

**Писарев Максим Васильевич**

аспирант

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»

Курск, Курская область

## **ИСТОКИ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИИ И ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИИ**

***Аннотация:** в данной статье представлены этапы развития электрофизиологии и электрокардиографии, названы имена ученых, которые разрабатывали фундаментальные аспекты электрофизиологии, а также положили основу прикладному направлению клинической электрокардиографии. Наиболее выдающимися учеными, которые занимались разработкой фундаментального направления в электрофизиологии, были С. Аррениус, В.Ю. Чаговец, Ю. Бернштейн. Что касается развития прикладного направления в электрокардиографии, то стоит отметить особую роль В. Эйнтховен и А.В. Самойлова. Отечественные исследователи являются активными участниками разработки прикладных разделов электрофизиологического исследования сердца как в период становления электрофизиологии и электрокардиографии, так и в настоящее время.*

***Ключевые слова:** электрофизиология, электрокардиография.*

Первым, кто ввел электрокардиографию в широкую врачебную практику, был голландский физиолог, профессор Утрехтского университета Виллем Эйнтховен, который в 1893 г. создал первый электрокардиограф и разработал первую теорию генеза ЭКГ. Уже в 1905 г. было начато серийное производство электрокардиографов. Впервые в руках врача оказалось средство, несущее информацию о состоянии сердца. Заслуги Эйнтховена были оценены по достоинству, и в 1924 г. ему была присуждена Нобелевская премия с формулировкой «За открытие техники электрокардиограммы». В 1889 году Виллем Эйнтховен был в Лондоне на конференции, где О. Уоллер продемонстрировал электрокардиограммы сердца человека, которые он получил при помощи электрометра. Из-за низкой чувствительности электрометра и высокой инерции ртути электрокардиограмма была несовершенной. Предугадав развитие нового метода исследования сердца,

В. Эйнтховен математически усовершенствовал расчеты. Создав в 1903 году высокочувствительный прибор на основе струнного гальванометра Агера, используемого для приема транслантических сообщений, он добился успеха. Революционным прорывом в кардиологии стала регистрация первой электрокардиограммы (ЭКГ) [1]. Именно Эйнтховен предложил этот термин. Начало фонокардиографии, а также изучения природы тонов сердца и поликардиографии для исследования показателей гемодинамики было положено изобретением Эйнтховеном в 1908 году фонокардиографа.

Этому революционному изобретению предшествовали лабораторные исследования других ученых. Луиджи Гальвани провел ряд опытов в 1791 году, которыми он открыл существование «животного электричества». Один из опытов состоял в том, что с помощью медного крючка на цинковую стойку подвешивался препарат задних конечностей лягушек. В момент касания конечности лягушки цинковой стойки, ее мышцы сокращались. Исследователь сделал предположение, что данные сокращения обусловлены возникновением электрического тока в мышцах [4].

В основу теоретических и экспериментальных исследований природы биологического электричества легла теория электролитической диссоциации. В 1896 году В.Ю. Чаговец сформулировал и в дальнейшем обосновал с помощью экспериментов ионную теорию происхождения биоэлектрических потенциалов в живых тканях. Немецким физиологом Ю. Бернштейном в 1902 году была изложена мембранная теория, в основу которой было положено представление об изменении проницаемости мембран для различных ионов при происхождении волны возбуждения. В результате быстрого поступления ионов натрия в клетку происходила деполяризация клетки мышечного волокна, реполяризация же происходила медленнее в результате выхода ионов калия из клетки [5].

В 1856 г. немецкие гистологи Рудольф Келликер и Иоган Мюллер, работая на открытом сердце, заметили, что при наложении нерва скелетной мышцы на сердце лягушки наблюдались ритмические сокращения этой мышцы в такт с со-

