

**ИСТОРИЯ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИИ:
РУССКАЯ УВЕРТЮРА МИРОВОЙ СИМФОНИИ
(к столетию работ В.В.Правдич-Неминского)**

Александров М.В.

Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт

имени профессора А.Л.Поленова

Санкт-Петербург, ул. Маяковского, 12 тел. 8-911-928-04-54 mdoktor@yandex.ru

Резюме. Традиционно историю электроэнцефалографии ведут с 1929 г., когда немецкий психиатр Ганс Бергер опубликовал свою работу с результатами регистрации суммарной электрической активности головного мозга у человека. Однако, как у всякого процесса научного поиска, у работ Бергера были свои истоки. Ровно сто лет назад - в 1912 г. – двумя русскими нейрофизиологами были выполнены столь фундаментальные исследования, что без них работы Бергера, пожалуй, и не состоялись бы. Во-первых, это экспериментальные работы В.В. Правдич-Неминского, в которых впервые была зарегистрирована суммарная активность мозга с интактных кожных покровов головы. Во-вторых, в 1912 г. П.Ю.Кауфманом под руководством В.М.Бехтерева были выполнены исследования, окончательно доказавшие, что «мозговые волны» порождаются изменениями функциональной активности головного мозга, а не являются артефактом. Влияние этих исследований, опубликованных в том числе и на немецком языке, отмечал сам Ганс Бергер. Так что у электроэнцефалографии крепкие «русские корни».

Ключевые слова: электроэнцефалография, нейрофизиология, электрофизиология, сомнография, история медицины.

**HISTORY OF ELECTROENCEPHALOGRAPHY:
RUSSIAN OVERTURE OF WORLD SYMPHONY
(on the centenary of works V.V. Prawditz-Neminsky)**

Alexandrov M.V

Russian Research Neurosurgical Institute. Professor A.L. Polenov

Abstract. Traditionally, the history of electroencephalography is led since 1929., when a German psychiatrist Hans Berger published his work with the results of the registration of the aggregate of the electrical activity of the brain in humans. However, as in any process of scientific research, the work of Berger had their origins. Exactly one hundred years ago - in 1912. - the two Russian neurophysiologist were made so fundamental research, that without them, the work of Berger, perhaps, and did not take place would. Firstly, this experimental work V.V. Prawditz-Neminsky, which was first registered the total activity of the brain with an intact skin of the head. Secondly, in 1912. P. J. Kaufman under the leadership of V.M. Bechterev have completed the study, finally proved that «brain waves» generated by the changes of the functional activity of the brain, and are not an artifact. The impact of these studies, published in including in the germany, noted himself Hans Berger. So the electroencephalography has strong «russian roots».

Key words: electroencephalography, neurophysiology, electrophysiology, somnology, the history of medicine.

Отправной датой в истории электроэнцефалографии считают 1929 г., когда немецкий психиатр Ганс Бергер опубликовал свою работу о регистрации электрической активности головного мозга у человека. Однако еще в 1912 г - сто лет назад - двумя русскими нейрофизиологами В.В. Правдич-Неминским и П.Ю.Кауфманом были выполнены экспериментальные исследования, фундаментальное значение которых отмечал сам Бергер. Но и более ранние истоки нейрофизиологии уходят корнями в русскую физиологическую школу.

«Основоположник отечественной физиологии» (как назвал его Иван Петрович Павлов) – Иван Михайлович Сеченов (1829–1905) во время своей заграничной стажировки изучил передовые достижения электрофизиологии того времени [1, 2, 3]. При возвращении в Россию И.М.Сеченов с 1860 по 1870 гг возглавляет кафедру физиологии в Императорской Медико-хирургической академии (ныне - Военно-медицинская академия). За свои работы по изучению «животного электричества» Сеченов был в 1863 г. удостоен Демидовской премии Петербургской АН - самой престижной научной премией в царской России (к слову, размер премии составлял 5000 рублей). В 1882 г. И.М.Сеченов опубликовал работу «Гальванические явления на продолговатом мозге лягушки» [1], в которой был установлен принципиальный для всей нейрофизиологии факт: наличие *ритмической* электрической активности в стволе мозга. Такую активность Сеченов назвал «спонтанной», имея в виду, что наличие этой активности не вызвано действием каких-либо раздражителей. Термин «спонтанная активность» сохранился в современной электроэнцефалографии.

