Historia de la Medicina: Willem Einthoven y la Aplicación Clínica del Electrocardiograma

Cajavilca-C [1], Varon-J [2], Herrero-S [3]

RESUMEN

Durante el inicio del siglo XIX el electrocardiograma se convirtió en una de las herramientas más útiles en el diagnóstico de enfermedades cardiacas. El padre de la electrocardiografía, Willem Einthoven, había creado el galvanómetro de cuerda tras varios años de perfecionamiento en su precisión de registro. Su aportación impulsó a otros científicos a trabajar con este nuevo invento y expandir su utilidad en el ambiente médico. El electrocardiograma no sólo encontró el agrado de personas como Thomas Lewis, quien fue un catalizador para que creciera el interés del electrocardiograma como herramienta diagnóstica sino que también tuvo que encarar opiniones opositorias. El progreso del electrocardiograma continúa en nuestros días donde la búsqueda de nuevas aplicaciones no ha terminado. Si bien el electrocardiógrafo tiene más de 100 años, éste continúa siendo un valioso instrumento clínico.

ABSTRACT

During the beginning of the XIX century, the electrocardiograph became one of the most used tools for the diagnosis of dysrrhythmias. Willem Einthoven, father of the electrocardiograph, spent years working to produce more precise and sensible readings from his string galvanometer. Many turn to the galvanometer to study different heart conditions. His creation was welcomed by many but also faced opposition from physicians that were not accustomed to use such instruments. Thomas Lewis was a physiologist who helped in the propagation of the clinical importance of the electrocardiograph catching the interest of physicians and scientists. He helped trained cardiologists who were already being pressured to know how to read the electrocardiogram by their patients. Other physiologists used the electrocardiograph to diagnose pericarditis, endocarditis, congenital malformations and coronary disease. Hospitals began to include electrocardiogram as part of the complete assessment of the patient. Its size, affordability and accessibility have improved over the years. Today, new applications for the electrocardiogram are still being discovered. New studies have used the electrocardiogram to study patterns and traces that some genetic cardiac diseases leave. After more than 100 years, Einthoven's work continues to be present through the electrocardiograph.

INTRODUCCIÓN

Creado con el ingenio de Willem Einthoven, el electrocardiógrafo se ha convertido en el instrumento más innovador y útil en el cuidado del paciente. Desde un inicio, este artefacto, tenía como propósito revelar los enigmas de las anomalías cardiacas que hasta entonces habían provocado la intriga de muchos científicos. De esta forma, el electrocardiógrafo se convirtió en la llave que abriría las puertas

[1] MS, Universidad de Monterrey Escuela de Medicina, Nuevo León, México. [2] MD, FACP, FCCP, FCCM, The University of Texas Health Science Center at Houston and The University of Texas Medical Branch at Galveston. St. Luke's Episcopal Hospital, Houston, Texas, USA. [3] MD, FCCP, Hospital de Cabueñes, Gijón, España.

Enviar correspondencia, observaciones y sugerencias a Joseph Varon, 2 219 Dorrington St.Houston, TX 77030-3209 USA, teléfono 1-713-669-1670, fax 1-713-669-1671, correo electrónico: Joseph.Varon@uth.tmc.edu

Artículo recibido el 18 de abril del 2008
Artículo aceptado para publicación el 27 de junio del 2008
Este artículo podrá ser consultado en www.hgculiacan.com

para una nueva era en el estudio del corazón, haciendo su aparición pública durante la transición en que los hospitales se convertían en instituciones para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Entre 1875 y 1925 el número de hospitales en los Estados Unidos se elevó de 150 a cerca de 7,000 y parte de este crecimiento se debió a los avances en herramientas para diagnóstico como el electrocardiógrafo que daban credibilidad a los hospitales.[1] Médicos y físicos se unieron a Einthoven en su deseo de utilizar el electrocardiógrafo para estudiar más a fondo al corazón; Y muchos de ellos se dedicaron también a mejorarlo, haciéndolo más práctico y accesible a hospitales y universidades. Otros colaboradores y colegas de Einthoven, utilizaron su innovación y dedicaron su tiempo para encontrar la relación entre el ritmo cardiaco y las ondas en el electrocardiograma. Desde entonces, los científicos han continuado descubriendo nuevas aplicaciones clínicas del electrocardiograma haciéndolo una herramienta confiable en el tratamiento cotidiano.

