



Willem Einthoven (1860-1927)

José L. Fresquet Febrer

Instituto de Historia de la Ciencia y Documentación
(Universidad de Valencia - CSIC)

Versión en pdf de:
<http://www.historiadelamedicina.org/einthoven.html>
(Septiembre, 2006)

Galvanómetro de Einthoven

Aparato para descubrir corrientes eléctricas muy pequeñas, compuesto de un hilo fino de platino o cuarzo plateado, estirado entre los polos de un imán.

Ley de Einthoven

Si en un momento dado se conocen sólo dos de las derivaciones, la tercera puede ser determinada matemáticamente..

Triángulo de Einthoven

El empleado para demostrar que la suma algebraica de las diferencias potenciales de las derivaciones electrocardiográficas. I y III equivale a la registrada en la derivación II.

Señala Laín que el apoyo de la medicina de orientación fisiopatológica en los métodos de la fisiología había conducido a la aspiración de reducir los síntomas a curvas gráficas y esto se cumplió de modo inmediato cuando el síntoma estudiado posee un curso mecánico y éste es dibujado por una aguja inscriptora de un aparato registador. El registro de la actividad eléctrica del corazón supuso para la semiología, en particular, y la para medicina, en general, un paso importante. John Burdon-Sanderson (1828-1905), que fue profesor en Oxford, se interesó por la electrofisiología que estudió en plantas y animales. Augustus Desiderius Waller (1856-1922) consiguió en 1886 el primer electrocardiograma humano mediante un electrómetro capilar aplicado a la boca y al pie del sujeto. Waller también trabajó en 1878 con Ludwig en Leipzig sobre el potencial de las aurículas cardíacas. Sir James Mackenzie (1853-1925) fue uno de los primeros en utilizar clínicamente los trastornos de la función cardiovascular varios tipos de esfigmógrafos y flebógrafos, acabando por idear un ingenioso polígrafo de tinta. Testimonio de estos logros son sus libros *The study of the pulse* (1902) y *Diseases of the heart* (1908). Arthur

Selección de obras de Einthoven

Ueber die Form des menschlichen Electrocardiogramms. Bonn: Strauss, 1895

Stéréoscopie dépendant d'une différence de couleur. Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles, 1886; 20: 361-387

Un nouveau galvanomètre. Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles, 1901; 6: 625-633

Die galvanometrische Registrirung des menschlichen Elektrokardiogramms, zugleich eine Beurteilung der Anwendung des Capillarelektrometers in der Physiologie. Archiv für die gesammte Physiologie des Menschen und der Thiere, 1903; 99: 472-480

Ein neues Galvanometer. Annalen der Physik, 1903; 12: 1059-1071

Die galvanometrische Registrirung des menschlichen Elektrokardiogramms, zugleich eine Beurteilung der Anwendung des Capillarelektrometers in der Physiologie. Bonn: Emil Strauss, 1903

On a new method of damping oscillatory deflections of a galvanometer. Amsterdam: Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam, 1904

Über eine neue Methode zur Dämpfung oszillierender Galvanometerrausschläge. Annalen der Physik, 1904; 16: 20-32

Weitere Mitteilungen über das Saitengalvanometer: Analyse der saitengalvanometrischen Kurven, Masse und Spannung des Quarzfadens und Widerstand gegen die Fadenbewegung. Annalen der Physik, 1906; 21: 483-514, 665-701

Le télécardiogramme. Paris: Liège, 1906.

Keith y Martin William Flack descubrieron el lugar de origen del latido cardíaco en 1907.

No hay que olvidar tampoco la labor desarrollada por el premio nobel de física Gabriel Lippman (1845-1921), que relacionó la electricidad con el fenómeno capilar, llegando a desarrollar un electrómetro capilar. Se trataba de un delgado tubo de vidrio terminado en una de sus extremidades por un capilar muy fino, parcialmente relleno con mercurio, sobre el que reposaba una capa de ácido sulfúrico diluido. Los electrodos se unían al ácido y al mercurio. Las variaciones de potencial que se producían entre ellos modificaban la tensión superficial y hacían que el menisco de separación entre las capas de ácido y de mercurio se desplazara hacia arriba o hacia abajo del tubo. Se iluminaba la zona de separación entre ambas capas y la imagen se aumentaba por medio de una lente a la vez que se proyectaba sobre una hendidura vertical, detrás de la cual se desplazaba una placa fotográfica a una velocidad constante.

Willem Einthoven nació en Semarang, isla de Java, antiguas Indias Holandesas y hoy Indonesia, el 21 de mayo de 1860. Parece que procedía de una familia judía de españoles que emigraron a Holanda a finales del siglo XV. Su padre, Jacob Einthoven, era médico del ejército colonial. Su madre fue Louise MMC de Vogel, hija del director de finanzas holandés de esa región. Cuando Willem tenía seis años murió su padre y la familia regresó a Holanda cuando tenía diez. Fijaron su residencia en Utrecht, donde cursó estudios primarios y secundarios. En 1878 inició los de medicina en la Universidad de esta ciudad. El ejército le pagó los estudios con el compromiso de convertirse después en médico militar de las colonias, como su padre. Entre sus profesores figuran el físico Buys Ballot, el anatomista Koster y el fisiólogo y oftalmólogo F.C. Donders. Fue este último el que le dirigió la tesis, que tituló *Estereoscopia por diferencia de colores*, que presentó el 4 de julio de 1885 y que más tarde se publicó en revistas alemanas y francesas (*Stéréoscopie dépendant d'une différence de couleur*).