Рассуждая о механизмах биоэлектrogenеза, И.М.Сеченов пишет [1]: «Электрические явления в мышцах и нервах суть продукты их жизни», - этой максимой он утверждал, что в основе генерации биоэлектрической активности лежит метаболизм клетки, а не только элементарные физические процессы, как считалось во второй половине XIX века.

Приоритет в регистрации электрической активности коры головного мозга делят русский физиолог Василий Яковлевич Данилевский (1852 – 1939) и английский хирург и физиолог Ричард Кэтон (1842 – 1926). В 1875 г. независимо друг от друга Кэтон и Данилевский смогли зарегистрировать суммарную биоэлектрическую активность на открытом мозге собаки в остром эксперименте [2, 4, 5, 6, 7]. Было показано, что электрическая активность головного мозга полностью зависит от протекающих нейрофизиологических процессов: уровня бодрствования, наличия сенсорной стимуляции, интенсивности кровоснабжения мозга и др.

В.Я.Данилевский с 1908 г. по 1926 г. проработал на кафедре нормальной физиологии медицинского факультета Харьковского университета (был преобразован в Харьковский медицинский институт). С 1927 г и до своей смерти Данилевский возглавлял созданный по его предложению Органотерапевтический институт в Харькове [2]. Считается, что именно профессор Данилевский стал прообразом профессора Преображенского в повести М.А.Булгакова «Собачье сердце».

Таким образом, 1875 г. можно достаточно обоснованно считать одной из ключевых точек в истории нейрофизиологии: у животного на открытом мозге была зарегистрирована суммарная электрическая активность коры.

На рубеже XIX и XX веков естественные науки захлестнула волна эмпириокритицизма. Кредо этого философского направления составляла «критика с позиций опыта». Не обошла эта критика и нейрофизиологию. В начале XX века появилась череда работ, в которых ставились под сомнение результаты изучения биоэлектрической активности мозга [4]. Регистрируемые электрические явления рассматривались как артефакты, возникающие в следствии повреждения мозговой ткани, движения крови по сосудам, ликвородинамики и т.д. Кризис удалось преодолеть благодаря очередному прорыву в технологиях: в электротехнике появился струнный гальванометр, который сочетал высокую чувствительность и низкую инерционность при регистрации. Так, благодаря струнному гальванометру голландскому физиологу Вильему Эйнтховену удалось в 1903 г. зарегистрировать электрокардиограмму, за что в 1924 г. ему была присуждена Нобелевская премия по физиологии и медицине [3].

Исследования с использованием новых для начала XX века технологических приемов позволили убедительно доказать, что регистрируемые электрические процессы в мозге вызваны нейрофизиологическими процессами, а не являются артефактами. Одним из фундаментальных исследований того времени была обширная работа, выполненная под руководством Владимира Михайловича Бехтерева (1857 – 1927) его сотрудником Павлом Юрьевичем Кауфманом (1877-1951). В тщательно спланированных опытах на собаках в 1912 г. была показана связь биоэлектрической активности мозга с функциональным состоянием центральной нервной системы: с уровнем бодрствования и глубиной наркоза, с изменениями метаболизма мозга, с воздействием внешних раздражений и даже с экспериментальным судорожным припадком при прямой электростимуляции мозга [8].

Выполненные в начале XX века работы русского физиолога Владимира Владимировича Правдич-Неминского (1879 – 1952) заложили фундамент современной электроэнцефалографии [6]. В 1912 г. были выполнены, а в 1913 г. опубликованы работы, в которых Правдич-Неминским доказывалась возможность регистрации электрической активности мозга с поверхности головы, т.е. через мозговые оболочки, кости черепа и неповрежденную кожу. В работах, проведенных в острых опытах на курарезированных собаках, с помощью струнного гальванометра им осуществлена регистрация спонтанной активности коры больших полушарий с неповрежденного скальпа [9].

В.В.Правдич-Неминский заложил основы современной электроэнцефалографической семиотики. Он вводит специальный термин для обозначения полученной записи электрической активности мозга, называя ее «электроцереброграммой». Следует признать, что семантически термин «электроцереброграмма» более точен, чем предложенный позже и используемый сейчас термин «электроэнцефалограмма», поскольку в этом термине сочетаются латинские и греческий корни [9, 10].