Figura 1. Willem Einthoven: Padre de la electrocardiografía

Willem Einthoven nació el 21 de mayo de 1860 en Semarang, capital de Java Central que pertenecía a las Indias, lo que hoy se conoce como Indonesia. El tenía 19 años cuando inició la escuela de medicina en la Universidad de Utrecht. Como estudiante, tenía la determinación de comprender plenamente los conceptos de fisiología y física. Durante ese tiempo la oftalmología era la especialidad con más conocimiento y avances técnicos.[2] Con esto en mente, Einthoven encauzó sus esfuerzos y preparación médica con la visión de convertirse en oftalmólogo adquiriendo experiencia al trabajar de la mano de F.C. Donders y Snellen quienes para ese entonces ya contaban con una gran reputación como oftalmólogos. Sin embargo, su vida tomaría otro rumbo al tiempo que aceptara el cargo de académico en el Departamento de Fisiología en la Universidad de Leiden donde permanecería por el resto de su vida trabajando como profesor y realizando investigaciones en fisiología. [3]

Para el momento en que Einthoven se encontraba por completar su entrenamiento como médico, numerosos avances en materia de exploración física e instrumentos de laboratorio habían hecho su aparición con el objetivo de colaborar en definir la etiología de múltiples problemas cardíacos. Para ese entonces, los médicos podían diagnosticar patologías de origen cardíaco gracias al estetoscopio inventado por Rene Laennec en 1819 y a su habilidad para identificar síntomas y detalles en la historia clínica.[1, 4] Por otra parte, el pulso, que por muchos años fue un dato de vital importancia en la exploración física, pudo ser registrado gracias a Karl Vierodt, quién utilizó un esfigmógrafo que se convirtió en un excelente instrumento para realizar una estimación más precisa del pulso.[1] También en esos años, se comenzaba a experimentar con la cateterización como herramienta útil en el registro de presiones cardíacas en animales, sin embargo, tendría que esperar muchos años para ser utilizada en humanos.[1] Probablemente, otro hallazgo, de la misma importancia que el electrocardiógrafo para diagnosticar problemas cardiacos fue el descubrimiento de los rayos X en 1895; juntos se convirtieron en las herramientas diagnósticas más importantes en cardiología.[1] Por su parte, el cardiógrafo, un instrumento destinado a registrar impulsos apicales del corazón, fue otro instrumento utilizado en esos años; principalmente en laboratorios. Más tarde, este instrumento, se convertiría en objeto de gran interés para Einthoven durante sus siguientes años en Leiden.

Durante la década de 1890, Einthoven exploró, con el electrómetro capilar de Lippmann, la posibilidad de mejorar la resolución de los trazos electrocardiográficos utilizando ecuaciones diferenciales.[5, 6] Gabriel Lippmann presentó su electrómetro capilar en 1872 y como afirma Burch, se requería de mucha paciencia ya que contaba con un tiempo de respuesta lenta y carecía de precisión debido a la inercia del mercurio que utilizaba.[7] A pesar de sus limitaciones, Einthoven reconoció la importancia y el potencial que el electrómetro capilar proveía con sus registros y fue capaz de observar con este instrumento 5 deflexiones eléctricas nombrándolas P, Q, R, S, y T.[8] Einthoven también observó que este instrumento era capaz de registrar diferentes trazos tanto en personas sanas como en personas con cardiopatías. Así también, se percató de la necesidad de realizar algunas modificaciones para mejorar su precisión.[7]

Después de trabajar con el electrómetro capilar, Einthoven enfocó su atención en un nuevo proyecto. Ideó un instrumento nuevo capaz de registrar trazos de una manera

más sensible dando como resultado el nacimiento del galvanómetro de cuerda cerca del año 1900.

