

Willem Einthoven und das EKG*

Sein Leben

Willem Einthoven wurde am 21. Mai 1860 im heutigen Indonesien geboren. Sein Vater, ein Militärarzt, starb, als Willem sechs Jahre alt war. Die Mutter kehrte 1870 mit Willem und seinen fünf Geschwistern nach Utrecht (NL) zurück. 1885 beendete Einthoven sein Medizinstudium an der Universität von Utrecht und wurde bereits 1886 Professor für Physiologie an der Universität von Leiden, nachdem er sich als Praktischer Arzt qualifiziert hatte. Einthoven blieb bis zu seinem Tode in Leiden, wo er 1905/06 als Rektor der Universität amtierte.



Einthoven war Physiologe mit starken klinischen Interessen. Für ihn bestand die Physiologie ultimativ darin, Krankheiten zu verstehen und zum Wohle der Patienten beizutragen. Er starb am 29. September 1927. Sein Grab liegt auf dem Friedhof von Oegstgeest, Südholland.



Frontseite des Physiologischen Instituts in Leiden (um 1920). Rechts ist der Anbau für die elektrischen Installationen zu erkennen.

Frühe Forschung

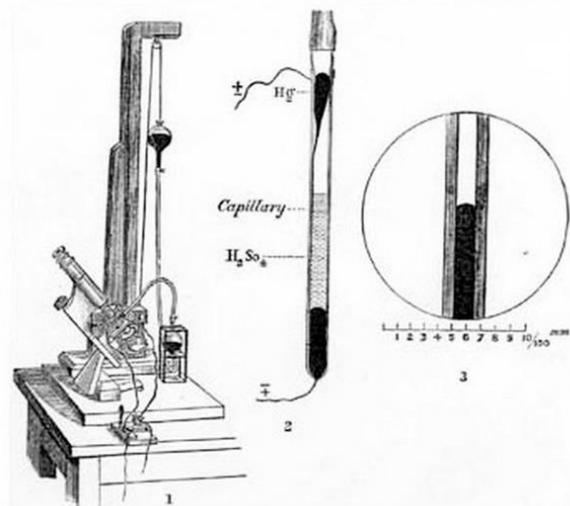
In der frühen Phase seiner Forschung standen Atmung und Ophthalmologie im Vordergrund. Erste wichtige Forschungsergebnisse wurden 1892 in Leiden – damals

noch in deutscher Sprache – publiziert: “Über die Wirkung der Bronchialmuskeln nach einer neuen Methode untersucht, und über Asthma nervosum”. Diese Arbeit war das Ergebnis des jungen akademischen Lehrers, der ein neues, revolutionäres Konzept der Mechanismen des Asthma bronchiale formulierte. Die Richtigkeit seines Konzeptes wurde erst nach 1950 experimentell bestätigt.

Etwa zur gleichen Zeit wurde die Ophthalmologie zum Forschungsfeld. Die Erklärung ist einfach: der berühmte Ophthalmologe Herman Snellen – Vater der Brechungsgesetze – war ein Kollege Einthovens an der Universität. So kam es 1898 zur Publikation von ‘Eine einfache physiologische Erklärung für verschiedene geometrisch-optische Täuschungen’ und 1902 von ‘Die Accommodation des menschlichen Auges’.