Правдич-Неминский предложил первую классификацию ритмов, регистрируемых на электроэнцефалограмме. Описанные им виды активности он разделил на «медленные волны» частотой 0,5—10 Гц и «быстрые волны», среди которых были выделены волны первого (10—15 Гц) и второго (20—30 Гц) порядка. Совершенно очевидно, что такое деление ритмики в основном сохранилось в современной электроэнцефалографии. Также Правдич-Неминский впервые описал феномен замещения «медленной» активности на «быструю» при стимуляции. Позднее этот феномен получил название реакции десинхронизации.

К сожалению, Первая мировая война, череда революций и последовавшая за ними гражданская война не способствовали занятиям нейрофизиологией. В.В.Правдич-Неминский вернулся к своим изысканиям уже в Академии наук Украинской ССР. В 1925 г. им опубликована работа, в которой впервые была систематизирована биоэлектрическая активность головного мозга. Регистрируемая над различными участками коры активность была разделена на семь самостоятельных видов, среди которых были выделены волны первого порядка частотой 10-15 Гц, второго порядка частотой 20-30 Гц, а также медленные волны - 0,2-1,2 Гц. В.В.Правдич-Неминский впервые описал реакцию десинхронизации электрической активности при электрическом раздражении седалищного нерва [6, 10].

Таким образом, русский физиолог Владимир Владимирович Правдич-Неминский – один из основоположников современной электроэнцефалографии. Датой рождения экспериментальной электроэнцефалографии можно смело признать 1912 – 1913 гг., когда впервые была зарегистрирована электрическая активность мозга у животного через кости черепа и неповрежденную кожу.

Культовой датой в истории электроэнцефалографии является 1929 г.: немецкий психиатр Ганс Бергер публикует статью «Об электроэнцефалограмме человека» в журнале «Архив психиатрии и нервных болезней» (*Über das Elektroenzephalogramm des Menschen // Arch. f. Psychiat. u. Nervenkrankh. - 1929, 87. - S. 527-570*) [11]. Но это теперь

1929 г. принимается всеми как дата рождения нового нейрофизиологического метода, а Ганс Бергер вошел в историю медицины как отец клинической электроэнцефалографии. Произошло это не сразу.

Ганс Бергер родился в 1873 г. в Баварии в деревне Нойез близ города Кобург. С 1901 г. и практически до своей смерти он работал в университете города Йена в Германии. В 1919-1938 гг Ганс Бергер руководил психиатрической клиникой медицинского факультета Йенского университета. В настоящее время эта клиника носит его имя. В начале 20-х гг Бергер стал упорно заниматься разработкой метода регистрации электрической активности головного мозга человека. Для работы он самостоятельно сконструировал оригинальный прибор (рис.1). Первая «машина Бергера» представляла собой одноканальной регистратор биоэлектрической активности мозга. Регистрация проводилась осциллографом на фотобумаге, которая потом проявлялась. Первоначально суммарная электрическая активность головного мозга регистрировалась между затылочным и лобным игольчатыми электродами, которые вводились под кожу головы. Затем для регистрации «мозговых волн» с поверхности скальпа были применены свинцовые, цинковые и платиновые электроды, а в качестве референта использовалась серебряная ложечка, помещавшаяся в рот пациента [6, 11, 12].

В своих работах Бергер называет точную дату, когда ему удалось добиться устойчивой записи электроэнцефалограммы - 6 июля 1924 г. Но он продолжал работать еще несколько лет, прежде чем опубликовать свои результаты. Бергер проводил разносторонние исследования электрической активности: в спокойном состоянии, при умственной нагрузке, при наркозе. Он регистрировал ЭЭГ у больных с различными психическими заболеваниями. Итогом работ Бергера стала статья «Об электроэнцефалограмме человека» (1929), где была описана основная ЭЭГ-семиотика здорового человека [11]. Бергер предложил не только сам термин «электроэнцефалограмма», но и аббревиатуру ЭЭГ. Бергер выделил два вида активности: частотой около 10 Гц, которую он обозначил как альфа-ритм, и более высокой частоты, обозначенная как бета-ритм. Была впервые дана характеристика альфа-ритма: он возникает при закрытых глазах, при открывании глаз или при сенсорной стимуляции альфа ритм замещается бета-активностью (рис.2). Также сообщалось, что характер «мозговых волн» изменяется в зависимости от функционального состояния головного мозга, в частности, во сне, при общей анестезии и гипоксии. Было показано, что характер активности у здорового человека и у больного эпилепсией существенно различается [6, 7, 12].

