los unos sin acabar con las otras. Ante este nudo gordiano los profesionales de la sanidad elegían la que creían más adecuada, mientras unos optaban por utilizar el agua hervida con un método de arrastre que resultaba muy poco eficaz, otros buscaban agentes para luchar contra la sepsis⁴.

Analizaremos el estado de la cuestión en el momento en que surgen las patentes registradas en España. En 1914 se crea un laboratorio bacteriológico en Boulogne, dirigido por el patólogo británico Wright. A sus órdenes trabajaba Alexander Fleming quien comenzó a experimentar con desinfectantes químicos, mostrando que los

empleados habitualmente resultaban inútiles ya que destruían a los leucocitos más rápidamente que a los gérmenes. Wright mantenía que para vencer las enfermedades infecciosas el único camino era la inmunización, punto discutido por Fleming⁵. Otros investigadores estaban trabajando en la misma dirección que este último, tales como Mencièrre y Carrel⁶.

Carrel se encuentra en Francia cuando estalla la Primera Guerra Mundial. Hacía tiempo que trabajaba buscando un sistema para combatir las infecciones basado en la irrigación continua con un desinfectante eficaz. Se incorporó al frente donde empieza a tratar los primeros casos de gangrena gaseosa. Solicita medios y la colaboración de un químico para dar con la solución.

En 1915 gracias a los fondos de la Fundación Rockefeller, Carrel logra un laboratorio en Compiègne y encuentra al químico adecuado, el inglés Henry Dakin que había regresado de EEUU a Inglaterra en 1914 donde ofreció sus servicios durante la guerra⁷. Los comienzos no fueron fáciles, como apunta Carrel tuvieron que enfrentarse cuanto menos a «la irónica incredulidad de los sabios de su tiempo»⁸. Pero en mayo de 1915 escribe «Comenzamos a tener resultados muy interesantes [...] Dakin trabaja soberbiamente»⁹. Carrel confió en los principios de la bacteriología para supervisar el progreso de infección y determinar el tiempo de cierre de las heridas. Por tanto, por tratamiento de Carrel entendemos el basado en «la exposición amplia de las mismas, la extirpación de todo el material extraño y el tejido desvitalizado, limpieza meticulosa y lavado repetido con solución Carrel-Dakin, mientras se protege la piel adyacente con gasa vaselinada»¹⁰.

Tras ensayar con más de doscientas sustancias es elegido el hipoclorito sódico a una concentración entre 0,45% y 0,50% y ácido bórico al 4%, además de la técnica de la irrigación continua, Carrel dio a conocer el método Carrel-Dakin en el artículo de 1915 *Traitement abortif de l'infection des plaies* y al año siguiente fue ampliamente aceptado¹¹. Aunque

(3) REYES, "Avances quirúrgicos...", p. 205.

(4) BALDRY, *La batalla contra las bacterias*, p. 63-73.

(5) BALDRY, *La batalla contra las bacterias*, p.74.

(6) (19-8-1925), *Ilustración Financiera*, nº 775, p. 6.

(7) JAIME LORÉN, Reacción, solución de Dakin.

(8) ADSUARA, "Pasado y futuro de la obra de Alexis Carrel", p. 312.

(9) ADSUARA, "Pasado y futuro de la obra de Alexis Carrel", p. 312.

(10) FRESQUET, *Historia de la medicina. Alexis Carrel (1873-1944)*.

(11) FRESQUET, *Historia de la medicina. Alexis Carrel (1873-1944)*.



tenía algunos inconvenientes, como «la baja estabilidad de la solución, el dificultoso método de preparación como así también los grandes volúmenes requeridos»¹². Defectos de los que eran conscientes los facultativos españoles, ejemplo de ello es que uno de nuestros protagonistas, Licerio Arnalot aseguraba que su invento corregiría un «Gravísimo inconveniente que presenta en la práctica el procedimiento de Carrel, subsanado por la obtención electrolítica del hipoclorito de sosa con el Electrolizador Arnalot»¹³.

Y sigue explicando que si bien el hallazgo de Carrel-Dakin es extraordinario desde el punto de vista científico, presenta inconvenientes graves que Carrel manifiesta en su obra, uno de ellos es conseguir que el líquido sea neutro, que no contenga álcali como en cierto grado tiene la solución Dakin y otro es la práctica diaria, sobre todo en la urgencia, ya que su preparación es demasiado minuciosa, punto que también intenta corregir el Dr. Parra en su patente realizada en Cieza.

Según Arnalot, esto se puede obviar de manera segura, matemática y científica: basta con obtenerlo por electrolisis en vez de prepararlo químicamente¹⁴, aunque admite que el hipoclorito sódico electrolítico es menos estable que el Dakin mantiene que su poder microbicida es el mismo. Y en eso consistía su invento que llama «Hypocarel, nombre con que designo al hipoclorito de sosa electrolítico obtenido con mi electrolizador, como justo homenaje al eminente cirujano Carrel»¹⁵. Además registro la marca comercial «Hypocarel»¹⁶.

Licerio se licenció en Medicina en la Universidad de Barcelona en 1900. Sin embargo sus primeras experiencias laborales están relacionadas con la mecánica y la electricidad¹⁷. Perteneció a la Sociedad Francesa de Higiene¹⁸ y no tenemos constancia de que ejerciera como médico. El 23 de

octubre de 1917 obtiene patente de invención por el Electrolizador Arnalot¹⁹.

La «máquina eléctrica de fabricar desinfectante»

La patente que analizaremos es la del aparato electrolítico para preparar de forma automática soluciones de hipoclorito sódico. Su inventor edita un manual en 1926 en el que se demuestra que estaba al día de las noticias científicas.

En su manual confirma que empezó a construir y comercializar su electrolizador en 1918, siendo adquirido por instituciones sanitarias ese mismo año, entre ellas el Hospital de la Santa Cruz de Barcelona o el San Juan de Dios de Murcia, así como farmacias y laboratorios de diferentes ciudades. La difusión del invento fue inmediata. Se publicita como indispensable en hospitales, clínicas dentales, farmacias e incluso en empresas mineras. Su representante en Madrid será el Sr. Prieto²⁰, otro de los protagonistas de este trabajo, que poco después patentaría su propio electrolizador.

El aparato Arnalot fue alabado de forma general, aunque también recibió duras críticas de sus colegas médicos. Perfeccionarlo le llevaría siete años más de investigación. Y es que ese primer «modesto electrolizador»²¹ tenía sus problemas de los que él era muy consciente, ya que a pesar de reducir el complejo procedimiento químico, aún estaba algo sobrecargado de cloruro sódico pero satisfactorio para su uso, con lo que el líquido Dakin resultante podía ser aceptado como antiséptico, como así ocurrió, y editó un manual en el que describe el funcionamiento y las ventajas de su «máquina eléctrica de fabricar desinfectante»²², que no admite comparación con el elaborado químicamente, por su rapidez, reduce su obtención

(12) ANTUNOVIC, «La solución de Dakin-Carrel», 2013, p. 1233.

(13) ARNALOT, *Esterilización absoluta...*, p. 15.

