

ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ В ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Буркова Анастасия Николаевна

аспирант, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова - САФУ, РФ, г. Архангельск

ELECTROPHYSIOLOGICAL APPROACHES IN PSYCHOPHYSIOLOGICAL RESEARCH

Anastasia Burkova

Graduate student, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov – NarFU, Russia, Arkhangelsk

Аннотация. Методика электрофизиологического исследования является одним из наиболее информативных видов диагностики, применяемых в различных областях науки, в том числе и психофизиологии. В статье рассматриваются предпосылки возникновения, история развития электрофизиологии, а также современные подходы и направления электрофизиологического исследования.

Abstract. The technique of electrophysiological research is one of the most informative types of diagnostics used in various fields of science, including psychophysiology. The article examines the prerequisites for the emergence, the history of the development of electrophysiology, as well as modern approaches and directions of electrophysiological research.

Ключевые слова: психофизиология, электрофизиология, биоэлектрические потенциалы, головной мозг.

Keywords: psychophysiology, electrophysiology, bioelectric potentials, brain.

Психофизиология – это область исследований на стыке психологии и физиологии, задача которой состоит в изучении объективно регистрируемых сдвигов физиологических функций, сопровождающих психические процессы восприятия, запоминания, мышления, эмоций и т.п. [1, с. 35].

Психофизиология решает широкий спектр задач, например, такие как определение роли биологических факторов при выполнении психической деятельности, изучение изменений физиологического и биохимического характера в нервной системе, установление связи между различными аспектами активности (функционирование памяти, регуляция эмоций и т.д.). Методы исследований в психофизиологии разнообразны, преимуществом является то, что специалисты в равной степени используют и традиционные, и современные способы.

Одним из современных методов исследования в психофизиологии считается

электрофизиология – раздел физиологии, изучающий электрические явления в организме при различных видах его деятельности: произвольной и непроизвольной, вызванной и спонтанной, на микро- и макроуровне в диапазоне от исследования биоэлектрической активности до анализа результатов полиграфической регистрации, позволяющей оценить интегративные функции целостного организма.

Электрофизиологические методы исследования широко применяют при диагностике различных заболеваний, оценке функционального состояния органов, тканей и клеток (электрогастрография, электрокардиография, электромиография, электроэнцефалография и др.), при изучении природы биоэлектрических явлений и их связи с функцией и различными процессами жизнедеятельности [2, с. 44].

Существование «животного электричества» открыл Луиджи Гальвани своими опытами, проведенными в 1791 г. В первом таком опыте препарат задних конечностей лягушек подвешивался на цинковой стойке с помощью медного крючка. Когда конечность лягушки касалась цинковой стойки, о ее мышцы сокращались. Тогда Луиджи Гальвани предположил, что сокращения обусловлены возникновением в мышцах электрического тока. Однако, электрический ток мог возникнуть и в месте соприкосновения двух металлов. Во втором своем опыте Гальвани наблюдал сокращение мышцы, если к ней прикладывались одновременно неповрежденный продольный участок нерва и его поперечный срез. Источником электродвижущей силы при этом была разность потенциалов между нормальным и поврежденным участком нерва.

Позже в 1830 г. Карло Маттеучи поместил седалищный нерв нервно-мышечного препарата на обнаженные мышцы другого препарата. При сокращении последних сокращались мышцы другого препарата. Так был создан живой электрометр, с помощью которого исследователи обнаруживали появление электрического тока при сокращении скелетных мышц [3, с. 78].

В 1875 г. французский физик Габриэл Липпман изобрел капиллярный электрометр. Электрометр того времени представлял собой стеклянную трубку, один конец которой вытягивали в капилляр и наполняли разведенной серной кислотой. Широкий конец трубки заполняли ртутью. Предполагаемый источник тока (нервно-мышечный препарат, мышечный орган, или поверхность тела) соединялся проволочками с концами трубки. В трубке на границе раздела между ртутью и кислотой образуется мениск. Появление электрического тока (разность потенциалов) вызывало смещение мениска ртути. Движение мениска происходит в вертикальной плоскости. Оно регистрировалось на фотопленке, двигающейся в горизонтальной плоскости. При этом ртуть не просвечивается. Часть пленки засвечивалась лучами света, проходящими через раствор кислоты. Регистрация электрокардиограммы на фотопленке стала основным способом в начале и середине XX в. Так в 1876 г. Марей таким способом зарегистрировал электрические токи сердца черепахи.

Наибольших успехов в использовании электрометра добился О. Уоллер. С помощью цинковых электродов, обернутых замшей и смоченных в рассоле, прижатых спереди и сзади к грудной клетке человека он зарегистрировал быстрые, небольшой амплитуды движения ртути в такт биения сердца. Так в эксперименте с изолированным сердцем котенка он показал, что электрическая активность сердца опережает его механические движения. С помощью электрометра Уоллер доказал, что ткани тела имеют такую же электропроводность, как и физиологический раствор. Кроме того, ему удалось подойти к принципу формирования отведений электрокардиограммы, которые впоследствии были названы стандартными. Он погружал руки, ноги в раствор, регистрировал потенциалы и определил «благоприятные» и «неблагоприятные» отведения для получения более четких показателей электрометра [4, с. 64].

В развитии электрофизиологии весьма важен аспект фундаментальных исследований, направленных на раскрытие природы биоэлектрических явлений. Э. Дюбуа-Реймон в 1848 г. предложил гипотезу происхождения в мышцах токов покоя и токов действия. Полярно заряженные молекулы – диполи при возбуждении меняют свою полярность и являются источником биологического электричества.