Всего Гансом Бергером было опубликовано 23 работы по электроэнцефалографии. Но его работы встретили среди коллег активное неприятие и не были приняты медицинским сообществом Германии. Принципиальность и настойчивость Бергера привела к конфликту с коллегами, и в 1938 г. Ганс Бергер получил отставку с поста руководителя клиники психиатрии, которую возглавлял без малого 20 лет. Бергер оказался в изоляции. Не последнюю роль в этом сыграли и политические взгляды ученого: он не симпатизировал нацистам. После отставки с поста директора клиники Бергер впал в тяжелую депрессию. Ганс Бергер покончил жизнь самоубийством 1 июня 1941 г.

Метод энцефалографии стал получать признание лишь после того, как работы Бергера поддержал мэтр электрофизиологии лорд Эдгар Дуглас Адриан – лауреат Нобелевской премии по физиологии и медицине (1932 г), которую он получил вместе с Чарльзом Шеррингтоном за исследования функциональной активности нейронов. На собрании Физиологического общества в Кембридже в мае 1934 г. Эдриан и Мэттьюс своей демонстрацией доказали связь «ритма Бергера», как они называли альфа-ритм, с биоэлектрической активностью головного мозга [7]. Вторая половина 1930-х ознаменовала начало периода бурного развития электроэнцефалографии, началось широкое внедрение метода в клиническую практику. «Пионеры электроэнцефалографии»: Грей Уолтер, Герберт Джаспер и Уайлдер Пенфилд, супруги Фредерик и Эрн Гиббс, Натаниел Клейтман – заложили фундаментальные основы классической нейрофизиологии.

Пожалуй, после Ганса Бергера следующей по значимости фигурой в истории электроэнцефалографии является английский нейрофизиолог Уильям Грей Уолтер (Walter) (1910 – 1977) [6, 12]. Сразу по окончании Кембриджского университета Уолтер занялся популярной в 30-е годы физиологией центральной нервной системы. В середине 30-х гг Уолтер посещает Ганса Бергера, знакомится с его «ЭЭГ-машиной». В 1939 г. (в возрасте 29 лет) Уолтер возглавил исследовательский отдел Бёрденовского неврологического института в Бристоле, которым руководил до 1970 г.

В 1935-36 гг для нейрофизиологических исследований по заказу Уолтера конструируют мощный по тем временам многоканальный электроэнцефалограф. Это позволило стремительно развить электроэнцефалографические исследования. Так, уже в 1936 г., проведя обследования больных с опухолями мозга, Уолтер описывает медленноволновую активность частотой 1-6 Гц, которую он называет дельта-волнами. Уолтер исследует изменения ЭЭГ во время сна, доказывая, что дельта-активность характерна и для физиологического сна. В 1946 г. Уолтер сообщил о том, что ритмическая фотостимуляция может

провоцировать эпилептическую активность на ЭЭГ. С этих пор фотостимуляция прочно вошла в протокол рутинного ЭЭГ-исследования. Однако не следует считать, что именно Уолтер придумал применять ритмическую фотостимуляцию для диагностики эпилепсии. Для провокации судорожных приступов еще в Римской империи применяли «фотостимуляцию» от вращающегося щита. Уолтер лишь соединил известную в эпилептологии функциональную пробу с регистрацией ЭЭГ.

Занимаясь проблемой локализации источников патологической активности, Уолтер разработал метод триангуляции. При выполнении ЭЭГ-исследования этот метод до сих пор используется для локализации источника патологической активности. В 1950-е гг. Грей Уолтер разработал прибор, названный им «топоскоп», который по сути является первым нейрокартографом – прибором, графически представляющим распределение электрической активности по конвекситальной поверхности.