(14) ARNALOT, *Esterilización absoluta...*, p. 16.

(15) ARNALOT, Licerio. *Aparato Electrolizador Arnalot*. Barcelona: Casa Hartmann, Otto Maier; 1926, p. 18. Arxiu Històric de l'Hospital de la Santa Creu i Sant Pau (AHSCSP), Barcelona; Govern de l'antic Hospital. Vol. III. Inv. 1. Carpeta 33/160.

(16) ARNALOT CARRERA, Licerio, Marca «Hypocarel», nº 33.864 (18-10-1918), Archivo histórico de la Oficina Española de Patentes y Marcas (AHOEPM), Barcelona.

(17) Su primera patente fue por un martillo mecánico y su primera marca estaba relacionada con aparatos eléctricos. ARNALOT CARRERA, Licerio, Patente 57.988 (11-4-1914), AHOEPM, Barcelona. ARNALOT CARRERA, Licerio, Marca «Potencial», nº 28.339 (20-3-1916), AHOEPM. Barcelona.

(18) *Acta de la sesión pública inaugural del curso de 1899...*, p. 56.

(19) ARNALOT CARRERA, Licerio, Patente 65.579 (16-10-1917), AHOEPM. Barcelona.

(20) Electrolizador Arnalot Patentado (21-12-1918), *La Vanguardia*, p. 18.

(21) ARNALOT, *Aparato Electrolizador...*, p. 7.

(22) ARNALOT, *Esterilización absoluta...*, p. 16.



Primer Electrolizador Arnalot.
Manual circa 1918. Archivo Santos-Caballero

de 10 horas a seis minutos escasos y puede conservarse en frascos oscuros durante 48 horas²³. Otro aspecto importante es su economía, costaría dos mil quinientas pesetas, el litro de antiséptico saldría a un céntimo de peseta²⁴. Poco después lo encontramos funcionando en varias instituciones constando que en mayo de 1918 Licerio Arnalot instaló uno gratuitamente al Hospital de la Santa Cruz, comprometiéndose a instruir al personal de su funcionamiento. Después de ese plazo si el hospital quisiera adquirirlo se le abonarían las dos mil pesetas en las que lo ofertó, en caso contrario «se devolverá sin indemnización alguna en el

mismo estado en que fue prestado, salvo desgaste provocado por el uso natural»²⁵. No sabemos qué falló, pero como veremos más adelante, este aparato sufrió serios desperfectos que llevarían a inutilizarlo poco después.

El Hospital San Juan de Dios de Murcia también tuvo uno de ellos desde el primer momento y curiosamente tampoco funcionó durante mucho tiempo ya que, según un inventario de 1919, en la farmacia había un «aparato electrolizador Arnalot; para líquido hipocarrel, (inútil)»²⁶. Y es que a Murcia también llegaron pronto las noticias tanto de la nueva solución Carrel-Dakin como del aparato del médico catalán, ejemplo de ello es que en diciembre de 1918 ya aparece anunciado en el *Eco de Cartagena*²⁷. Y como estamos constatando en este trabajo, en esas fechas se solicitan las patentes de los doctores Hernández-Ros²⁸ en octubre de 1919 en Murcia y Gregorio Parra²⁹ en abril de 1920 en Cieza. Las ideas de ambos iban orientadas a solucionar algunos de los puntos débiles que ya hemos reseñado (urgencia, concentración o minuciosidad) y tanto Parra como Hernández-Ros patentarán dos aparatos para obtener el hipoclorito sódico por medios electrolíticos en el momento preciso de usarlo, el primero en el postoperatorio y el segundo durante la cirugía.

Aunque todo parecen ventajas, el Electrolizador Arnalot era mejorable y según el propio inventor era absurdo atribuir las deficiencias observadas al líquido, admitiendo que era el aparato el que fallaba, concretamente en la refrigeración. La reacción electroquímica producía calor y eso había que mejorarlo. Para perfeccionarlo pasó los siguientes tres años observando su funcionamiento en clínicas y recabando informes de los usuarios. Finalmente halló la solución en 1920, instalando un serpentín y una caja refrigeradora en su segundo modelo, que fue muy bien acogido por los profesionales de la sanidad. tal como veremos en algunos ejemplos.

La Cruz Roja también alabó su producción con el aparato Arnalot. Esta organización con motivo

(23) ARNALOT, *Esterilización absoluta...*, p. 18.

(24) ARNALOT, *Esterilización absoluta...*, p. 24.

(25) Acuerdo entre Licerio Arnalot y el Hospital de la Santa Cruz para la adquisición de un Electrolizador Arnalot (18-5-1918), AHSCSP, Barcelona, Govern de l'antic Hospital. Vol. III. Inv. 1. Carpeta 33/160.

(26) Cuentas trimestrales de Administración General del Hospital de San Juan de Dios de Murcia. Ejercicio corriente 1919-1920. Julio 1919. Archivo General de la Región de Murcia (AGRM). DIP, 6349/2.

(27) Electrolizador Arnalot Patentado (28-12-1918), *El Eco de Cartagena*, p. 4.

(28) HERNÁNDEZ-ROS CODORNIU, Antonio, Un aparato electrolizador automático para el tratamiento de las infecciones quirúrgicas localizadas. Patente 71.238 (30-10-1919), AHOEPM, Murcia. Esta patente se modificó y fue aprobada en 1920.

(29) PARRA GARRIGUES, Gregorio. Un aparato para la producción automática por electrolisis del líquido Dakin. Patente 73.527 (29-4-1920), AHOEPM, Cieza.



de los últimos combates en Marruecos, publica un artículo ofreciendo ambulancias al Ministerio de Guerra con los más modernos adelantos, entre ellos los «hasta 100 litros diarios de solución Dakin fabricados por el farmacéutico Dr. Cuesta en su moderno aparato Arnalot»³⁰.

Por su parte, el inventor se ve obligado a cumplir el compromiso adquirido con el Hospital Sant Pau al ceder el prototipo de 1918 que, como hemos reseñado, en 1922 ya no funcionaba. En una carta al Hospital deja constancia que no ha podido repararlo «dada la destrucción, debido sin duda al haber forzado el trabajo al que estaba destinado»³¹. Como quiere seguir colaborando con la obra benéfica les propone sustituirlo por el segundo modelo, que consta de «una caja ovoide, refrigerador y depósito cuadrado y se aprovecharía el cuadro de maniobras del anterior»³². En 1925 el Ayuntamiento de Barcelona adquiriría uno por 2.250 pesetas para instalarlo provisionalmente en el Asilo del Parque³³.

Pero el inventor todavía no está satisfecho con el resultado, ya que persiste el problema mecánico-técnico del rectificador electrolítico que «sigue siendo muy engorroso», por lo que le adapta un rectificador de corriente alterna a continua, lo que aportaría, según su autor, duración, economía, diseño y automatización.

