

# Профессор Виллем Эйнтховен

Виллем Эйнтховен родился 21 мая 1860 года в г. Семаранге (Голландская Ост-Индия) в семье военного врача из Голландии Якоба Эйнтховена и его жены Луизы Марии Матильды Каролины де Фогель. Виллем был старшим из трех сыновей и третьим ребенком в семье. Отец Виллема Эйнтховена умер в 1866 г., оставив на руках Луизы шестерых детей. Спустя четыре года семья вернулась в Голландию в г. Утрехт. Здесь Виллем окончил среднюю школу и 16 октября 1878 г. поступил на медицинское отделение в Утрехтский университет. Поскольку семья испытывала финансовые затруднения, Виллему Эйнтховену пришлось заключить армейский контракт для оплаты обучения в университете.

Изначально Виллем Эйнтховен намеревался пойти по стопам отца, однако его исключительные способности начали развиваться в совершенно другом направлении. Эйнтховен был поклонником физического воспитания. В студенческие годы он был отличным спортсменом и часто убеждал своих друзей «не дать погибнуть телу». Он был избран президентом союза гимнастов и фехтовальщиков, а позже стал одним из основателей Утрехтского студенческого гребного клуба. Во время занятия гимнастикой Эйнтховен сломал запястье и для того, чтобы восстановить работоспособность руки, занялся гребным спортом. В то же время, будучи вынужденно ограниченным в движении, он заинтересовался пронацией и супинацией руки и работой плечевого и локтевого суставов.

Таким образом, спортивная травма стала одним из важных событий в становлении Эйнтховена как ученого.



После прохождения практики в качестве помощника офтальмолога в известной в Голландии больнице «Госпиталь для страдающих от глазных болезней» и получения степени бакалавра он провел исследование «Некоторые замечания о механизме локтевого сустава», которое впоследствии вызвало широкий интерес. Позднее, в 1885 г., Эйнтховен под руководством офтальмологов Франса Дондерса и Херманна Снеллена провел второе исследование «Стереоскопия посредством дифференцировки цветов», которое было опубликовано в качестве его докторской диссертации. В том же году Эйнтховен получил степень доктора медицины и философии.

Согласно условиям армейского контракта Виллем Эйнтховен был обязан пройти службу в медицинском корпусе.

Однако судьба распорядилась иначе: в 1885 г. место профессора физиологии в Лейденском университете стало вакантным, и на эту должность была рекомендована кандидатура Виллема Эйнтховена, что освободило его от воинской повинности. Таким образом, в январе 1886 г. 25-летний Виллем Эйнтховен стал профессором Лейденского университета и оставался в этой должности всю жизнь. Первым его серьезным исследованием, проведенным в г. Лейдене, было «О работе бронхиальной мускулатуры, изученной новым методом, и о нервной астме» (1892). В. Нагель в своей книге «Справочник по физиологии человека» охарактеризовал это исследование как «большую работу».

В то же время Эйнтховен возобновил исследования в оптике. Среди его работ на эту тему можно выделить «Простое физиологическое объяснение различных геометрическо-оптических иллюзий» (1898), «Аккомодация человеческого глаза» (1902) и «Вид и величина электрического отклика глаза на световое возбуждение различной интенсивности» (1908). В 1885-1889 гг. Эйнтховен занимался исследованием физиологии дыхания, в частности изучением работы блуждающего нерва в механизме контроля дыхания.

Поворотным событием в жизни и дальнейшей научной деятельности Виллема Эйнтховена стало посещение первого международного конгресса по физиологии в г. Базеле, который состоялся в 1889 г. Там он познакомился с техникой записи электрокардиограммы, продемонстрированной Огастесом Уоллером. В 1887 г. Уоллеру впервые удалось записать кардиограмму человека на капиллярном электрометре. В 1893 г. на заседании Нидерландской медицинской ассоциации Эйнтховен предложил к использованию новый термин «электрокардиограмма». Позже, однако, он отказался от авторства

в пользу Уоллера. С 1890 по 1895 гг. Эйнтховен занимался устройством капиллярного электрометра, улучшая его функциональность и увеличивая разрешение с помощью физико-математического подхода. Ему удалось получить хорошие электрокардиографические изображения. Каждому циклу сердечного сокращения соответствовало пять зубцов, для которых Эйнтховен ввел новую номенклатуру: P, Q, R, S и T, чтобы избежать разногласий с номенклатурой A, B, C и D, введенной им в предыдущих работах по исследованию электрометра, в которых он не записывал отрицательные зубцы.