Практически большинство наших современных знаний по феноменологии альфа-ритма обосновал Грей Уолтер. Им были доказаны зональные различия в локализации альфа-ритма: максимальная выраженность в затылочно-теменной области и убывание по направлению к передним отделам мозга. Уолтер показал, что источником генерации альфа-ритма является таламус. Во время Второй мировой войны Уолтер участвовал в разработке методов радиолокации. Полученный опыт он перенес в нейрофизиологию и сформулировал гипотезу функционального значения альфа-ритма. Согласно гипотезе Уолтера в условиях покоя альфа-ритм отражает процесс «сканирования» мозгом своих нервных центров, проверяя их готовность к действию.

По собственному признанию Уолтера [13], на его мировоззрение огромное влияние оказали работы Ивана Петровича Павлова. В методе электроэнцефалографии Уолтер видел возможность найти корреляты условной и безусловной рефлекторной деятельности. Отчасти эта задача была им решена: в 1964 г. было сообщено о разработке методики регистрации «условного негативного отклонения» (CNV). Этот феномен также известен как Е-волна или волна ожидания [13].

Грей Уолтер обобщил результаты своих изысканий по физиологии центральной нервной системы и поведения в книге «Живой мозг» (*The Living Brain*), вышедшей в 1953 г. Эта книга, несколько раз переиздававшаяся, остается интересной и востребованной. Уолтер вошел в историю не только как один из основателей электроэнцефалографии, но и как пионер кибернетики. Он изобрел первые простейшие кибернетические самообучающиеся модели, так называемые «черепашки Уолтера».

Уайлдер Грейвс Пенфилд (1891 – 1976) получил разностороннее медицинское образование. В Оксфордском университете он изучал невропатологию под руководством Шеррингтона. Во время своей поездки в Испанию обучился нейрогистологии у Рамон-и-Кахаля, в Германии стажировался у основоположника нейрохирургии Отфрида Фёрстера в Бреслау. По возвращении в Америку проходил стажировку у Кушинга. С 1921 г. Пенфилд работал хирургом в Нью-Йоркском госпитале, выбрав основным направлением своей деятельности хирургическое лечение эпилепсии. В конце 20-х гг Пенфилд познакомился с [Дэвидом Рокфеллером](#) и смог убедить его профинансировать создание специального нейрохирургического института для лечения эпилепсии. Идеи хирургического лечения эпилепсии вызвали скепсис и препятствия со стороны коллег-неврологов в Нью-Йорке. На деньги семьи Рокфеллеров в 1934 г. Пенфилд создает неврологический институт в канадском Монреале в Университете МакГила [4, 6].

Метод нейрохирургического лечения эпилепсии, разработанный Пенфилдом, состоял в деструкции тех отделов коры головного мозга, которые представляли собой очаг судорожной активности. В 1940-х гг уже было совершенно очевидно, что электроэнцефалография – основной патофизиологический метод визуализации эпилептических очагов, своеобразное «окно» в мозг, страдающий эпилепсией. В 1946 г. Пенфилд приглашает в свой неврологический институт нейрофизиолога Герберта Генри Джаспера (Jasper) (1906 – 1999), известного к тому времени своими исследованиями нейрональной активности. Пенфилд и Джаспер разработали методику интраоперационной электрокортикографии (ЭКоГ). Во время операции на открытом мозге производилась регистрация нативной электрической активности коры и электрическая стимуляция различных отделов мозга, что позволяло точно локализовать эпилептический очаг. С середины 1950-х гг ЭКоГ-мониторинг стал «золотым стандартом» в хирургическом лечении эпилепсии.

Джаспер и Пенфилд использовали информацию, полученную в ходе операций на мозге, для создания функциональных карт коры мозга. Во время некоторых операций при соответствующем виде анестезии больные находились в сознании и описывали свои ощущения, которые возникали при электростимуляции различных отделов коры. Обобщение результатов картографии было установлено точное представительство в коре головного мозга различных мышц и органов тела человека. Так появился «гомункулюс Пенфилда» – схематичное изображение частей тела над проекционными зонам коры мозга, в которых они представлены.

Полученные Джаспером и Пенфилдом данные о функциональной организации коры головного мозга человека были изложены в фундаментальном труде «Эпилепсия и функциональная анатомия головного мозга» (1954) [14].

В современной нейрофизиологии во всем мире принята единая «система координат» для размещения электродов при различных электрофизиологических исследованиях: ЭЭГ, регистрация вызванных потенциалов различной модальности. Эта система известна как «международная система 10-20%» или «система 10/20». Разработал и предложил эту систему Герберт Генри Джаспер в 1958 г [15].