En 1926 parece haber logrado su propósito construyendo el segundo modelo perfeccionado de Electrolizador Arnalot para contribuir «con mi modesto esfuerzo he tratado de poner *fácilmente* al alcance de médicos, farmacéuticos y veterinarios de mi patria, cuya competencia [...] espíritu de adelanto son garantía positiva para que en España prosiga el célebre líquido su acción a favor de la humanidad»³⁴. Ese año publica el catálogo donde aparece abundante información del proceso de

creación del aparato, incluidas fotografías con el sello de quien lo representa, Industrias Sanitarias S.A., antigua Casa Hartmann.

La Casa Hartmann, un referente en la industria sanitaria española

El grupo Hartmann comenzó su andadura en el mundo sanitario en Alemania en 1818 con el industrial Ludwig von Hartmann. Su hijo Paul Hartmann fascinado por los progresos en medicina fundó su propia empresa para la producción de apósitos que revolucionó el cuidado de las heridas, las tiritas. Junto con Sir Joseph Lister y Víctor von Bruns cambiarían la forma de tratar las heridas³⁵, la empresa se estableció en España a finales del XIX, ya en 1900 encontramos a uno de sus directivos, Otto Maier plenamente integrado en la vida catalana, siendo uno de los 51 socios del Barça al que regala ese año un botiquín completo³⁶. En 1926 Maier figuraba como dueño de la razón social Casa Hartmann³⁷. Sus talleres, oficinas y fábrica se terminaron de instalar en 1924 en la calle Cortes con Luchana, con exposición y venta en el Paseo de Gracia y según noticias de la época «no existe otra en España en su ramo»³⁸. También tenía instalaciones en Madrid, Sevilla y Valencia. Sus representantes viajaban por todo el país, prueba es que uno de ellos, Domingo Casafont, al que los redactores del *Diario de Murcia*³⁹ tildan de amigo, se encuentra en 1902 en esta ciudad ofreciendo sus productos al Hospital San Juan de Dios de la capital murciana⁴⁰.

El aparato por tanto reunía condiciones para ser avalado por el sello Hartmann. Y así queda demostrado cuando en 1927 se celebra la Exposición de la Vivienda y la Ciudad moderna en Madrid en la que participan industriales, comerciantes y empresas relacionadas con los progresos y

(30) La Cruz Roja de Valencia (10-8-1921), *Las Provincias*, p. 4.

(31) Carta de Licerio Arnalot a la Junta del Hospital de la Santa Cruz (12-6-1922), AHSCSP, Barcelona, Govern de l'antic Hospital. Vol. III. Inv. 1. Carpeta 33/160.

(32) *Ibidem*.

(33) (23-3-1925), *Gaceta Municipal de Barcelona*, nº 11, p. 203.

(34) ARNALOT, *Aparato Electrolizador...*, p. 9.

(35) Hartmann, la historia de nuestros fundadores, 2021. <https://www.hartmann.info/es-es/whoweare/history> (4-8-2021).

(36) TOMAS y PORTA, *Barça inedit*.

(37) Certificado expedido por el Ayuntamiento de Barcelona a Otto Maier del informe elaborado por el Laboratorio Municipal sobre características y producción del Electrolizador Arnalot (23-3-1926), AHSCSP, Barcelona, Govern de l'antic Hospital. Vol. III. Inv. 1. Carpeta 33/160.

(38) Industria Sanitaria (19-8-1925), *Ilustración Financiera*, p. 6.

(39) Viajero (30-9-1902), *Diario de Murcia*, p. 3.

(40) Recibos y facturas diversas por suministro de material al Hospital de San Juan de Dios de Murcia. Industrias Sanitarias S.A. (antigua Casa Hartmann) de Barcelona, 1903-1946. AGRM. DIP, 7256/13.



el *confort*, destacando la prensa lo presentado por *Industrias Sanitarias* que tiene su sede en la madrileña calle Fuencarral. En «las magníficas tiendas de campaña que ha puesto en el Retiro han exhibido modernísimo material sanitario, como los reputados aparatos *Arnalot* para la producción instantánea del hipoclorito de sosa»⁴¹.

Apoyos y reconocimientos. Promoción del nuevo electrolizador en España y el extranjero

En la tercera parte del manual⁴² el inventor deja constancia de los testimonios de algunas de las instituciones que le han dado su confianza. La Academia de Sanidad Militar, clínicas de Barcelona como la del Dr. Ribas y Ribas, donde aseguran que la sustancia es superior a la preparada químicamente. La Clínica del Dr. Seguí además apunta que la emplean para «limpieza del material de cura y utillaje, incluso en suelos y retretes». Añade que la usan para aprovechar las gasas usadas, ya que las esteriliza mejorando su condición higrométrica y que podría usarse para «la toilette del operador antes de hacer su intervención quirúrgica, por estos principios no solo tiene aplicación terapéutica sino que solucionaría un problema económico y técnico»⁴³.

De forma particular lo apoyan el Dr. Cardenal del Hospital Clínico San Carlos de Madrid, que dice haber abandonado el uso del agua oxigenada por Dakin en todas las clínicas del mismo, donde ya tienen aparatos para producirlo. También se suman las mutuas de accidentes, la Compañía de Ferrocarriles MZA en su red catalana ha equipado los dispensarios con un aparato Arnalot y compañías de Seguros. Estas últimas introducen dos importantes argumentos además del ya demostrado clínico que avalarían su uso: el económico, por el ahorro en jornales en indemnizaciones, y si además se proporciona al herido líquido para su tratamiento en casa, se unirá una labor humanitaria⁴⁴.

A partir de 1926 encontramos al electrolizador Arnalot en publicaciones europeas especializadas, como es el caso del *Bulletin technique de la Suisse romande*. En un anuncio sobre ofertas de explotación de patentes encontramos la siguiente: N° 107.610, *Licerio Arnalot-Carrera, pour: Appareil d'électrolyse* y por lo que publicita la agencia tenemos constancia de que lo había registrado en la Oficina de Patentes y Marcas de Ginebra⁴⁵. Aparece también en la prestigiosa publicación alemana *Chemisches Zentralblatt* en su sección de Ingeniería Eléctrica⁴⁶.

Está demostrado que el líquido Dakin se usaba tanto en Europa como América en casos similares a los descritos por los doctores españoles, también hemos constatado que el invento se da a conocer en países extranjeros y parece que el aparato cumple su función tanto médica como económica. Si esto era así, nos hacemos una pregunta ¿Tenían repercusiones los avances médicos españoles en el resto de países? Esta reflexión la hacemos al hilo de la siguiente información. Entre los testimonios de apoyo de 1926 encontramos el del Dr. Manuel Bastos, personalidad médica en España y una autoridad de prestigio internacional en el tratamiento de las heridas de guerra⁴⁷. Bastos se declara un «gran entusiasta aconsejándolo no sólo en grandes cirugías sino en la medicina doméstica, por lo que merece usted [Arnalot] toda la gratitud por haber puesto en nuestras manos y en forma tan cómoda este excelentísimo remedio»⁴⁸.