Несмотря на все усилия, направленные на оптимизацию работы капиллярного электрометра, Эйнтховену не удалось усовершенствовать прибор настолько, чтобы тот мог применяться в диагностических целях. В связи с этим ученый начал разрабатывать принципиально новый аппарат – струнный гальванометр. В 1897 г. похожее устройство уже было сконструировано французским инженером Клементом Адером. Однако аппарат Адера использовался в качестве средства связи и обладал чувствительностью, которой не было достаточно для проведения электрокардиографии. Тем не менее в своей работе «Новый гальванометр» (1901) Эйнтховен упомянул аппарат Адера.

При разработке собственного струнного гальванометра Эйнтховен взял за основу конструкцию магнитоэлектрического гальванометра Депре-Д'Арсонваля. Он заменил подвижные части (катушку и зеркало) на тонкую посеребренную кварцевую нить (струну), по которой пропускался электрический сигнал сердца, регистрируемый на поверхности кожи. Вследствие этого на нить в поле электромагнита действовала сила Ампера, прямо пропорциональная величине силы тока, и нить отклонялась нормально к направлению линий



Виллем Эйнтховен в своей лаборатории в Лейденском университете

магнитного поля. Технология изготовления нитей была достаточно сложной: на конце стрелы закреплялось кварцевое волокно таким образом, чтобы оно удерживало стрелу при натянутой тетиве лука; волокно нагревалось до той степени, когда оно не было способно сдерживать натяжение тетивы; стрела выстреливала, вытягивая волокно в тонкую однородную нить диаметром 7 мкм. Далее тончайшую кварцевую нить требовалось покрыть слоем серебра. Специально для этого Эйнтховен сконструировал камеру, в которой нить подвергалась бомбардировке беспримесным серебром. Таким образом Эйнтховену удалось создать посеребренную нить, которая была в 10 раз тоньше, чем таковая в аппарате Адера. Вес и инерция нити приближались к нулю.

Одной из самых больших технических проблем в разработке струнного гальванометра было создание источника сильного и постоянного магнитного поля. Эйнтховену удалось создать электромагнит, обеспечивавший поле в 22 000 Гс. Поскольку в рабочем состоянии электромагнит сильно разогревался,

к нему потребовалось подвести систему водяного охлаждения. Другая проблема заключалась в создании системы регистрации и измерения отклонений нити. В этих целях Эйнтховен сконструировал систему линз, позволяющую фотографировать тень нити. В качестве источника света использовалась массивная дуговая лампа. Устройство фотографической камеры включало в себя фотографическую пластинку, которая во время

снятия показаний двигалась с постоянной скоростью, регулируемой масляным поршнем. Пластинка передвигалась под линзой, на которой была нанесена шкала в вольтах. Временная шкала наносилась на самую пластинку тенью от спиц вращающегося с постоянной угловой скоростью велосипедного колеса.

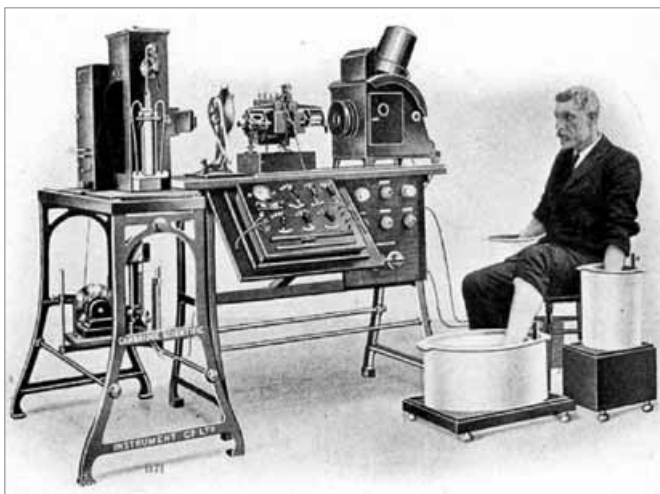
Благодаря использованию очень легкой и тонкой нити, а также возможности изменять ее напряжение для регулирования чувствительности прибора струнный гальванометр позволил получить значительно более точные выходные данные, чем капиллярный электрометр. Первую статью о записывании электрокардиограммы человека на струнном гальванометре Эйнтховен опубликовал в 1903 г.

Понимая революционные диагностические возможности своего изобретения, Эйнтховен стремился ввести его в реальную практику. Чтобы наладить промышленное производство струнных гальванометров, в 1903 г. Эйнтховен попытался подписать коммерческое соглашение с инженером из г. Мюнхена Максом Эдельманном.