Weiteres über das Elektrokardiogramm. Archiv für die gesammte Physiologie des Menschen und der Thiere, 1908; 122: 517-585

Neuere Ergebnisse auf dem Gebiete der tierischen Elektrizität. Leipzig: Vogel, 1911

Über die Richtung und die manifeste Grösse der Potentialschwankungen im menschlichen Herzen und über den Einfluss der Herzlage auf die Form des Elektrokardiogramms. Archiv für die gesammte Physiologie des Menschen und der Thiere, 1913; 150: 275-315

Über den Zusammenhang von Elektro- und Mechanokardiogramm. Berichte über die gesamte Physiologie und experimentelle Pharmakologie, 1920; 2: 178

Con F. W. N. Hugenholtz..
L'électrocardiogramme tracé dans le cas où il n'y a pas de contraction visible du coeur. Archives néerlandaises de physiologie de l'homme et des animaux, 1921; 5: 174-183

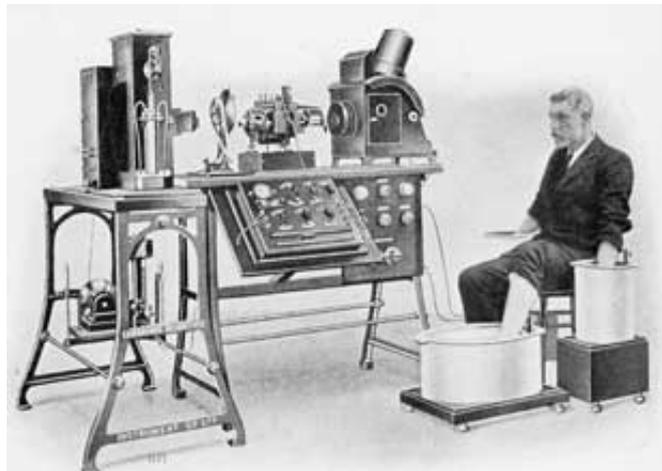
The Relation of Mechanical and Electrical Phenomena of Muscular Contraction, With Special Reference to the Cardiac Muscle. Harvey Society Lectures, 1924-25; 65: 111-131

Marchó después a la Universidad de Leyden donde sustituyó a A. Heynsius en la cátedra de fisiología, puesto que ocupó hasta el final de su vida profesional. Al poco de estar en Leyden se casó con su prima hermana Frederique Jeanne Louise de Vogel; tuvieron tres hijas y un hijo. Éste último fue ingeniero, detalle importante porque colaboró con su padre. Su hija menor, Johanna, fue médico. Con el sueldo que percibía pudo pagar la especie de fianza que le mantenía en deuda con el ejército, con lo que no tuvo que marchar a las colonias.

Con el tiempo el Laboratorio de fisiología de la Universidad de Leyden fue mejorando en equipamiento y también en prestigio. Uno de los temas que más se investigaron en él fueron los fenómenos respiratorios como la presión de los gases en la cavidad pleural, la presión intratorácica, la musculatura bronquial, su papel y el del nervio vago en las crisis de asma, etc.

Continuando los trabajos de Sauderson y Page, de Waller, Mackenzie, Keith y Flack, y Lippman, intentó obtener trazados curvos electrocardiográficos uniformes mediante una técnica perfeccionada. Durante algo más de una década utilizó el aparato de Lippman tratando de corregir matemáticamente la distorsión. Como hemos señalado anteriormente, Waller trabajaba con los mismos instrumentos teniendo en cuenta no sólo la fisiología sino también la clínica; llamó electrogramas a los primeros trazados que obtuvo e hizo una presentación pública de su técnica en 1889, a la que asistió Einthoven. Éste vio la necesidad de hallar nuevos recursos técnicos. Comenzó a trabajar con el galvanómetro de Desprez y d'Arsonval; transformó la media espiral de la bobina en un hilo único recubierto de plata y extendido entre dos soportes y sometido al campo electromagnético de un electroimán. Algo parecido hizo también el ingeniero Clement Ader en 1897 en el campo de la aeronáutica. En el desarrollo de los instrumentos recibió la colaboración de Van de Woerd. En 1901 Einthoven publicó su trabajo "Un nouveau galvanometre", que pasó prácticamente inadvertido, y en 1903 "Die galvanometrische Registrierung des menschlichen Elektrokardiogramms", que apareció en el *Pflügers Archiv für die gesamte*

Physiologie des Menschen und Tiere, que sí tuvo una amplia difusión y repercusión. En este trabajo ofrece los resultados obtenidos con los dos tipos de galvanómetros y se refiere a las ventajas que ofrece el galvanómetro de cuerda. Menciona las convenciones adoptadas por él y que siguen utilizándose en la actualidad. Introdujo la nomenclatura de P, QRS, S y T para las deflexiones registradas. El uso de las letras de la mitad del alfabeto le permitiría agregar otras en un futuro, como sucedió con la onda U. En un principio el electrocardiograma se conoció con las letras EKG (del alemán), que el dominio anglo ha acabado convirtiendo en ECG.