Dos años después los médicos de la Casa Real Británica utilizaron métodos menos cómodos y rápidos para obtener el preciado antiséptico con el que tratar la enfermedad de su rey⁴⁹. Precisamente en 1928 *La Vanguardia* en su sección de Noticias Internacionales, destaca dos informaciones médicas que califica de *Exclusiva de la Vanguardia*, una procedente de Nueva York y otra de Inglaterra, bajo el titular «El rey continua lo mismo» dan cuenta de

(41) Industrias Sanitarias (30-4-1927), *Gaceta Financiera*, p. 5.

(42) ARNALOT, *Aparato Electrolizador...*, p. 23.

(43) ARNALOT, *Aparato Electrolizador...*, p. 24.

(44) ARNALOT, *Aparato Electrolizador...*, p. 24.

(45) Offres d'exploitation de Brevets d'invention. *Bulletin technique de la Suisse romande*. 1926; 52: 10.

(46) KAUSCH. "Licerio Arnalot Carrera, Barcelona, Spanien, Verfahren zur elektrolytischen Zerlegung von Salzlosungen", *Chemisches Zentralblatt*, 1-12-1926, n° 22, p. 2834. http://delibra.bg.polsl.pl/Content/18743/b2_nr22.pdf (5-8-2021).

(47) FUSTER RUIZ, *El Servicio de Sanidad...*, p. 186.

(48) ARNALOT, *Aparato Electrolizador...*, p. 26.

(49) Jorge V padecía de pleuresía y enfermedad pulmonar obstructiva crónica. En noviembre de 1928 su estado empeoró y en diciembre sufrió un colapso seguido por una septicemia que hizo temer por su vida. Aunque se recuperaría, su salud se vio muy deteriorada. Murió en 1936. CARS, Jean des, *La saga de los Windsor*, 2012.



la enfermedad que aqueja al monarca, tratamientos y partes emitidos por sus médicos.

«Londres, 28.- Esta tarde ha llegado al palacio de Buckingham la llamada “Solución Dakin” que ha sido pedida a los Estados Unidos y que se empleó ventajosamente en los ejércitos aliados durante la guerra para la esterilización de las heridas. El doctor Sherman de la “Carnegie Steel Company” de Pittsburg, había ofrecido enviar una cierta cantidad de esta solución, para el tratamiento del monarca inglés, el ofrecimiento se aceptó con gratitud»⁵⁰.

Esto ocurría en 1928, por lo referido anteriormente respecto a la comunicación médica, encontramos que diez años antes ya se conocían y aplicaban técnicas para tratar la pleuresía con el invento del médico catalán, tal como queda reflejado en el trabajo del Dr. Slocker, que califica como un avance de la monografía que estaban elaborando los doctores Marañón, Hernando y Tapia titulada *Progreso en Pleuresías tratadas por el método Carrel*. En su artículo da detalles de cómo tratarlas con el líquido Dakin:

«obtenido por electrolisis [...] la industria nacional tiene un aparato sencillo marca Arnalot, electrodo de platino [...] que es la llamada solución quirúrgica, o sea nada nociva, de gran poder bactericida [...] solo dura 48 horas, pero es barata, 2 cts el litro y es neutra. Reduce la duración de las pleuresías y evita intervenciones agresivas»⁵¹.

Termina recomendando su uso a todos los médicos cuando no pueden enviar al enfermo al hospital. Sin duda una forma más segura y barata de conseguirla que la empleada por los doctores ingleses una década después.

Sin embargo, no hemos encontrado huellas hasta el momento de ninguno de los electrolizadores españoles fuera de nuestro país. Cosa que tampoco debe extrañarnos porque precisamente un invento

del eminente cirujano, Sir Joseph Lister, fue víctima del escepticismo de la comunidad científica inglesa. Lister descubrió que el fenol era un agente desinfectante y empezó a empapar apósitos con esta solución, creando el primer apósito, aunque su invención fue rechazada en Inglaterra y él duramente atacado. Sin embargo, los resultados fueron contundentes y Paul Hartmann, del que ya hemos dado noticia, reconoció su genialidad. Juntos desarrollaron la primera gasa fenolada, de la que después se diría que cambió «el impacto mortal de las enfermedades infecciosas causadas por heridas»⁵².

En España sí se difundió el uso del último electrolizador perfeccionado, posiblemente sea este modelo el adquirido en 1928 cuando la «Comisión Municipal de Cartagena autoriza al Sr. Alcalde para que se compre un aparato electrolizador productor de un líquido bactericida de gran poder»⁵³. El 5 de julio de 1929 Industrias Sanitarias, ofrece el último modelo Arnalot al nuevo Hospital San Pablo y Santa Cruz remarcando que la producción es doble del que hay en el viejo hospital⁵⁴. A partir de estas fechas y con Industrias Sanitarias como distribuidores oficiales, se amplían las posibilidades del electrolizador. Arnalot apunta que además del clínico puede ser útil en el abastecimiento de las aguas potables, orientando su empuje comercial hacia los ámbitos de la higiene y esterilización. No fue mucho el tiempo que pudo dedicar a esta empresa, ya que falleció en Barcelona en 1931⁵⁵. Como vemos, a pesar de lo difícil que resulta en la mayoría de los casos que los inventos sean puestos en práctica, Arnalot no quedaría defraudado y pudo ver cumplido algo de lo expresado en la conclusión de su manual:

«Hasta hace algunos años se podía quizás decir con cierta propiedad que España iba a remolque del movimiento progresista de la humanidad, hoy se puede afirmar que no es un cuerpo pasivo arrastrado por la corriente general, sino una entidad viva, consciente, que, incorporada con entusiasmo al progreso moderno,

(50) La ansiedad es menor (29-12-1928), *La Vanguardia*, p. 27.

(51) Pleuresías tratadas por el método Carrel (1-4-1919), *España Médica*, nº 295, pp. 7-8.

(52) Hartmann, la historia de nuestros fundadores, 2021. <https://www.hartmann.info/es-es/whoweare/history> (4-8-2021).

(53) Ayuntamiento (13-4-1928), *Eco de Cartagena*, p. 2.

(54) Industrias Sanitarias SA. Oferta del Electrolizador Arnalot al nuevo Hospital de la Santa Cruz y San Pablo con sello de conformidad del Hospital, 5-7-1929, AHSCSP, Barcelona, Govern de l'antic Hospital. Vol. III. Inv. 1. Carpeta 33/160.

(55) Esquela mortuoria de Licerio Arnalot (27-10-1931), *La Vanguardia*, p. 2.



se agita, lucha, avanza y destaca su personalidad [...] y que se preocupa por todos los problemas vitales de los pueblos cultos»⁵⁶.

Electrolizador del Dr. Parra. Producción automática durante las intervenciones quirúrgicas

La necesidad de obtener la solución Carrel-Dakin por electrolisis de forma sencilla y automática motivó al Dr. Parra para patentar su propio electrolizador en su clínica privada de Cieza en 1920.