Однако компания Эдельманна отказалась от подписания контракта, предполагая, что патент на изобретение принадлежит Клементу Адеру. Только в 1911 г. при поддержке основателя компании CSI (Cambridge Scientific Instrument), члена Лондонского королевского общества Гора́ция Дарвина (младшего сына Чарльза Дарвина) Эйтхovensу удалось начать промышленное производство струнного гальванометра.

В 1906 г. Эйтховен опубликовал статью «Телекардиограмма», в которой описал метод записи электрокардиограммы на расстоянии и впервые показал, что электрокардиограммы различных форм сердечных заболеваний имеют характерные различия. Он привел примеры кардиограмм, снятых у пациентов с гипертрофией правого желудочка при митральной недостаточности, гипертрофией левого желудочка при аортальной недостаточности, гипертрофией левого ушка предсердия при митральном стенозе, ослабленной сердечной мышцей, с различными степенями блокады сердца при экстрасистоле.

В 1908 г. струнный гальванометр Виллема Эйтховена впервые попал в Великобританию. Прибор купили профессор физиологии в г. Эдинбурге Эдвард Шарпей-Шафер и известный кардиолог Томас Льюис. Используя свой образец струнного гальванометра, Льюис изучил и классифицировал различные типы аритмии и ввел новые термины: пейсмейкер, экстрасистола, мерцательная аритмия, а также опубликовал несколько



Первая модель настольного электрокардиографа Виллема Эйтховена, которая была произведена компанией Cambridge Scientific Instrument в г. Лондоне в 1911 году

статей и книг, посвященных электрофизиологии сердца и ключевой роли ЭКГ в диагностике сердечно-сосудистой патологии. Эти события положили начало многолетней дружбе и сотрудничеству между Эйтховеном и Льюисом.

В 1909 г. струнный гальванометр Виллема Эйтховена пересек Атлантику в багаже молодого ученого и будущего пионера кардиологии в США Альфреда Кона. После окончания обучения в Европе Альфред Кон вернулся в Нью-Йорк и установил струнный гальванометр в медицинском комплексе Маунт-Синай. Первая научная публикация в США, посвященная электрокардиографии, появилась в 1910 г. благодаря коллегам А. Кона — Уолтеру Джеймсу и Горацио Вильямсу. В последующие годы Вильямс посетил Эйтховена в г. Лейдене, чтобы начать промышленное производство электрокардиографов в США.

Однако устройство и управление струнным гальванометром все же оставалось затруднительным. Первые

струнные гальванометры весили около 300 кг и обслуживались 5 ассистентами. Примечательно, что к аппарату прилагалась десятистраничная инструкция. В период с 1911 по 1914 гг. было продано 35 электрокардиографов, десять из которых было отправлено в США. После Первой мировой войны было налажено производство аппаратов, которые можно было бы подкатить непосредственно к больничной койке. К 1935 г. удалось снизить вес аппарата примерно до 11 кг, что открыло широкие возможности для его использования в медицинской практике.

В 1913 г. Виллем Эйнтховен в сотрудничестве с коллегами опубликовал статью, в которой предложил к использованию три стандартных отведения: от левой руки к правой, от правой руки к ноге и от ноги к левой руке с разностями потенциалов:  $V_1$ ,  $V_2$  и  $V_3$  соответственно. Такая комбинация отведений составляет электродинамически равнобедренный треугольник с центром в источнике тока в сердце. Эта работа положила начало векторкардиографии, получившей развитие в 1920-х гг., еще при жизни ученого. Эйнтховен также сформулировал закон,

который впоследствии стал носить его имя. Закон Эйнтховена является следствием закона Кирхгофа и утверждает, что разности потенциалов трех стандартных отведений подчиняются соотношению  $V_1 + V_3 = V_2$ .

В 1924 г. Эйнтховен прибыл в США, где помимо посещения различных медицинских заведений прочитал лекцию из цикла Лекций Харви и положил начало циклу Лекций Данхема. Тогда же Эйнтховен узнал о присуждении ему Нобелевской премии с формулировкой «За открытие техники электрокардиограммы». За свою карьеру Эйнтховен написал 127 научных статей. Последняя научная работа была опубликована через год после смерти ученого, в 1928 г., и посвящалась токам действия сердца. Виллем Эйнтховен является одним из самых выдающихся ученых своего времени. Результаты исследований Виллема Эйнтховена причисляются к величайшим открытиям в кардиологической науке. В 1979 г. был основан Фонд Эйнтховена, целью которого является организация конгрессов и семинаров по кардиологии и кардиохирургии.

Игорь Кравченко ■