Galvanómetro de Einthoven

No hizo falta mucho para que se buscara su utilidad clínica. Sin embargo, el aparato era incómodo, su peso superaba los 250 kgs, ocupaba mucho espacio y eran necesarias varias personas para su manejo. Con la ayuda de la Sociedad de Ciencias de Holanda y aprovechando los cables subterráneos de la red telefónica de Leiden, se estableció una conexión de 1,5 kilómetros entre el Laboratorio de fisiología y el Hospital de la Universidad. Los pacientes ponían sus extremidades en pozales con una solución conductora y eran examinados, mientras el registro tenía lugar en el Laboratorio. Se realizaron de esta forma multitud de exámenes. No obstante, las envidias del director del departamento que veía cómo Einthoven cobraba protagonismo, provocaron que bloqueara las ayudas económicas para que el plan siguiera en marcha.

En 1904 publicó “Enregistrement galvanometrique de l’electrocardiogramme human et contrôle des résultats obtenus par l’emploi de l’electrometre capillaire en physiologie”, y en 1906, “Le télécardiogramme”, que apareció en los *Archives Internationales de Physiologie*. Ambos trabajos aumentaron el interés de la comunidad científica por las investigaciones de Einthoven. En 1908 publicó otro trabajo en el que hablaba de otras consideraciones adicionales sobre el electrocardiograma, donde daba a conocer sus estudios con ratas y humanos y señalaba que disponía ya de cinco mil electrocardiogramas. También dice que la onda P refleja la actividad auricular y la onda Q, parte del complejo ventricular.

Como sucede con algo que puede tener éxito comercial, algunas empresas se interesaron en el aparato para producir versiones más manejables y comerciales. En este caso fue *Cambridge Scientific Instrument Co.*, fundada por el hijo de Charles Darwin. En 1908 ya estuvo listo el primer aparato, aunque continuaron introduciéndose mejoras. Rudolph Burger introdujo en 1932 el electrodo de succión para las precordiales. Las derivaciones que utilizó Einthoven eran: I, derivación: de brazo derecho a brazo izquierdo; II derivación: de brazo derecho a pierna izquierda; III derivación: de brazo izquierdo a pierna izquierda.

Einthoven describió alteraciones patológicas de la forma del electrocardiograma; utilizó también el galvanómetro de cuerda para la fonocardiografía. Creó los verdaderos fundamentos para la teoría y la práctica de la electrocardiografía. Sus trabajos le llevaron a concebir un eje eléctrico cardíaco y a concebir un triángulo equilátero, que dio a conocer en un artículo que publicó con G. Fahr y A de Waart (Über die Richtung und die manifeste Grösse der Potentialschwankungen im menschlichen Herzen und über den Einfluss der Herzlage auf die Form des Elektrokardiogramms. *Archiv für die gesammte Physiologie des Menschen und der Thiere* 150: 275-315). Con gráficos simultáneos de ECG y neumograma, ilustró la influencia de la respiración sobre el electrocardiograma.

Sus técnicas se introdujeron en todas las clínicas

europas a partir de la Primera Guerra Mundial, aunque hasta los años treinta del siglo pasado no fue de forma regular. Esta incorporación a la práctica clínica cotidiana fue decisiva para que la cardiología fuera convirtiéndose en especialidad. El esquema del triángulo provocó debates vivos y posiciones diversas. Más tarde, con la ayuda de su hijo construyó el galvanómetro de cuerda de vacío, elevando la sensibilidad del instrumento. Einthoven continuó interesándose en las modificaciones del vector cardíaco, la dirección y magnitud durante el ciclo cardíaco, origen ya de la moderna vectocardiografía.

Fue rector de la Universidad, miembro de la Academia Real de Ciencias de su país. En 1924 se le concedió el Premio Nobel de Medicina, mientras viajaba con su esposa por los Estados Unidos. Quiso compartir la cuantía del premio con su asistente Van de Woerd, pero éste había muerto. Viajó hasta donde se encontraban sus hermanas, que vivían modestamente, y les entregó la mitad del premio. Einthoven siempre supo apreciar y valorar la ayuda que recibió de esta persona. Con motivo del Premio, la Reina de Holanda le ofreció construir un nuevo laboratorio, pero él prefirió que se dedicara el dinero para contratar personal.

Bibliografía

—Acierno, L.J. *The History of Cardiology*. London, The Parthenoon Publishing Group.

— Ershler, I. Willem Einthoven. The man. *Arch Int Med* 1988; 148: 453-5

— Lama T, A. Einthoven. El hombre y su invento. *Rev Méd Chile* 2004; 132: 260-264

—Willem Einthoven. Nobelprize.org (Consultado en septiembre de 2006) http://nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1924/einthoven-bio.html