Gregorio Parra Garrigues nació en Totana en 1892. Estudió medicina en la Universidad Central de Madrid, realizando sus prácticas en el Hospital de San Carlos donde se doctoró⁵⁷. Al terminar sus estudios tuvo ofertas profesionales para instalarse en Madrid que rehusó para volver a Cieza, donde ejercería desde 1918 hasta su muerte en 1955 y como médico titular del Ayuntamiento de Cieza desde 1924⁵⁸, llegando a ser en 1929 Inspector Municipal de Sanidad del Distrito⁵⁹. En el ámbito privado se dedicó a su *verdadera vocación*, la cirugía, abriendo un gabinete médico-quirúrgico equipado con consultas, sala de curas y sala de operaciones,



SALA DE OPERACIONES

El Dr. Parra realizando una operación en su clínica de Cieza. Nueva Cieza 1922

incorporando en 1922 una instalación de Rayos X y un aparato de diatermia. Durante estos años asistió a congresos nacionales e internacionales, sobre todo en Francia, donde realizó cursos de especialización en cirugía. Aunque vivía y ejercía en Cieza, ofreció sus servicios de forma gratuita a su pueblo natal, Totana, cuando en 1918 la pandemia de gripe hacía estragos y Murcia no fue una excepción. Era patente el desconocimiento de su proceso y como combatirla. Parra preocupado por las muertes repentinas que se producían pidió autorización para realizar las autopsias que fueran necesarias hasta llegar a conclusiones más firmes, con el fin de realizar una investigación científica⁶⁰. Se interesó también en otros avances médicos relacionados con cirugía, asepsia hospitalaria y tratamiento de heridas. Esta inquietud le llevaría a patentar su propio electrolizador para mejorar las condiciones higiénicas de las intervenciones quirúrgicas.

En abril de 1920 obtiene patente de invención por un «aparato para la producción automática por electrolisis del líquido Dakin»⁶¹. El objetivo era mejorar la obtención y aplicación del hipoclorito sódico en la esterilización y tratamiento de heridas infectadas. Argumenta que hasta esa fecha los aparatos fabricados son muy elementales y precisan observación continua para regular concentración y temperatura. La novedad de su aparato residía en prescindir por completo de análisis, haciéndolo de forma automática a la concentración conveniente, derramándolo cuando esté listo en un recipiente o sobre la misma herida.

Según explica, es de sencillo manejo, fácil construcción y poco peso, con un gasto mínimo de corriente. Se compone de dos partes: una el recipiente encargado de proporcionar la cantidad de cloruro de sodio y agua que se ha de transformar y otra la encargada de producir y dosificar el líquido. Para su funcionamiento se llena el depósito superior con una disolución de sal común en agua, que se va dosificando en el depósito inferior; el cual posee dos electrodos por los que se hace pasar una corriente continua que genera la electrolisis, produciendo hipoclorito sódico a la concentración deseada.

(56) ARNALOT, *Aparato Electrolizador...*, p. 35.

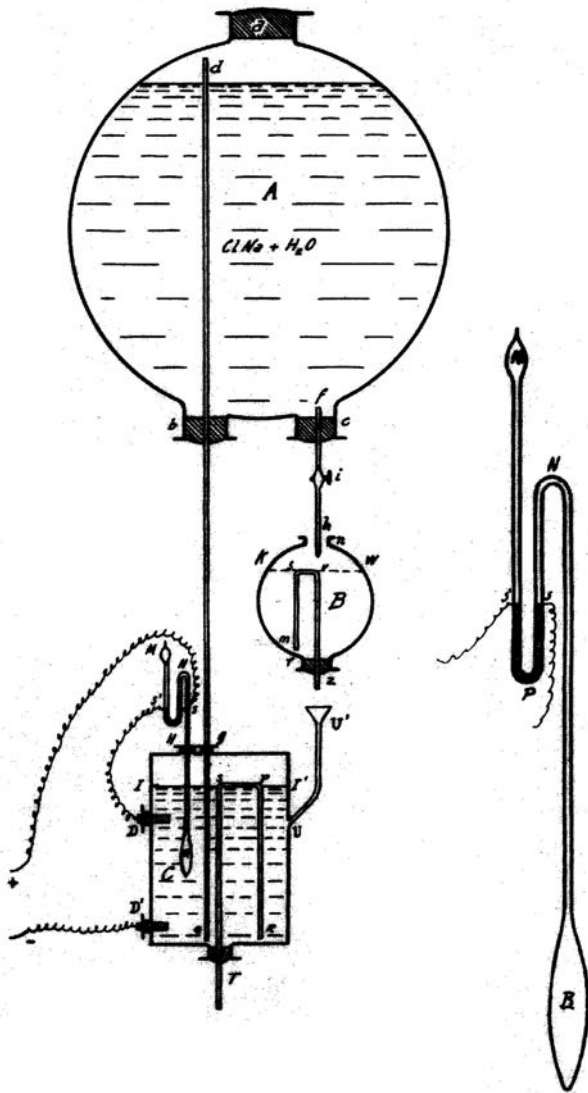
(57) Expediente de licenciado en medicina de Gregorio Parra Garrigues, 12-12-1919. Archivo General de la Administración (AGA). Educación 5, 1.19, 31/16407.

(58) Archivo Municipal de Cieza (AMC). Actas Capitulares (AC). Sesiones 1924-1927.

(59) AMC. Sanidad. Legajo N° 11, Sección 2, 1899-1959.

(60) Totana. Sobre la epidemia (21-10-1918), *El Liberal de Murcia*, p. 1.

(61) PARRA GARRIGUES, Patente 73.527 (29-4-1920), AHOEPM, Cieza.



Diseño del Electrolizador
de Gregorio Parra. AHOEPM

Siendo esta reacción exotérmica la que aumenta la temperatura indeseablemente en dicho depósito. Para evitarlo, el aparato regula la temperatura con un interruptor termostático que automatiza todo el proceso.

Si el aparato de Arnalot fue concebido para producir el hipoclorito de sosa en grandes cantidades, el de Parra está orientado a sintetizarlo para dispensarlo mientras se realiza la

operación y al igual que el médico catalán quería comercializarlo. Para ello contacta con Knappe Müller, empresario alemán establecido en Madrid donde era considerado un reputado industrial en 1882⁶². Sus negocios estaban relacionados con las instalaciones eléctricas. Representante de diversas casas internacionales, como la *H. Very* de París y la *Koerting & Mathiesen*, dedicó especial atención a «la última palabra de inventos eléctricos modernos»⁶³. Se anunciaba como casa especializada en aparatos electro-médicos con personal técnico y talleres de construcción y reparación⁶⁴. Por tanto, Parra recurrió a un empresario de calidad para comercializar su invento. Ambos suscribieron un contrato confiriéndole a Knappe la fabricación y explotación del nuevo aparato eléctrico, teniendo esta concesión carácter exclusivo e ilimitado en todos los países, comprometiéndose éste a correr con los gastos de fabricación, propaganda y obtención de patente. La venta de cada aparato, que debía ir marcado con un número correlativo, reportaría al inventor un 20% de beneficio, aunque no especifica su coste en el documento⁶⁵.