Einthoven publicó su trabajo preliminar en un manuscrito titulado "Un nouveau galvanometer" en 1901 y 2 años después publicó una descripción de este instrumento en "Die galvanometrische Registrirung des menschlichen Elektrokardiogramms, zugleich eine Beurtheilung der Anwendung des Capillar-Elektrometers in der Physiologie".[7] A pesar de que estos manuscritos invitaban al lector a imaginar las utilidades que este nuevo galvanómetro podía tener en la aplicación clínica, no obtuvieron mucha atención. No obstante, los ojos de la comunidad científica se tornaron al galvanómetro de cuerda en 1906 luego de que Einthoven publicara su trabajo titulado "Le telecardiogramme" en el cual describía diferentes patrones electrocardiográficos y disrritmias incluyendo el primer bloqueo de rama. [9, 10]

El galvanómetro de cuerda y su aplicación clínica

El galvanómetro de Einthoven ocupaba 2 cuartos, pesaba 600 libras y requería de 5 operadores encargados del buen funcionamiento y mantenimiento del sistema de enfriamiento de los electromagnetos.[10] A pesar de ello, el galvanómetro de cuerda pronto recibió la atención de compañías que expresaban su deseo de manufacturarlo. Fue entonces cuando Einthoven aceptó una oferta, donde la compañía Edelman ofrecía $25.00 dólares (cerca de 100 Marcos) por cada unidad vendida. Pero no mucho tiempo después, Edelmann realizó algunos cambios al galvanómetro, negandose a cumplir el contrato acordado y sobre todo a reconocer los derechos de autor de Einthoven; Afirmando que su nueva máquina distaba mucho de parecer siquiera al galvanómetro realizado por Einthoven. A pesar de este incidente, Einthoven convino un nuevo contrato con Horace Darwin, hijo de Sir Charles Darwin y fundador de Cambridge Scientific Instrument Company, para manufacturar su instrumento.[7]

Entre 1901 y 1908 las publicaciones de Einthoven describieron las aplicaciones clínicas de su electrocardiógrafo. "Le telecardiogramme" proveyó ejemplos de contracciones prematuras ventriculares, bigeminia ventricular, flutter atrial, hipertrofia tanto ventricular como auricular, y fibrilación auricular a la cual el llamó "pulsus inaequalis et irregularis".[9, 11] En 1908, demostró enfermedades cardiacas como pericarditis adhesiva, enfermedad coronaria, endocarditis bacteriana subaguda y defectos cardiacos congénitos.[7] Flaxman, por su parte, afirma que el electrocardiógrafo permitió el entendimiento del sistema de conducción del corazón con respecto al bloqueo cardiaco demostrado en los trabajos de Einthoven.[12] Muchos físicos y universidades buscaban adquirir este aparato e iniciaron sus propios experimentos y trazos añadiendo dicha información al banco de records de electrocardiogramas de esos años, intercambiando así su información. Durante ese tiempo, científicos como Thomas Lewis que estudiaban disrritmias se encargarían de expandir los beneficios del electrocardiógrafo.

Percepciones del electrocardiograma

A la vuelta del siglo XIX, el galvanómetro de Einthoven luchaba por un lugar y reputación en la práctica clínica. Como toda nueva tecnología, el electrocardiógrafo encaraba el escrutinio de médicos conservadores con años de experiencia acostumbrados a tratar y diagnosticar a sus pacientes sin la ayuda de instrumentos innovadores. Hasta entonces, el galvanómetro había sido probado como un instrumento excelente para registrar trazos en los laboratorios y Einthoven trabajó arduamente para mejorar su precisión. Sin embargo, este instrumento necesitaba un impulso para adquirir reputación como herramienta diagnóstica.

