

Электрокардиография: 100 лет Нобелевской премии Виллема Эйнтховена

Д.В. Дроздов¹, Ю.Э. Терегулов², А.В. Владзимирский³

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии им. ак. Е.И. Чазова» Минздрава РФ, Москва, Российская Федерация

² Казанская государственная медицинская академия – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Казань, Российская Федерация

³ ГБУЗ г. Москвы «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения Москвы», Москва, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

В октябре 1924 г. Виллему Эйнтховену (1860–1927) была присуждена Нобелевская премия по медицине за «открытие техники электрокардиографии». Статья описывает основные научные достижения известного ученого, основоположника электрокардиографического метода исследования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: электрокардиография, ЭКГ, струнный гальванометр.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Electrocardiography: 100 years of Willem Einthoven Nobel Prize

D.V. Drozdov¹, Yu.E. Teregulov², A.V. Vladzimirskyy³

¹ National medical research center for cardiology named after Academician E. Chazov, Moscow, Russian Federation

² Kazan State Medical Academy – Branch Campus of the FSBEI FPE RMACPE MOH Russia, Kazan, Russian Federation

³ Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department, Moscow, Russian Federation

SUMMARY

In October 1924, Willem Einthoven (1860–1927) was awarded the Nobel Prize in Medicine for «his discovery of the technique of electrocardiography». The article describes the main scientific achievements of the famous scientist, the founder of the electrocardiographic method of research.

KEYWORDS: electrocardiography, ECG, string galvanometer.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare that they have no conflicts of interest.

Виллем Эйнтховен (Willem Einthoven, 1860–1927) – выдающийся нидерландский физиолог, лауреат Нобелевской премии 1924 года по физиологии и медицине за открытия в области электрокардиографии.

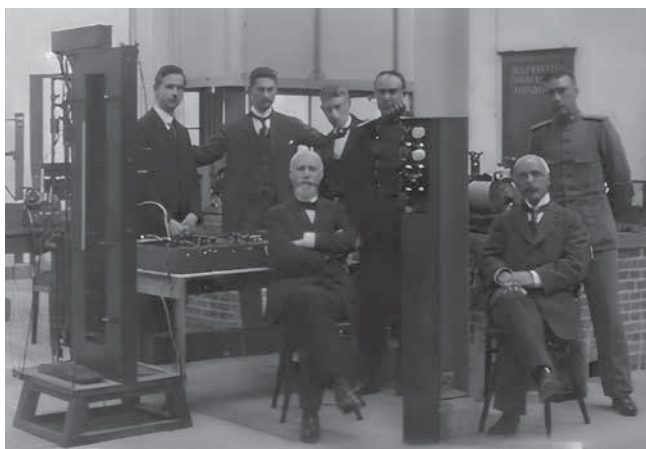
В. Эйнтховен родился 21 мая 1860 г. в Семаране, на острове Ява, в Голландской Ост-Индии (ныне Индонезия) в семье военного врача. После смерти отца семья вернулась в Нидерланды, где В. Эйнтховен продолжил базовое образование, тогда ему было всего 10 лет. В 1878 г. он поступил в Утрехтский университет, где проявил интерес к использованию различных приборов для изучения физиологических процессов, включая работу зрительного анализатора. В 1885 г. В. Эйнтховен успешно защитил диссертацию и получил степень доктора медицины. После этого стал работать на кафедре физиологии Лейденского университета.

В 1889 г. на I Международном физиологическом конгрессе В. Эйнтховен познакомился с профессором-физиологом Лондонского университета Огюстом Уоллером (1856–1922) [1] и стал проявлять интерес к регистрации токов сердца капиллярным электрометром. Это отраз-

илось в серии работ и докладов на заседаниях Датской медицинской ассоциации, в одном из которых в 1893 г. В. Эйнтховен впервые использовал термин *электрокардиограмма*. Им же позже были введены привычные обозначения зубцов ЭКГ: P, Q, R, S, T и U. Проведя экспериментальные исследования электрометра, В. Эйнтховен разработал методы получения необходимой стабильности и математической коррекции ошибок, вызванных инерцией столбика ртути в капилляре, при фотографической регистрации сигнала. Сложность этого процесса привела к активному поиску иного решения для регистрации электрокардиограммы.