Electrolizador de Sinforoso Prieto, fabricante de aparatos de electromedicina

Gracias al primer manual publicado por Arnalot sabemos que el representante en Madrid era Sinforoso Prieto. A pesar de no llevar fecha, el manual describe nueve casos clínicos tratados con éxito en Barcelona, gracias al hipoclorito de sosa obtenido con el Electrolizador Arnalot y fechados entre agosto y noviembre de 1917⁶⁶. Por lo que tuvo que ser impreso y utilizado para su venta a principios de 1918.

Sinforoso Prieto Tiburcio, natural de Bacolor (Filipinas), obtuvo el bachiller a finales de 1888 en el Instituto Cardenal Cisneros de Madrid⁶⁷ y posteriormente realizaría estudios de ingeniería eléctrica, pues se anunciaba como ingeniero electricista, constructor de aparatos de cirugía. A finales del siglo XIX y principios del XX lo encontramos en Barcelona fabricando y comercializando maquinaria industrial y aparatos

(62) FERRER GONZÁLEZ, "El Colegio Alemán...", p. 30.

(63) Anuncio (12-4-1906), *ABC*, p. 1.

(64) Anuncio (26-1-1936), *ABC*, p. 95.

(65) CÁNOVAS MULERO, *Crónicas inéditas...*, p. 178.

(66) ARNALOT, *Esterilización absoluta...*

(67) Expediente para la expedición del título de bachiller de Sinforoso Prieto y Tiburcio, natural de Bacolor (Filipinas), alumno del Instituto Cardenal Cisneros de Madrid, 19-11-1888, Archivo Histórico Nacional (AHN), Universidades, 7321, Exp. 35.

electromédicos⁶⁸. En 1895 patenta un regulador de arco voltaico⁶⁹ y en 1899 un transformador eléctrico de inducción, tipo Ruhmkorff, de alta tensión y frecuencias variables, destinado a aplicaciones médicas, de higiene y sanidad, como la radiografía Crookes, obtención de corrientes de alta frecuencia, inflamación por chispa inducida y funcionamiento de ozonizadores médicos e industriales⁷⁰.

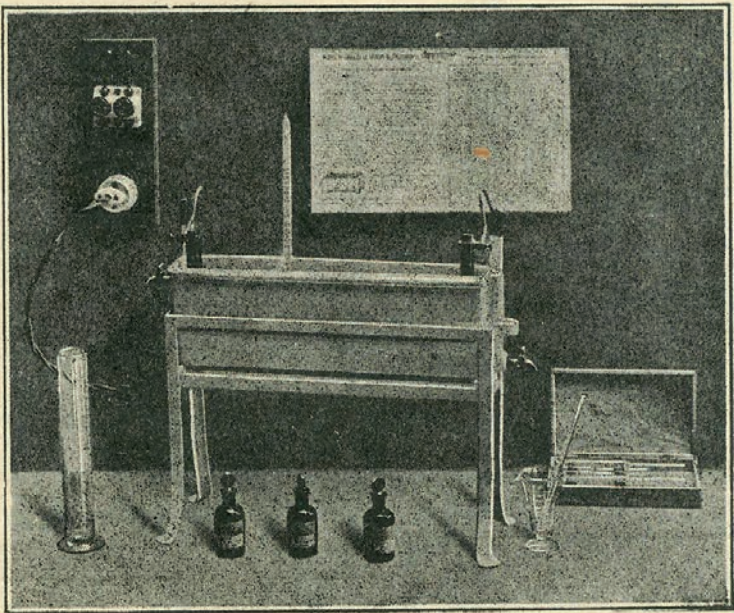
En 1907, un artículo de la revista *Industria e Invenciones* reivindicaba la industria española y criticaba el desconocimiento y poco apoyo del Estado español a la misma al no consumir sus productos, manifestado en un informe del Ministerio de la Guerra. Concretamente la Sección de Sanidad Militar aseguraba que no se construían reostatos y cuadros de distribución, sin embargo la revista lo contradecía alegando que no sólo se montaban este tipo de cuadros y reostatos en todos los talleres de construcción de aparatos eléctricos

sino que había fabricantes de estos elementos para aplicaciones médicas y citaban «el taller de D. Sinforoso Prieto, especialista en la construcción de aparatos electro-medicales»⁷¹.

Para 1918 Prieto distribuía en Madrid el electrolizador y aparecen en prensa sus anuncios de «Aparatos transportables de rayos violetas altas frecuencias y ozonoterapia. Para el tratamiento de las múltiples afecciones pulmonares, nerviosas, [etc.]»⁷², que como hemos visto había mejorado con sendas patentes. Justo para finales de 1919 patenta su propio electrolizador en Barcelona para la fabricación de hipocloritos con destino a diferentes aplicaciones, entre ellas la desinfección en medicina y cirugía.

Prieto lo perfeccionaría con dos nuevas patentes meses después y lo comercializaría como Electrolizador Prieto, como lo encontramos en la revista *Los Progresos de la Clínica* en 1921⁷³.

Para médicos y farmacéuticos



El ELECTROLIZADOR PRIETO (patentado) permite obtener con un gasto insignificante, el licor Dakin.

Electrolizador Prieto. *Los Progresos de la Clínica*, 1921

(68) Aparatos Electro-médicos y de Cirugía (15-7-1914), *Therapia*, Vol. VI, nº LXI, p. VII.

(69) PRIETO TIBURCIO, Sinforoso, Patente 17.740 (18-7-1895), AHOEPM.

(70) PRIETO TIBURCIO, Sinforoso, Patente 24.602 (4-8-1899), AHOEPM, p. 1.

(71) Por la industria nacional III (18-5-1907), *Industria e invenciones*, nº 20, p. 4.

(72) Aparatos transportables de rayos violetas altas frecuencias y ozonoterapia (22-12-1918), *La Vanguardia*, p. 30.

(73) Para médicos y farmacéuticos (1921), *Los Progresos de la Clínica*, nº XVII, p. LIX.



Electrolizador del Dr. Hernández-Ros. Tratamiento postoperatorio y dosificación automática