В 1887 г. была создана теория электролитической диссоциации, за разработку которой ее

автор Сванте Август Аррениус в 1903 г. Теория электролитической диссоциации легла в основу теоретических и экспериментальных исследований природы биологического электричества. В 1896 г. отечественный электрофизиолог В.Ю. Чаговец, еще будучи студентом, сформулировал и в дальнейшем экспериментально обосновал ионную теорию происхождения биоэлектрических потенциалов в живых тканях [5, с. 45].

В 1902 г. немецкий физиолог Ю. Бернштейн изложил мембранную теорию, в основе которой лежало представление об изменении проницаемости мембран для различных ионов при прохождении волны возбуждения. Исследования данного направления имели большое значение для создания современных методов лечения, в частности поддержания ионного гомеостаза клетки и всего организма. Работы этих ученых стали чрезвычайно важным этапом развития электрофизиологии с позиции передачи импульса возбуждения и торможения в центральной и периферической нервной системе, органах, мышцах, в том числе сердце. За эти открытия в 1963 г. Д. Экклсу, А. Ходжкину и Э. Хаксли была присуждена Нобелевская премия по физиологии и медицине [6, с. 34].

В начале XX в. для электрофизиологических исследований был использован струнный гальванометр, позволивший в значительной мере преодолеть инерционность других регистрирующих приборов; с его помощью В. Эйтховен и Самойлов получили подробные характеристики электрических процессов в различных живых тканях. Неискажённая регистрация любых форм биоэлектрических потенциалов стала возможной лишь с введением в практику электрофизиологии (30—40-е гг. XX в.) электронных усилителей и осциллографов (Г. Бишоп, Дж. Эрлангер и Г. Гассер, США), составляющих основу электрофизиологической техники. Использование электронной техники позволило осуществить отведение электрических потенциалов не только от поверхности живых тканей, но и из глубины при помощи погружаемых электродов (регистрация электрической активности отдельных клеток и внутриклеточное отведение) [6, с. 51]. Позднее в электрофизиологии стала широко использоваться также электронно-вычислительная техника, позволяющая выделять очень слабые электрические сигналы на фоне шумов, проводить автоматическую статистическую обработку большого количества электрофизиологических данных, моделировать электрофизиологические процессы и т. д. [8, с. 95].

Для современного этапа развития электрофизиологии характерно все возрастающее применение электрофизиологических методов в клинической и экспериментальной практике, а также их использование в комплексе с биохимическими, иммунохимическими и биофизическими методами. Для анализа результатов исследования в электрофизиологии применяется электронная вычислительная техника. Методы электрофизиологии эффективно используются при диагностике и лечении болезней сердца, нервной и мышечной систем, а также в авиационной и спортивной медицине. Большое распространение получила телеметрическая регистрация электрофизиологических показателей в условиях свободного передвижения человека и животных, использование биоэлектрических потенциалов в качестве сигналов, управляющих различными техническими устройствами, активными протезами, манипуляторами. С помощью электрофизиологических методов решается ряд важных проблем фундаментального и прикладного характера, в частности изучение принципов нейронной организации мозга, механизмов, лежащих в основе процессов приема, кодирования, обработки информации в нервной системе, исследование молекулярных механизмов специализированной деятельности нервных и других клеток, роли различных биологически активных веществ в регуляции электрической и химической возбудимости клеток и тканей, в модуляции синаптической передачи.

Электрофизиологические исследования в нашей стране широко проводятся во многих научных и лечебно-профилактических учреждениях. Среди них можно отметить НИИ нормальной физиологии им. П. К. Анохина, Всесоюзный центр психического здоровья, Институт физиологии им. И. П. Павлова, Институт экспериментальной медицины, Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии, Институт биологической физики, Институт физиологии им. А. А. Богомольца, Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова и др. [8, с. 118].

Электрофизиология – один из разделов науки о человеческой физиологии, который занимается изучением процесса электрических проявлений на клеточном уровне, которые

происходят в мягких тканях и внутренних органах. Данные электрофизиологии широко используются для проведения точной диагностики и назначения эффективного лечения различных заболеваний. Методика электрофизиологического исследования является одним из наиболее информативных видов диагностики, применяемых в различных областях биологии и медицины.

Список литературы:

1. Словарь физиологических терминов. – Москва: Наука, 1987. – 447 с.
2. Коган А. Б. Электрофизиология, М., 1969 – 367 с.
3. Лебединский А.В. Роль Гальвани и Вольта в истории физиологии // А. Гальвани и А. Вольта. Избранные работы о животном электричестве. М.; Л.: Биомедгиз, 1937.
4. Хаютин В.М., Лукошкова Е.В. Очерки истории классической физиологии сердца: начальная фаза систолы // Успехи физиологических наук. 2011. Т. 42, № 2. С. 25–40.
5. Лебединский А.В., Мозжухин А.С. И.П. Павлов о работах В.Ю. Чаговца // 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. Алешин И.А. В.Ю. Чаговец и современные взгляды на происхождение биоэлектрических потенциалов // Тр. VIII науч. сессии Актюбинского мед. ин-та. 1967. Алма-Ата: Картпредприятие, 1969. С. 26–27.
8. Мендельсон М. Э.,. Электрофизиология // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона : в 86 т. (82 т. и 4 доп.). — СПб., 1890—1907.