Fue en 1908 cuando un joven médico llamado Thomas Lewis, se interesó en el electrocardiógrafo y decidió reunirse con Einthoven para aprender todo respecto a dicha herramienta. Lewis decidió regresar con un ejemplar a University Collage en Londres.[13] Esa reunión, llegó a ser de gran importancia para el lanzamiento del electrocardiógrafo en el ámbito médico. Desde ese momento, Einthoven y Lewis mantuvieron una amistad cercana e iniciaron intercambio de correspondencia durante los siguientes años acerca de sus investigaciones y descubrimientos. Howell ha escrito respecto al impacto que Lewis tuvo en llevar a conocer el electrocardiograma a la comunidad científica. Menciona que Lewis invirtió su tiempo estudiando y publicando sus hallazgos acerca de disrritmias y problemas de hemodinamia, escribió libros de texto acerca de electrocardiografía y entrenó a cardiólogos y electrocardigrafistas.[13] Thomas Lewis dedicó su libro "El mecanismo del corazón" en 1911 a Einthoven. Escribió: "La dedicación es apenas un pequeño reconocimiento, al invaluable instrumento y método que has puesto en manos de los clínicos." [8]

Aunque para esas fechas, el electrocardiógrafo comenzaba a ser aceptado por algunos científicos, aún había otros que no creían en la ayuda que este instrumento podía brindarles. Ejemplo de ello, tenemos a Augustus Desire Waller, un respetado fisiólogo y cardiólogo cuyo trabajo inspiró a Einthoven para mejorar el electrómetro capilar de Lippmann, y que no obstante, desaprobaba repetidamente la capacidad diagnóstica del electrocardiógrafo. Waller también pensaba que el electrocardiógrafo era muy complejo para llevarlo al ámbito hospitalario. En 1909 escribió en un articulo, "Pero para todo propósito de diagnóstico ordinario, los dedos del médico difícilmente podrán ser ayudados por un instrumento tan difícil de manejar e interpretar como lo es el galvanómetro de cuerda".[14] Él estaba convencido que el lugar del electrocardiógrafo era en los laboratorios y estaba "confinado exclusivamente a la investigación".[14] Así también enfatizaba la importancia de no confiar demasia-

do en las ondas patológicas del electrocardiograma, ya que algunas de estas curvas eran resultado de un malfuncionamiento del aparato o de alguna falla al probar la máquina en un inicio.[15] Más tarde, Waller se familiarizó con los estudios y manuscritos de Lewis, y pronto decidió conducir sus propias investigaciones; siendo en 1921 cuando publicó un manuscrito acerca del estudio de 3,000 electrocardiogramas, donde se convenció a sí mismo de la capacidad clínica y diagnóstica del electrocardiógrafo. [10]

El electrocardiograma 105 años después

El electrocardiograma se ha vuelto indispensable para el diagnóstico de anomalías cardiacas. Es el procedimiento no invasivo más utilizado para diagnosticar problemas relacionados con el corazón.[16] Fisch enfatiza en su artículo que la gran demanda de electrocardiógrafos ha creado un déficit de personal experimentado en la lectura del electrocardiograma y que los programas de computadora se han convertido en una respuesta alterna para la interpretación de los trazos.[16] Independientemente de ello, el estudio del electrocardiograma no se ha detenido y se han seguido descubriendo nuevas aplicaciones.

Algunas de estas nuevas aplicaciones están ayudando no solamente al diagnóstico de enfermedades cardiacas sino también a decidir el manejo más apropiado. Wellens y Gorgels establecen que en caso de una oclusión del árbol coronario, el electrocardiograma puede ser utilizado para identificar el sitio de la misma y de esta forma ayudar al médico a determinar el tipo de procedimiento de reperfusión; Entre más próxima se encuentre la oclusión, más área cardiaca comprometida habrá y esto se reflejará en los trazos. [17]

Investigaciones recientes muestran que se pueden encontrar mutaciones genéticas que dejan huellas específicas en el electrocardiograma. La mayor parte de la actividad eléctrica y los efectos de despolarización del corazón son influenciados por canales de iones en las células musculares. La síntesis de estos canales es controlada genéticamente. Algunas mutaciones genéticas (KVLQT1, HERG, SCN5A, KCNE1, y KCNE2) de estos canales son expresadas en el electrocardiograma como prolongaciones de repolarización ventricular y síndrome de QT alargado. [18, 19]