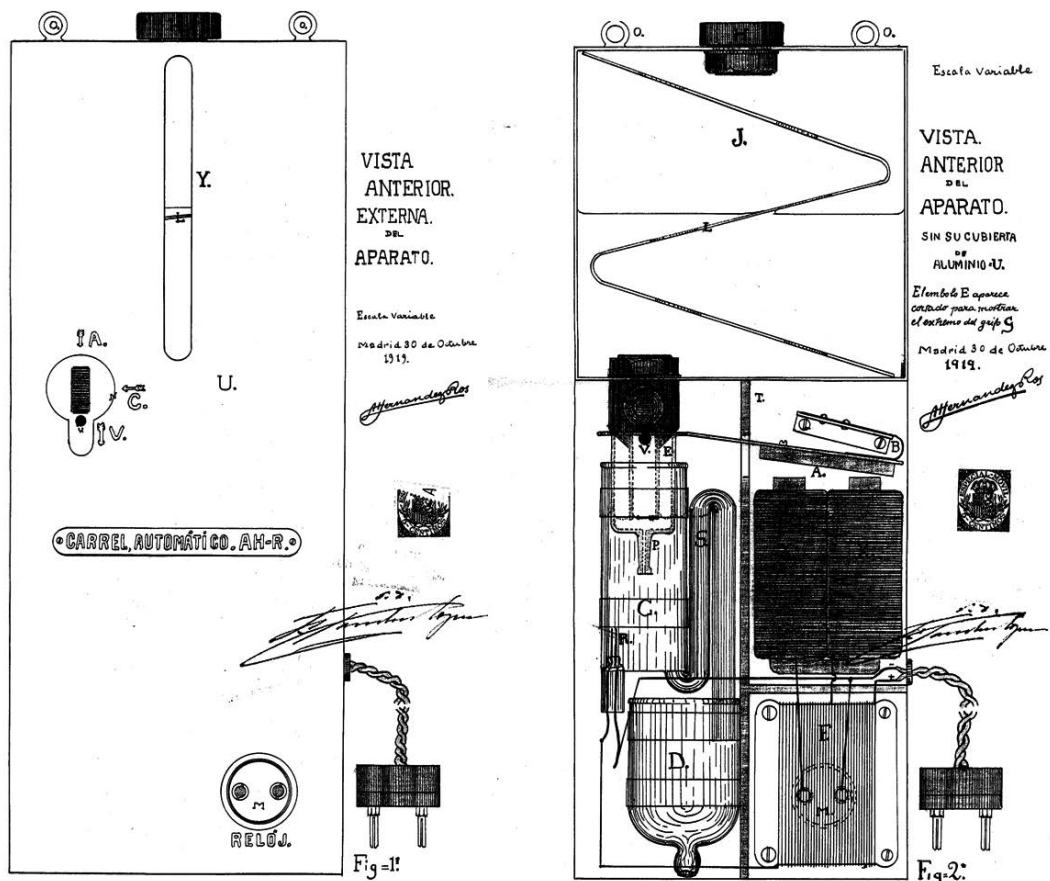
Antonio Hernández-Ros Codorniu nació en Murcia en 1896⁷⁴ en el seno de una familia de médicos y cirujanos. Se licenció en Medicina en la Universidad Central en 1918. Dos años después se incorpora al Hospital Provincial de Murcia como médico de guardia, doctorándose en Madrid en 1924⁷⁵.

En febrero de 1920 obtiene patente de invención por el electrolizador al que llama «CARREL AUTOMÁTICO A. H-R». El cual producía y dosificaba de forma automática la solución antiséptica de hipoclorito de sosa al 0,48% (isotónica e isoterma con el cuerpo humano) irrigando las lesiones cada dos horas, según el método Carrel-Dakin para tratar las infecciones quirúrgicas localizadas. En la memoria del documento explica que hasta el momento los cirujanos venían obteniendo por el método

electrolítico el líquido necesario para el tratamiento de uno o varios enfermos en el mismo día o por el método químico si era para varios días, irrigando las lesiones cada dos horas de forma manual, lo que era más costoso, molesto e ineficaz, pues el líquido perdía su valor antiséptico debido a la volatilidad.

No ocurría así con el aparato de Hernández-Ros, que producía el líquido necesario para una sola irrigación y al instante, pues estaba concebido de forma individual y colocado a la altura necesaria para que el antiséptico se descargara sobre la herida, ramificándose sobre su superficie a través de un tubo de goma que conectaba con el depósito auxiliar del aparato. Además, la descarga se producía de forma automática gracias a un sistema secuenciador de relojería que activaba una electroválvula, produciéndose la cura de Carrel.

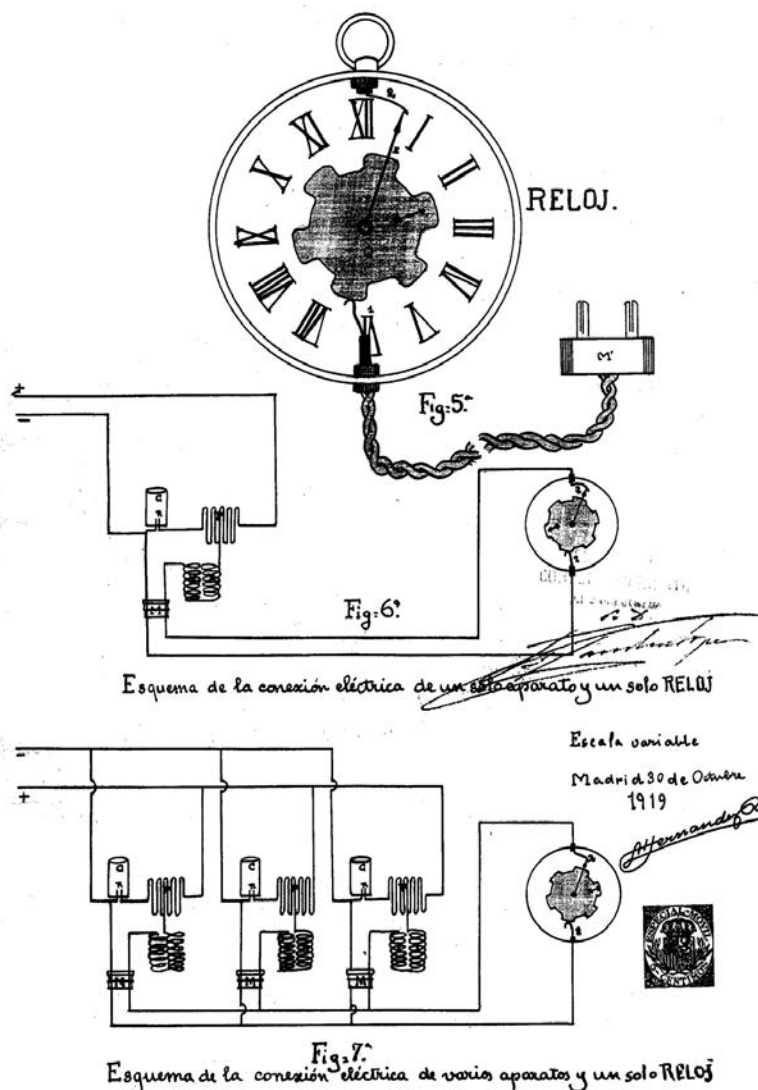
El aparato consistía en una estructura y carcasa que sujetaba y protegía tres sistemas: el electrolítico para obtener el antiséptico a la concentración



Electrolizador de Hernández-Ros con y sin tapa. AHOEPM

(74) Expediente de concesión de título de licenciado en Medicina a favor de Antonio Hernández-Ros Codorniu. 6-7-1918. AGA, Educación 5, 1.19, caja 31/15940, Exp. 740-51.

(75) SÁEZ GÓMEZ, et alli, *Diccionario Biográfico...*, p. 619.



Reloj y esquemas eléctricos del electrolizador de Hernández-Ros. AHOEPM

adecuada, el automatismo que realizaba las descargas a intervalos regulares de tiempo y la reserva de la cuba electrolítica con un nivel constante de electrolito formado por una disolución de 10 gramos de Cloruro de Sodio en 1.000 gramos de agua destilada. Para la temporización empleaba un reloj al que había sustituido sus manecillas por contactos eléctricos secuenciados y alternados, consiguiendo producir la electrolisis en dos horas. La dosis era de 30 gramos de hipoclorito sódico al 0,48% y una temperatura de 38° C. El reloj podía controlar un aparato o varios conectados en paralelo⁷⁶.