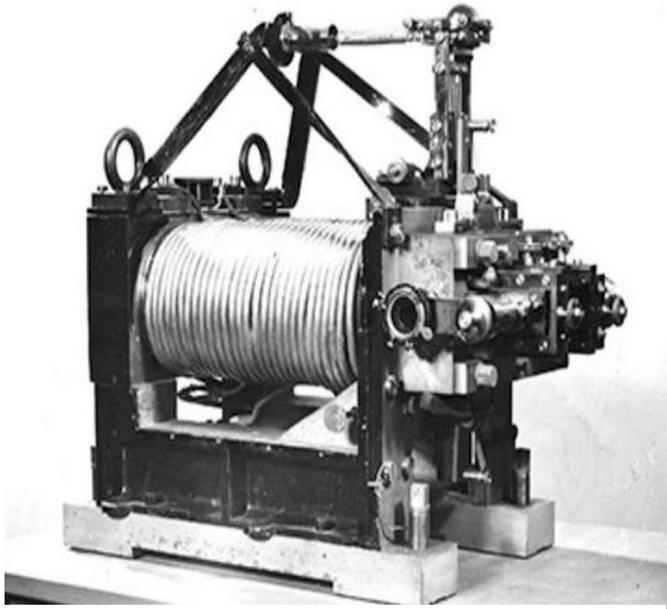
Späte Forschung

Einthoven begann ab 1894 mit dem Lippmann’schen Kapillar-Elektrometer zu arbeiten. Mit diesem Gerät konnten niedrige elektrische Spannungen gemessen werden. Sehr schnell wurde die Registrierung der Herztöne mit dem Kapillar-Elektrograph ein Erfolg. Obwohl Einthoven mit der Empfindlichkeit und der Handhabung des Instrumentes sehr unzufrieden war, gelang ihm im Jahr 1900 der Nachweis unterschiedlicher Potentialkurven bei Normalpersonen und Patienten mit Herzerkrankungen.



Hier beginnt ein kleiner Exkurs: Bereits 1843 erkannte Carlo Matteucci durch Experimente an Taubenherzen, dass die Herztätigkeit auf elektrischen Vorgängen beruht. 1882 - etwa vier Jahrzehnte später - leitete der Physiologe A.E. Waller an seinem Hund *Jimmy* das erste Mal ein EKG ab, indem er dessen vier Pfoten in leitfähige NaCl-Lösung tauchte. 1887 konnte er erstmals Herzströme mit Hilfe des Kapillar-Elektrometers aufzeichnen.

Ende des Exkurses: Der Bastler Einthoven verbessert vorhandene Geräte und entwickelt ab 1895 'seinen' Saitengalvanometer. Ab jetzt existierte ein brauchbares Diagnosegerät, welches in die Klinik eingeführt werden konnte. Einthoven erreichte eine Perfektion, die teilweise von heutigen, mit allen elektronischen Entwicklungen ausgestatteten EKG-Geräten im Hinblick auf reliable und ungestörte Aufzeichnungen nicht erreicht werden.



Das von Einthoven entwickelte Saitengalvanometer zur Aufzeichnung von EKGs



Auch hier gibt es ein Aber, sogar ein recht großes: Einthovens Galvanometer wog fast drei Tonnen, war in zwei Räumen seines Instituts untergebracht und musste von fünf Mitarbeitern bedient werden. So wird verständlich, dass ein auf der Krankenstation des Universitätsklinikums abgeleitetes EKG über Telefonkabel in das Institut übertragen wurde.

Die Publikation über die erste elektrokardiographische Aufzeichnung erfolgte 1903. Diese Arbeit fand ebenso wenig Beachtung wie die klassische Arbeit über Signalfernübertragung (1906), in der die EKG-Standardableitungen beschrieben wurden. Die von ihm eingeführte Terminologie wird noch heute verwendet.

Erst ab 1908 verbreitete sich der Ruf von Einthovens Neuentwicklung in Deutschland, Frankreich,



Mit dem Saitengalvanometer abgeleitetes Original-EKG

Großbritannien und den USA. Und jetzt kamen Wissenschaftler und Mediziner aus aller Welt nach Leiden.

1913 legte Einthoven die mathematisch-theoretischen Grundlagen der Interpretation kardialer Oberflächenpotential-Kurven fest, was zur Beschreibung des „Einthoven-Dreiecks“ als Berechnungsgrundlage des EKGs führte.

Zu den von Einthoven beschriebenen zahlreichen EKG-Veränderungen gehören zahlreiche Arrhythmien, die Herzfrequenz bei Inspiration / Expiration, die QRS-Morphologie in Ableitung III, Einfluss der Herzlage auf das EKG und die Herzkammervergrößerung.

Einthoven publizierte insgesamt 127 Beiträge, vorwiegend zum Thema EKG. Diese Zahl ist äußerst bemerkenswert für eine Zeit, in welcher weder MS WORD, noch Photoshop oder PubMed existierten, und Internet mit Open Access Publikationen vollkommen unvorstellbar war.