После семи лет упорных трудов на основе магнитоэлектрических гальванометров Деппре-д Арсонваля и Д. Швейгера В. Эйнтховен создал первый электрокардиограф [2, 3].

«В этом приборе электрический ток от электродов, расположенных на поверхности тела, проходил через кварцевую нить, которая была расположена в поле электромагнита и вибрировала, когда проходящий по ней ток



В. Эйнтохвен (сидит в центре) среди сотрудников лаборатории (прибл. 1915). Среди стоящих – его сын Виллем, исследователь в области радиосвязи. Источник https://ethw.org/Willem_Einthoven, фото экспонируется в музее Boerhaave в Лейдене

взаимодействовал с электромагнитным полем. Оптическая система фокусировала тень от нити на светочувствительный экран, на котором фиксировались ее отклонения» [4].

В 1903 г. В. Эйнтохвен впервые опубликовал детальное описание усовершенствованного им *струнного гальванометра* и представил метод регистрации ЭКГ. Кроме этого, им были всесторонне изучены колебательные свойства кварцевых нитей, основной части струнного гальванометра, и прибора в целом. Такой академический подход не оставлял сомнений в точности получаемых записей.

Первый электрокардиограф был громоздким прибором, он располагался на нескольких столах и весил около 270 кг. Для работы с ним требовалась команда из пяти высококвалифицированных ассистентов. Для проведения исследования больным, которые лечились в Лейденской больнице, В. Эйнтохвен проложил кабель длиной около двух километров до своей лаборатории. Это позволило в 1905 г. осуществить первую передачу ЭКГ на расстояние – так появилась *телекардиограмма* [4].

В. Эйнтохвен начал сотрудничество с производителями измерительных инструментов: сначала с компанией Эдельмана (Германия), а затем в 1903 г. с Кембриджской инструментальной компанией – CSIC (Англия). Первый струнный гальванометр CSIC был продан в 1905 г. профессору Мак Дональду в физиологической лаборато-

рию Шеффилдского университета, а уже в 1906 г. он был закуплен в лабораторию А.Ф. Самойлова Казанского университета (Россия) [3].

С этого момента началось активное использование метода для исследования электрической активности сердца, сначала в собственной лаборатории В. Эйнтохвена, а затем, очень быстро, и в других лабораториях во многих странах. Наблюдался буквально взрывной рост числа опубликованных данных и были сделаны основные открытия в области электрокардиологии.

В 1906 г. В. Эйнтохвен опубликовал статью «Телекардиограмма» [5], в которой описал метод записи электрокардиограммы на расстоянии и впервые показал, что ЭКГ различных форм сердечных заболеваний имеют характерные различия. Этому предшествовала длительная и кропотливая работа по обеспечению помехоустойчивости передачи сигнала ЭКГ из клиники в лабораторию, ведь электромагнитное поле Земли и колебания проводов создавали помехи. 22 марта 1905 г. Виллем Эйнтохвен и Йоганес Босха (1831–1911) зафиксировали ЭКГ у здорового мужчины-добровольца сначала в лаборатории, а затем в клинику, где ЭКГ была зафиксирована у того же человека повторно, но на этот раз – дистанционно, с трансляцией сигнала на 1,5 км. При сопоставлении обеих ЭКГ была продемонстрирована их практически полная идентичность. Это был первый случай успешной дистанционной трансляции результатов электрокардиографии средствами электросвязи [5, 6].

Необходимо подчеркнуть, что в этой статье впервые использована латинская приставка «теле-» для обозначения дистанционного взаимодействия в медицине посредством телекоммуникаций. С точки зрения терминогенеза концепции «телемедицины» очевиден приоритет В. Эйнтохвена [6].

В прочих своих публикациях В. Эйнтохвен привел примеры ЭКГ, снятых у пациентов с гипертрофией правого желудочка при митральной недостаточности, гипертрофии левого желудочка при аортальной недостаточности, гипертрофии левого предсердия при митральном стенозе, ослабленной сердечной мышцы, при различных степенях блокады сердца, при экстрасистолии. Также им было опубликовано сопоставление кардиограмм одного пациента, зафиксированных электрометром и струнным гальванометром.

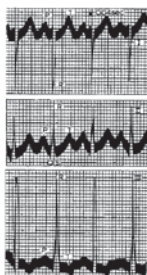


Fig. 19. Preponderance of the right ventricle, negative R_1 -wave and very high R_{III} -wave. The three curves were taken successively.