Aunque la patente figura como no puesta en práctica, sabemos que Hernández-Ros lo utilizó en pacientes del Hospital de Murcia obteniendo buenos resultados. Poco después presenta su electrolizador

ante la Real Academia de Medicina y Cirugía de Murcia, de la que era académico correspondiente, y en abril de 1920 la revista *Estudios Médicos* de Murcia, en la que Hernández-Ros era redactor jefe de Cirugía, informa de los resultados favorables del invento, dando noticia de que el joven doctor hizo funcionar de manera repetida su electrolizador para que se realizara de forma automática el método antiséptico y de exéresis química del doctor Carrel, produciéndose la dosificación y producción automática de la solución, que en aquellos momentos era de difícil aplicación efectiva. El aparato evitaba todas las complicaciones y sólo era necesario conectarlo al suministro de corriente continua urbana, cuyo rango de voltaje oscilaba entre 110 y 150 voltios, llenar el depósito con una

(76) HERNÁNDEZ-ROS CODORNIU, Antonio. Un aparato electrolizador automático para el tratamiento de las infecciones quirúrgicas localizadas, Patente 72.729 (23-2-1920), AHOEPM, Murcia.



solución de cloruro de sodio al 1 por 100 y dar cuerda al reloj. Entonces, cada dos horas se producía la descarga automática sobre la herida de la solución antiséptica de hipoclorito de sosa al 5 por 1.000, recién formado y muy activo. Este ciclo se podía repetir durante más de 30 horas sin interrupción y al cabo de éstas reponer el depósito con la solución salina y dar cuerda al reloj para que funcionara de nuevo⁷⁷.

La noticia ponía de manifiesto las ventajas conseguidas por el aparato del doctor Hernández-Ros frente a los métodos utilizados hasta entonces. Las soluciones podían emplearse al instante, eran isotónicas con los plasmas del cuerpo humano, ya que la solución salina estaba a la concentración del 10 por 1.000 y no al 40 por 1.000, como ocurría con otros métodos electrolíticos en los que el líquido producido era muy hipertónico, o si se usaba el método de Daufresne, casi isotónico, resultaba de una alcalinidad excesiva. Dos defectos que producían cauterizaciones, lo que hacía sufrir a los enfermos según las observaciones del doctor Hernández-Ros.

La temperatura óptima hacía que el paciente no notara la irrigación de su herida. Además, se suprimía a la persona que irrigaba la herida manualmente, evitando errores y negligencias.

El doctor resaltaba los éxitos obtenidos en el Hospital de San Juan de Dios de Murcia donde el electrolizador había estado funcionando desde el mes de junio de 1919, siendo aplicado a los enfermos del Servicio de Cirugía, citando casos de curación de complejas facturas, así como de «pleuresías purulentas supuradas después de la desinfección, heridas por accidentes de trabajo, etc.»⁷⁸. Por tanto en Murcia estarían funcionando en la misma época el de Arnalot y el de Hernández-Ros⁷⁹.

A modo de conclusión decir que en 1915 Carrel y Dakin descubrieron un antiséptico eficaz para el tratamiento de heridas abiertas en cirugía, aunque era difícil de obtener y conservar. Poco tiempo después, cuatro inventores españoles consiguieron desarrollar soluciones técnicas para solventar estos problemas patentando sus electrolizadores.

(77) Redacción (4-1920), *Estudios Médicos*, nº 1, p. 7. Archivo Municipal de Murcia (AMMU).

(78) Redacción (4-1920), *Estudios Médicos*, nº 1, pp. 7-8. AMMU.

(79) Cuentas trimestrales de Administración General del Hospital de San Juan de Dios de Murcia. Ejercicio corriente 1919-1920. Julio 1919. AGRM. DIP, 6349/2.

Bibliografía

- *Acta de la sesión pública inaugural del curso de 1899 á 1900 que la Academia y Laboratorio de Ciencias Médicas de Cataluña celebró el día 18 de Noviembre de 1899*, Barcelona, Tip. La Publicidad, 1900. <http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/13071> (7-8-2021).
- ADSUARA, Eduardo, "Pasado y futuro de la obra de Alexis Carrel", *Anales de la facultad de Medicina*, 1956, Vol. 39, nº 1, pp. 302-323. <https://doi.org/10.15381/anales.v39i1.10798> (7-9-2021).
- ANTUNOVIC, Federico A.; et al., "La solución de Dakin-Carrel", *Flebología y Linfología*, 2013, Vol. 8, nº 20, pp. 1230-1235. <http://www.sflb.com.ar/revista/2013-08-20-03.pdf> (26-6-2021).
- ARIAS, Jaime, *Fisioterapia quirúrgica*, Editorial Tebar, 1999.
- ARNALOT, Licerio, *Esterilización absoluta de las heridas infectadas. Electrolizador Arnalot*, Barcelona, Talleres Gráficos de la Sociedad General de Publicaciones, c. 1918.
- BALDRY, Peter, *La batalla contra las bacterias*, Barcelona, Ed. Reverté, 1981.
- CÁNOVAS MULERO, Juan, *Crónicas inéditas a través de los linajes Parra y Cánovas*, Totana, 2002.
- CARS, Jean des, *La saga de los Windsor*, Aguilar, 2012.
- FERRER GONZÁLEZ, José M^a., "El Colegio Alemán en Madrid", *Madrid histórico*, 2016, nº 61, p. 30. https://nanopdf.com/download/madrid-historico-colegio-aleman-de-madrid_pdf (7-8-2021).
- FRESQUET, José L. *Historia de la medicina. Alexis Carrel (1873-1944)*, 2004. <https://www.historiadelamedicina.org/carrel.html> (27-7-2021).
- FUSTER RUIZ, Francisco. *El Servicio de Sanidad de las Brigadas*, Albacete, CEDOBI (IEA-UCLM), 2018.
- JAIME LORÉN, José María de, *Reacción, solución de Dakin*, Universidad Cardenal Herrera-CEU, 2010, <https://blog.uchceu.es/eponimos-cientificos/reaccion-solucion-de-dakin> (7-8-2021).
- LARRARD, Patrice de, "Les hôpitaux de Compiègne en 1914", *Société historique de Compiègne*, s/f, p. 6.
- REYES, Rafael, "Avances quirúrgicos en los conflictos armados", *Revista Colombiana de Cirugía*, 2004, Vol. 19, nº 4, pp. 201-210. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcci/v19n4/v19n4a2.pdf> (4-8-2021).
- SÁEZ GÓMEZ, José Miguel, et alii, *Diccionario Biográfico y Bibliográfico de la Ciencia y la Medicina en la Región de Murcia*, Universidad de Murcia, 2016.
- TOMAS, Manuel y PORTA, Frederic, *Barça inedit: 800 histories de la historia*, Barcelona, Edit. Córner, 2016.