Пионерами электроэнцефалографии были супруги Гиббс. Фредерик Гиббс в 1930-х гг в Гарвардской медицинской школе изучал патофизиологию и клинику эпилепсии по руководством самого Леннокса. Там он познакомился с его ассистенткой Эрной Леонгардт, которая вскоре стала его женой. В 1935 г. по просьбе Ф.Гиббса был создан многоканальный электроэнцефалограф: запись велась по трем каналам сразу. Супруги Гиббс накопили обширную ЭЭГ-семиотику при различных психических и неврологических заболеваниях, и прежде всего – при эпилепсии. Это позволило уже в 1941 г. выпустить первый «Атлас электроэнцефалографии» [16].

«Отец сомнологии» («*The Father of Sleep Research*») Натаниэл Клейтман прожил 104 года: он родился в 1895 г. в Российской Империи в Кишиневе, умер в Лос-Анжелосе в 1999 г. В 1915 г. его семья переехала в Америку. В Колумбийском университете он получил образование в области физиологии и психологии. Клейтман - первый нейрофизиолог, целиком посвятивший свою жизнь изучению феноменологии и механизмам сна. С 1925 по 1960 гг он работал в Чикагском университете, в основанной им лаборатории по изучению сна. В 1939 г. Клейтман опубликовал первый учебник по нейрофизиологии сна «Сон и бодрствование» («*Sleep and Wakefulness*»). В 1950-х гг сконцентрировался на полиграфическом исследовании сна, которое в первую очередь включало электроэнцефалографию. В 1953 г. совместно со своим аспирантом Юджином Асеринским впервые описал фазу быстрого сна (*REM-sleep*) и доказал связь быстрого сна со сновидениями. Таким образом, результатом работы Клейтмана явилось подробное описание фаз сна, ставшее ныне классическим, и разработка основ метода полисомнографии [4, 6, 12].

Таким образом, можно считать, что к середине 1950-х гг практически вся известная нам сейчас ЭЭГ-семиотика была накоплена и систематизирована. Были сформулированы основные гипотезы генерации суммарной биоэлектрической активности мозга. Пе-

риод 1950-1970-х гг считается «золотым веком» в истории электроэнцефалографии. ЭЭГ применялась широко и практически во всех разделах нейробиологии. Перечислить всех ученых, которые занимались ЭЭГ трудно, да и, выделив одних, можно оскорбить забвением других. Однако, следует признать, что за этот период существенного развития, прорыва в электрофизиологии не произошло. Не принес желаемых результатов и бесконечный поиск новых методов статистического анализа амплитудно-частотных характеристик спонтанной и вызванной биоэлектрической активности. К концу 1970-х - середине 1980-х гг в электроэнцефалографии наметился кризис исчерпания предыдущего пути развития. Стало очевидно, что нейрофизиологи не смогли проникнуть в тонкие закономерности функционирования мозга человека. Интерес к ЭЭГ заметно охладел, чему отчасти способствовали успехи рентгенологии. Внедрение компьютерных технологий создало принципиально новый метод: компьютерную томографию. В электрофизиологии, к сожалению, внедрение электронно-вычислительной техники не привело к созданию нового метода. Так называемая современная «компьютерная ЭЭГ» отличается от ЭЭГ, выполненной на бумажнопишущих аппаратах, также, как цифровая фотография от классической аналоговой, как работа в текстовом редакторе от стрекотания на пишущей машинке. Новые возможности для работы - появились, но новых форм художественного отображения действительности - не возникло. Да, и мастеров - художников и писателей - не прибавилось.

К середине 1990-х гг методы нейровизуализации существенно потеснили в клинике электрофизиологические методы исследования. Процесс познания, как известно, подчиняясь общим законам диалектики, развивается «по спирали». Последние 10-15 лет нейрофизиология, несомненно, переживает ренессанс. Во-первых, надежды, которые возлагались на рентгенологические методы нейровизуализации, оправдываются пока только в части касающейся оценки структуры. Регистрация электрической активности по-прежнему остается единственным способом прямой оценки функционального состояния нервной системы. Во-вторых, использование компьютерной обработки ЭЭГ-сигнала существенно повысило потребительские свойства метода: появилась возможность достаточно просто получать результаты статистической обработки амплитудно-частотных параметров практически в реальном масштабе времени. В-третьих, достигнут существенный прогресс в технике регистрации. ЭЭГ-исследование больше не требует специальных экранированных камер, а может выполняться даже «у постели больного».