Ehrungen

Willem Einthoven wurde in seinem Leben umfangreich geehrt. Schon 1902 wurde er Mitglied der Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences. 1923 wurde er zum korrespondierenden Mitglied der Göttinger Akademie der Wissenschaften, und 1925 wurde er Mitglied der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina und in die Londoner Royal Society aufgenommen. Zur Anerkennung seiner Leistungen auch in Übersee gehört die Aufnahme in die American Academy of Arts and Sciences im Jahre 1927.

Nicht ganz unerwartet wurden Einthoven Ehrendoktorwürden mehrfach angetragen u.a. von den Universitäten Aberdeen, Edinburgh und Utrecht. Zu den eher ungewöhnlichen, aber ebenfalls verdienten, Ehrungen gehörten nach seinem Tode zwei Namensgebungen: ab 1960 gibt es den 'Einthoven Hill', ein Hügel auf der Brabant-Insel in der Antarktis, und ab 1970 trägt ein Mondkrater den Namen 'Einthoven'.

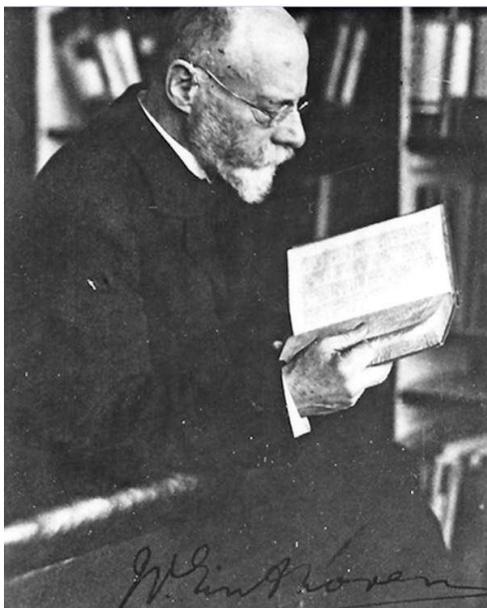
Die sicher bedeutendste Ehrung erfolgte 1924, als Einthoven den Nobel-Preis für Physiologie oder Medizin für seine Entwicklung des Saitengalvanometers und die Beschreibung des Elektrokardiogramms erhielt.

Einthoven wären diese Leistungen nicht ohne seine charakteristische, nahezu unbegrenzte Fähigkeit gelungen, sich auf Probleme zu konzentrieren. Zu dieser Fähigkeit kam ein fast prophetischer Blick auf die zukünftige, klinische Bedeutung des EKG. Nachdem das EKG zum am häufigsten eingesetzten Diagnose-Werkzeug für Patienten mit Herzerkrankungen wurde, kann man sich nur schwer vorstellen, dass Einthoven damals immer wieder nachweisen musste, dass Herzkrankheiten zu erkennbaren Veränderungen im EKG führen würden.

Neben der Konstruktion des ersten Gerätes für eine akkurate EKG-Aufzeichnung führte er Standardisierungen ein, welche auch heute noch weltweit befolgt werden. Die Bedeutung Einthoven's für die Entwicklung der diagnostischen Elektrokardiographie kann nicht hoch genug eingeschätzt werden.

Nachwort

Einthoven publizierte 1906 eine Arbeit mit dem Titel 'Das Tele-Kardiogramm' und schreibt dort: 'Wir sollten zuerst versuchen, die Funktion des Herzens mit all seinen



Details zusammen mit dem Grund für die ganze Breite von Abnormalitäten zu verstehen. Das wird uns in die Lage versetzen, in einer vermutlich weit entfernten Zukunft und basierend auf unserem klaren Blick und einem verbesserten Wissen, die Leiden unserer Patienten zu lindern'.

Diese erinnerungswürdigen Worte haben bis heute nichts von ihrer Bedeutung verloren. Sie verdienen im Hinblick auf den zunehmenden Druck, Ergebnisse aus der Forschung möglichst früh zu publizieren, ernsthafte Beachtung.

*alle Abbildungen sind entnommen: <https://hartlongcentrum.nl/over-ons/geschiedenis/einthoven/>