кращениями сердца. Так впервые было обнаружено наличие электрических явлений в миокарде. В 1862 И.М. Сеченов в монографии «О животном электричестве» описал подобные электрические явления в сердце теплокровного животного – кролика [7]. В 1872 г. французский изобретатель Габриель Липпман сконструировал капиллярный электрометр – устройство, позволяющее регистрировать незначительные колебания электрического тока. С помощью этого устройства в 1876 г. Морей осуществил первую инструментальную запись электрической активности сердца у черепахи и лягушки. Данный электрометр представлял собой стеклянную трубку, один конец которой вытягивали в капилляр и наполняли разведенной серной кислотой, а широкий конец трубки заполнялся ртутью. С помощью проволочек с концами трубки соединяли предполагаемый источник тока (нервно-мышечный препарат, мышечный орган или поверхность тела). В этой трубке на границе образовывался мениск на границе раздела между ртутью и кислотой. Смещение мениска ртути вызывалось появлением электрического тока (разность потенциалов). Движение мениска происходит в вертикальной плоскости. Оно регистрировалось с помощью фотопленки, которая двигалась в горизонтальной плоскости, ртуть при этом не просвечивалась. Часть этой пленки засвечивалась лучами света, которые проходили через раствор кислоты [3]. В начале и середине XX века регистрация электрокардиограммы на фотопленке стала основным способом. В результате усовершенствования капиллярного электрометра в 1887 г. английскому физиологу Августу Уоллеру впервые удалось зарегистрировать электрическую активность сердечной мышцы человека с помощью электродов, расположенных на поверхности тела. По сути это была первая ЭКГ в истории человечества. Уоллер смог зарегистрировать быстрые, небольшой амплитуды движения ртути в такт биения сердца с помощью цинковых электродов, которые были обернуты замшей и смочены в рассоле, прижатых спереди и сзади к грудной клетке человека. Помимо этого, он смог определить принцип формирования отведений электрокардиограммы, который впоследствии был назван стандартным [2].

Таким образом, следует признать, что исследования О. Уоллера положили начало не только векторной теории электрокардиографии, но и в целом направлению значения электрокардиографии при проведении диагностики болезней сердца. В настоящее время данное направление также является одним из самых важных. Для развития электрофизиологии и электрокардиографии особое значение имеют такие фундаментальные исследования, которые направлены на раскрытие природы биоэлектрических явлений. В 1848 году Э. Дюбуа-Реймон предложил гипотезу происхождения в мышцах токов покоя и токов действия. Было выяснено, что полярно заряженные молекулы – диполи при возбуждении меняли свою полярность и становились источником биологического электричества.

С 1890 г. В. Эйнтховен начал работу по усовершенствованию другого инструмента – струнного гальванометра. При разработке собственного струнного гальванометра были взяты за основу принципы построения магнитоэлектрического гальванометра Арсена Д'Арсонваля, а также конструкция струнного гальванометра, изобретенного Д. Швейггером. После упорной работы к 1893 г. Эйнтховену удалось создать первый электрокардиограф. В 1903 году Эйнтховен опубликовал статью о регистрации на струнном гальванометре ЭКГ пациентов с различной сердечной патологией.

Вскоре после опубликования этой статьи инженер из Мюнхена Макс Эдельманн наладил производство электрокардиографов, которые фактически копировали образец Эйнтховена и весили около 270 кг, а их обслуживанием занимались пять сотрудников. В 1908 г. компания CSIC (Cambridge Scientific Instrument Company) наладила выпуск своей усовершенствованной модели электрокардиографа. К 1935 г. удалось снизить вес электрокардиографа до 11 кг и наладить производство аппаратов, которые можно было подкатить непосредственно к больничной койке, что открыло широкие возможности их использования в медицинской практике. Постепенно размеры и вес таких устройств уменьшались, улучшались их метрологические характеристики, что способствовало более ши-

рокому их применению. Бурное развитие средств вычислительной техники и информационных технологий заложило основу новой отрасли – компьютерной электрокардиографии [9].

Клиническое применение цифровых электрокардиографов прошло несколько стадий развития. Первые изделия имели лишь одну, но очень важную функцию регистрации и хранения ЭКГ в цифровой форме. Второе поколение уже обеспечивало возможность автоматического распознавания информативных фрагментов ЭКГ (зубцов, комплексов, сегментов и интервалов), а также измерение амплитудно-временных параметров, сосредоточенных на этих фрагментах. Современные цифровые электрокардиографы имеют встроенные алгоритмы автоматической интерпретации ЭКГ, обеспечивающие поддержку принятия решения врача-кардиолога [3].