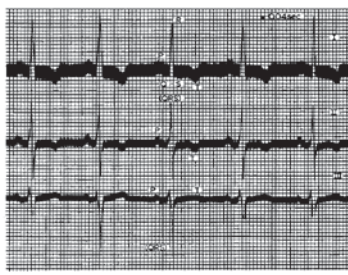


Fig. 20. Preponderance of the left ventricle. Strongly negative R_{II} -deflection. The record was taken simultaneously at the three usual leads.

Иллюстрации признаков гипертрофий желудочков к Нобелевской лекции В. Эйнтохвена с оригинальными пояснениями. Перевод пояснений. Левый рисунок: «Рис. 19. Преобладание правого желудочка, отрицательный зубец R_1 и очень высокий зубец R_{III} . Три кривые получены последовательно». Правый рисунок: «Рис. 20. Преобладание левого желудочка. Резко отрицательный зубец R_{II} . Синхронная запись в трех обычных отведениях»

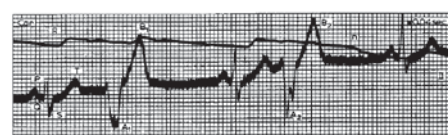


Fig. 23. Two extrasystoles. A, B_1 appeared late and caused a fairly strong pulse. A, B_2 appeared earlier. Instead of the pulse corresponding to them the record shows at a depression.

Иллюстрация гемодинамических эффектов ранних и поздних экстрасистол к Нобелевской лекции В. Эйнтохвена с оригинальным пояснением. Перевод: «Рис. 23. Две экстрасистолы. A, B_1 появилась поздно и вызвала довольно сильный импульс. A, B_2 появилась раньше. Вместо соответствующего ей импульса на записи наблюдается спад [пульсограмма] n-a» Сверху – плетизмограмма, снизу ЭКГ и обозначение зубцов на ней



Надгробие на могиле В. Эйтховена в Лейдене. Фото предоставлено А.Н. Лисеевым

В 1912 г. В. Эйтховен опубликовал результаты исследований величин сигналов в отведениях от конечностей, которые были обозначены им римскими цифрами I, II, III. Так была сформулирована концепция *треугольника Эйтховена*, и способ геометрического определения положения суммарного электрического вектора сердца, который, по сути, применяется до настоящего времени.

Кроме ЭКГ, В. Эйтховен проводилась регистрация волн пульса, что позволило оценить влияние нарушений ритма на гемодинамику. Также струнный гальванометр успешно применялся в сверхдальней радиосвязи в качестве высокочувствительного приемника сигналов.

Среди интересов В. Эйтховена следует отметить его активные занятия гимнастикой и физическим воспитанием, он был президентом Союза гимнастики и фехтования и одним из основателей Утрехтского студенческого гребного клуба. А в 1923 г. им был создан струнный фонограф для исследования акустических феноменов.

Известие о присуждении Нобелевской премии в 1924 г. застало В. Эйтховена во время визита в США, где с большим успехом прошли его лекции в известных университетах и госпиталях. Эта весьма успешная поездка привела к тому, что Нобелевская лекция была прочитана им лишь в 1925 г.

Перу В. Эйтховена принадлежат 127 научных статей и монографий.

Создание Виллемом Эйтховеном прибора регистрации электрокардиограммы – струнного гальванометра –

и всестороннее исследование регистрируемых феноменов сейчас справедливо причисляются к десяти величайшим открытиям в кардиологии XX века. Электрокардиографические исследования – фундамент современной аритмологии; основа для создания целого «куста» методик диагностики в кардиологии: нагрузочных проб, длительного мониторинга, в том числе амбулаторного, пространственной визуализации работы сердца и т.п. Будучи по складу характера скорее физиком-экспериментатором, В. Эйтховен проводил глубокие исследования почти по любому предмету в сфере его интересов и доводил исследовательскую работу до логического завершения.

«Новая глава в изучении болезней сердца открыта не только действиями одного исследователя, но работой многих талантливых людей ..., посвятивших свои силы идеальной цели, продвижения знания, которое, в конечном счете, помогает страждущему человечеству», – В. Эйтховен, из Нобелевской лекции, 11 декабря 2025 года [6].