Otras aplicaciones recientes para el electrocardiógrafo son el reconocimiento de falla cardiaca, localización del origen y vía de disrritmias cardiacas, reconocimiento de factores de riesgo para muerte cardiaca súbita, enfermedad ateroesclerotica y bloqueo interatrial. [17, 20, 21]

CONCLUSIONES

Tras más de 100 años, el electrocardiógrafo de Einthoven continúa siendo parte fundamental en la medicina moderna. El deseo de entender el funcionamiento del corazón nos ha hecho buscar hasta en nuestra codificación genética, utilizando el electrocardiograma como su intérprete.

Al mirar hacia atrás en la historia del electrocardiógrafo encontramos un instrumento creado con el propósito de ayudar en el diagnóstico de anomalías cardiacas. De esta manera podemos responder a Lewis diciendo igualmente que en realidad el electrocardiógrafo ha hecho "demasiado por la medicina clínica". [8]

Bibliografía

1. Fye WB. Cardiology in 1885. Circulation. 1985 Jul;72(1):21-6.
2. Wiggers CJ. Willem EINTHOVEN (1860-1927). Some facets of his life and work. Circ Res. 1961 Mar;9:225-34.
3. Snellen HA. Willem Einthoven (1860 - 1927): Father of electrocardiography: Life and work, ancestors and contemporaries. Boston: Kluwer Academic Publishers; 1995.
4. Roguin A. Rene Theophile Hyacinthe Laennec (1781-1826): the man behind the stethoscope. Clin Med Res. 2006 Sep;4(3):230-5.
5. Mehta NJ, Khan IA. Cardiology's 10 greatest discoveries of the 20th century. Tex Heart Inst J. 2002;29(3):164-71.
6. Kligfield P. The centennial of the Einthoven electrocardiogram. J Electrocardiol. 2002;35 Suppl:123-9.
7. Burch GD, N. A history of electrocardiography. Chicago: Year Book Medical Publishers Inc; 1964.
8. Fye WB. A history of the origin, evolution, and impact of electrocardiography. Am J Cardiol. 1994 May 15;73(13):937-49.
9. Einthoven W. Le telecardiogramme. Arch Int Physiol. 1906;4:132-64.
10. Barold SS. Centennial of Einthoven's first recording of the human electrocardiogram with the string galvanometer. Pacing Clin Electrophysiol. 2002 Apr;25(4 Pt 1):399-401.
11. Fye WB. Tracing atrial fibrillation--100 years. N Engl J Med. 2006 Oct 5;355(14):1412-4.
12. Flaxman N. The history of heart-block. Institute of the history of medicine, bulletin. 1937;5:115-30.
13. Howell JD. Early perceptions of the electrocardiogram: from arrhythmia to infarction. Bull Hist Med. 1984 Spring;58(1):83-98.
14. Waller A. The electro-cardiogram of man and of the dog as shown by Einthoven's string galvanometer. Lancet. 1909;1:1448-50.
15. Waller AD. Remarks on the technique of electrocardiography for clinical purposes. Lancet. 1913;182:379-82.
16. Fisch C. Centennial of the string galvanometer and the electrocardiogram. J Am Coll Cardiol. 2000 Nov 15;36(6):1737-45.
17. Wellens HJ, Gorgels AP. The electrocardiogram 102 years after Einthoven. Circulation. 2004 Feb 10;109(5):562-4.
18. Moss AJ. The electrocardiogram: from Einthoven to molecular genetics. Ann Noninvasive Electrocardiol. 2001 Jul;6(3):181-2.
19. Rosen MR. The electrocardiogram 100 years later: electrical insights into molecular messages. Circulation. 2002 Oct 22;106(17):2173-9.
20. Stern S. Electrocardiogram: still the cardiologist's best friend. Circulation. 2006 May 16;113(19):e753-6.
21. Soffer A. Einthoven's machine, alive and well. Chest. 2005 Aug;128(2):487-8.