С помощью функционирования натриево-калиевого насоса (А. Ходжкин и Э. Хаксли, 1952) стало возможным поддержание должной концентрации ионов. Данные исследования имели важное значение для создания современных методов лечения, в частности для поддержания ионного гомеостаза клетки и всего организма. Исследования вышеупомянутых ученых стали важным этапом развития электрофизиологии с позиции передачи импульса возбуждения и торможения в центральной и периферической нервной системе, а также органах и мышцах. За эти открытия в 1963 году Нобелевская премия была присуждена Д. Экклсу, А. Ходжкину и Э. Хаксли [8].

Основателем электрокардиографии в России был Александр Филиппович Самойлов. Он смог установить зависимость ЭКГ от фазы дыхания, дал обоснование возможности кольцевого движения волны возбуждения по миокарду предсердий при мерцательной аритмии, дал описание монофазной кривой ЭКГ, которая объяснила изменение электрокардиограммы при инфаркте миокарда. Фундаментальные исследования Самойлова были посвящены вопросам, которые касались нервно-мышечной физиологии, электрофизиологии и химизма нервно-мышечной регуляции сердечной деятельности [6].

Также стоит отметить открытия Норманна Холтера. К регистрации явления биомagnetизма он пришел от изучения животного электричества. Обладая широкими знаниями в области физики, химии, он создал новое направление в медицине, которое было связано с использованием достижений ядерной физики в диагностике и лечении больных – ядерную медицину.

При нарушениях ритма сердечной деятельности была разработана особая методика электрокардиографического картирования сердца. Особый вклад в это направление внес Ю.Д. Сафонов. Важным разделом его работы был изобретенный им способ определения объема камер сердца и толщины миокарда желудочков сердца при помощи специальных отведений электрокардиограммы. Совместно с инженерами он создал отечественный эхокардиограф. Ю.Д. Сафонов является основателем теории гидравлического удара, которая объясняет природу тонов сердца [7].

Подводя итог вышесказанному, следует отметить, что становление электрофизиологии и электрокардиографии прошло несколько периодов. В данной области широко работали ряд российских и зарубежных ученых, таких как А.Ф. Самойлов, Ю.Д. Сафонов, В. Эйнтховен, А. Уоллер и т. д. Все они положили начало развитию электрокардиографии и внесли огромный вклад в ее развитие и совершенствование.

### ***Список литературы***

1. Алешин И.А. В.Ю. Чаговец и современные взгляды на происхождение биоэлектрических потенциалов (к 95-летию со дня рождения) // Тр. VIII науч. сессии Актюбинского мед. института. 1967. – Алма-Ата: Картпредприятие, 1969. – С. 26–27.
2. Аррениус С.А. Большая медицинская энциклопедия. – 3-е изд. – М.: Советская энциклопедия, 1975. – Т. 2. – С. 163.
3. Ионаш В. Клиническая кардиология. – 2-е изд. – Прага: Гос. изд-во мед. лит. ЧССР, 1968. – Т. 1. – 1047 с.

4. Лебединский А.В. Роль Гальвани и Вольта в истории физиологии // А. Гальвани, А. Вольта. Избранные работы о животном электричестве. – М.; Л.: Биомедгиз, 1937. – С. 7–63.

5. Лебединский А.В. И.П. Павлов о работах В.Ю. Чаговца / А.В. Лебединский, А.С. Мозжухин // Физиологический журнал СССР. – 1953. – №2. – С. 250–256.

6. Макаров Л.М. Александр Филиппович Самойлов – основатель русской электрофизиологической школы // Кардиология. – 2011. – №10. – С. 68–70.

7. Манджони С. Секреты клинической диагностики: пер. с англ. – М.: БИНОМ, 2004. – 608 с.

8. Попов С.В. Основные этапы становления и развития Томской школы аритмологов // Вестн. аритмологии. – 2010. – №60. – С. 13–22.

9. Фогельсон Л.И. Болезни сердца и сосудов. – М.; Л.: Изд-во биол. и мед. лит., 1935. – 651 с.