Список литературы / References

1. Иванова А.Н., Рошчевский М.П. Опуст Дезире Уоллер: 130 лет первой регистрации электрокардиограммы человека // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2017. – Т. 103, № 12. – С. 1345–1349. Ivanova A.N., Roshchevsky M.P., Augustus Désiré Waller: the 130th anniversary of the first registration of the human electrocardiogram // Russian Journal of Physiology named after I. M. Sechenov. – 2017 Vol. 103, No 12, pp 1345–1349.
2. Burch G. E., DePasquale N. P. A history of electrocardiography. – Norman Publishing, 1990. – № 1.
3. Иванова А.Н., Рошчевский М.П. Ранние этапы становления электрокардиологии. ООО «Ками республиканская типография», 2019. 142 с. Ivanova A.N., Roshevsky M.P. Early Stages of the Development of Electrocardiology. – Komi Republican Printing House; 2019. 142 p.
4. Сафаргаллина-Корнилова Н.А., Иванченко С.В., Герасимчук Н.Н. История и клиническое значение электрокардиографии: от истоков до современности // Международный медицинский журнал. – 2014 г. №1. – С. 30–33. Safargalina-Kornilova N.A., Ivanchenko S.V., Gerasimchuk N.N. The History and Clinical Significance of Electrocardiography: From Origins to Modernity // Int. Med. J. 2014;1:30–33.
5. Einthoven W. Le telecardiogramme // Archives Internationales Physiologie. 1906. Vol. IV. P. 132–164.
6. Владимирский А.В. История телемедицины: стоя на плечах гигантов (1850–1979). М.: Де'Либри, 2019. 410 с. Vladimírsky A.V. The History of Telemedicine: Standing on the Shoulders of Giants (1850–1979). – Moscow: De'Libri, 2019. – 410 p.
7. Willem Einthoven – Nobel Lecture. NobelPrize.org. Nobel Prize Outreach AB 2024. Mon. 2 Dec 2024. Электронный ресурс <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1924/einthoven/lecture/> дата доступа 10.11.2024.

Статья поступила / Received 21.02.2025
Получена после рецензирования / Revised 21.02.2025
Принята в печать / Accepted 21.02.2025

Информация об авторах

Дроздов Дмитрий Владимирович¹, к.м.н., ведущий научный сотрудник, руководитель лаборатории
ORCID: 0000-0001-7374-3604
Терегулов Юрий Эмильевич², д.м.н., доцент, заведующий кафедрой функциональной диагностики
ORCID: 0000-0001-9120-142X
Владимирский Антон Вячеславович³, д.м.н., заместитель директора по научной работе
ORCID: 0000-0002-2990-7736

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии им. ак. Е.И. Чазова» Минздрава РФ, Москва, Российская Федерация
² Казанская государственная медицинская академия – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Казань, Российская Федерация
³ ГБУЗ г. Москвы «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения Москвы», Москва, Российская Федерация

Контактная информация:

Дроздов Дмитрий Владимирович. E-mail: cardioexp@gmail.com

Для цитирования: Дроздов Д.В., Терегулов Ю.Э., Владимирский А.В. Электрокардиография: 100 лет Нобелевской премии Виллема Эйтховена. Медицинский алфавит. 2025;(4):60–62. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-4-60-62>

Author information

Drozdzov Dmitrii V.¹, PhD, Leading Researcher, Head of the ECG Laboratory
ORCID: 0000-0001-7374-3604
Teregulov Yu.E.², MD, PhD, Head of the Department of Functional Diagnostics
ORCID: 0000-0001-9120-142X
Vladymyrsky Anton V.³, MD, PhD, Deputy Director for Research
ORCID: 0000-0002-2990-7736

¹ National medical research center for cardiology named after Academician E. Chazov, Moscow, Russian Federation
² Kazan State Medical Academy – Branch Campus of the FSBEI FPE RMACPE MOH Russia, Kazan, Russian Federation
³ Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department, Moscow, Russian Federation

Contact information

Dmitrii Drozdov. E-mail: cardioexp@gmail.com

For citation: Drozdov D.V., Teregulov Yu.E., Vladymyrsky A.V.. Electrocardiography: 100 years of Willem Einthoven Nobel Prize Medical alphabet. 2025;(4):60–62. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-4-60-62>