Исследование истории электроэнцефалографии доказывает гениальную мудрость Ивана Петровича Павлова: «Метод – отец науки». Революционные успехи в нейрофизио-

логии были связаны с приходом новых методических приемов. Возможность измерять количество электричества позволила Дюбуа-Реймону обосновать эвристическую теорию биоэлектrogenеза Гальвани. Капиллярный гальванометр позволил Кэтону и Данилевскому зарегистрировать (записать) динамику постоянно меняющейся суммарной активности головного мозга. Появился малоинерционный струнный гальванометр – Правдич-Неминский смог зарегистрировать электроэнцефалограмму у животного. Вакуумные усилители и осциллограф были технической основой «ЭЭГ-машины» Бергера.

Диалектически оценивая перспективы электрофизиологических методов, следует, вероятно, рассмотреть два возможных сценария. Либо возникнет новый технологический подход, который обеспечит очередной революционный шаг в нейрофизиологии. Либо надо ждать, пока количество накопленной фактологии и наших представлений о механизмах генерации биоэлектрической активности переведет нейрофизиологический метод в новое качество.

Литература:

1. Сеченов И.М. Гальванические явления на продолговатом мозгу лягушки // Там же – с. 13-41 // Врач, № 42-45, 1882 // Избранные труды. – Л.: ВИЭМ, 1935.
2. Архангельский Г.В. Первые отечественные исследования по электроэнцефалогфии: В.Я.Данилевский, И.М.Сеченов, Б.Ф.Вериго и др. – М.: Медгиз, 1949. – 192 с.
3. Марьянович А.Т., Князькин И.В. И.М. Сеченов: биография. Главные труды с комментариями. - СПб.: ДЕАН, 2004. - 816 с.
4. Бреже, М. Электрическая активность нервной системы. Пер с англ. – М.: Мир, 1979 – 264 с.
5. Лакомкин, А.И., Мягков, И.Ф. Электрофизиология. – М.: Высш. Школа, 1977. – 232 с.
6. Niedermeyer E., Lopes da Silva F Electroencephalography. Basis, principles, clinical applications related fields. – Philadelphia-Baltimore-NY: Lippincott Williams & Wilkins, 2005. - 1309 p.
7. Haas L.F. Hans Berger (1873-1941), Richard Caton (1842-1926) and electroencephalography // Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry, 2003. – Vol. 74, N 1. – P. 9–12.
8. Кауфман П.Ю. Электрические явления в коре головного мозга // Обозрение психиатрии, неврологии и экспериментальной психологии. - №7-9, 1912. – С. 18-26.

9. Правдич-Неминский В.В. Электроцеребрография, электромиография и значение ионов аммония в жизненных процессах организма // В.В. Правдич-Неминский. Избранные труды. - Л.: Медгиз. Ленингр. отд-ние, 1958. - 195 с.
10. Prawditz-Neminsky W.W. Zur Kenntnis der elektrischen und innervationsvorgänge in den functionellen Elementen und Geweben des tierischen Organismus. Electrocerebrogramm der Säugetiere. – Arch.ges.Physiol., 1925. – B. 209. – S. 362–366.
11. Berger H. Über das Elektroenzephalogramm des Menschen // Arch. f. Psychiat. u. Nervenkrankh. – 1929. –B. 87. – S. 527–570.
12. Русинов В.С. Клиническая электроэнцефалография / В.С. Русинов [и др.]. – М: Медицина, 1973. – 339 с.
13. Walter, W.G. Contingent Negative Variation: an electric sign of sensorimotor association and expectancy in the human brain W.G. Walter [et al.] // Nature, 1964. – N 203. – P. 380–384.
14. Пенфилд У., Джаспер Г. Эпилепсия и функциональная анатомия головного мозга человека. – М.: Изд. иностр. лит-ры, 1958. – 482 с.
15. Jasper H.H. The ten-twenty electrode system of the International Federation // Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol, 1958. – N 10. – P. 371–375.
16. Мухина Е. К. Забытые имена: Фредерик и Эрн Гиббс // Русский журнал детской неврологии, 2006. – Т.1, Вып.2. – С.42 - 45