Истоки электроэнцефалографии (к 90-летию первой публикации работ Ганса Бергера)

М.В. Александров, д.м.н., проф., зав. отделением клинической нейрофизиологии 1 , ведущий научный сотрудник научно-исследовательского аналитического отдела 2

¹Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт им. проф. А.Л. Поленова (филиал ФГБУ «Национальный медико-исследовательский центр им. В.А. Алмазова), г. Санкт-Петербург ²ФГБУН «Институт токсикологии ФМБА России», г. Санкт-Петербург

The roots of electroencephalography (to the 90th anniversary of the original editions of Hans Berger's work)

M. V. Aleksandrov

Polenov Russian Scientific Neurosurgical Institute (branch of Almazov National Medical Research Centre), Institute of Toxicology at FMBA, Saint-Petersburg, Russia

Резюме

Электроэнцефалография ведет отсчет своей истории с 1929 года, когда немецкий психиатр Ганс Бергер опубликовал результаты своих многолетних исследований по регистрации суммарной биоэлектрической активности головного мозга человека с поверхности скальпа. Бергер предложил термин «электроэнцефалография» и аббревиатуру «ЭЭГ», дал характеристику основным видам активности, описал феномены синхронизации и десинхронизации. Ганс Бергер по праву вошел в историю медицины как «отец ЭЭГ». Будучи исключительно порядочным ученым, Бергер справедливо указывал на ту роль, которую оказали на него работы русского физиолога Правдич-Неминского по «экспериментальной электроэнцефалографии».

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: электроэнцефалография, биоэлектрическая активность, нейрофизиология, Ганс Бергер, история медицины

Summan

The history of electroencephalography begins since 1929, when german psychiatrist Hans Berger published the results of his long-term research on scalp recordings of the integral bioelectrical activity of human brain. Berger coined the term «electroencephalography» and the abbreviation «EEG», characterized the basic patterns of activity, described phenomena of synchronization and desynchronization. Hans Berger legitimately went down into the history of medicine as «the father of EEG». Being a scrupulously honest scientist, Berger rightfully emphasized the impact of studies by russian physiologist Pravdich-Neminsky on «experimental electroencephalography».

Key words: electroencephalography, bioelectrical activity, neurophysiology, Hans Berger, history of medicine.

Культовой датой в истории электроэнцефалографии (ЭЭГ) является 1929 г.: немецкий психиатр Ганс Бергер опубликовывает статью «Об электроэнцефалограмме человека» в журнале «Архив психиатрии и нервных болезней» (Uber das Elektroenzephalogramm des Menschen // Arch. f. Psychiat. u. Nervenkrankh.— 1929, 87.— S. 527–570) [1]. Таким образом, «годом рождения» ЭЭГ стал 1929 год, а Ганс Бергер вошел в историю медицины как «отец электроэнцефалографии» [2, 3, 4].

Ганс Бергер родился в 1873 г. в Баварии в деревне Нойез близ города Кобург, Бавария. С 1901 г. и практически до своей смерти он работал в Йенском университете (Йена, Германия) [2]. В разные годы в Йенском университете профессорами были Георг Гегель — основоположник немецкой классической философии; Эрнест Геккель — естествочспытатель; Матиас Шлейден — один из создателей клеточной теории, а среди выпускников университета — философ Артур Шопенгауэр, социолог-экономист Карл Маркс, русский путешественник Н. Н. Миклухо-Маклай (окончил меди-



Ганс Бергер (1873–1941)

цинский факультет), писатель Льюис Фейхтвангер и много других известных фамилий.

Ганс Бергер работал в психиатрической клинике медицинского факультета Йенского университета. Своим учителем он считал психиатра Отто Людвига Бинсвангера, который возглавлял психиатрическую клинику университета с 1882 по 1919 годы. Изданное Бинсвангером в 1899 году руководство по эпилепсии долгое время считалось одним из авторитетных изданий в данной области. В 1919 Бергер сменил учителя на посту директора психиатрической клиники и возглавлял ее до 1938 года. В настоящее время психиатрическая клиника Йенского университета носит его имя [2, 4].

С начала 20-х гг Бергер стал упорно заниматься разработкой метода регистрации электрической активности головного мозга человека. Целью его работ была регистрация суммарной биоэлектрической активности головного мозга с поверхности кожи головы, а не с поверхности коры, как это выполнялось в эксперименте на животных [2, 5, 6, 7]. Для работы Бергер 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 [2, 4].

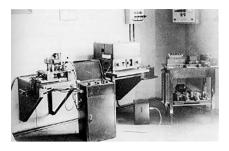


Рисунок 1. Первый электроэнцефалограф («ЭЭГ-машина»), на котором выполнял исследования Ганс Бергер (1920-е гг).

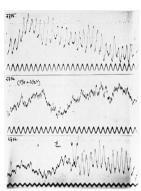




Рисунок 2. Первые записи электроэнцефалограммы, выполненные Гансом Бергером: альфа-ритм (верхняя запись), возникновение альфа-ритма при закрывании глаз (нижняя запись). На всех записях нижний канал — отметка времени (сигнал частотой 10 Гц). Считается, что запись выполнена при регистрации ЭЭГ у сына Г. Бергера — Клауса.

Титульный лист монографии Ганса Бергера «Электроэнцефалограмма человека» (Йена, 1938).

В своих работах Бергер называет точную дату, когда ему удалось добиться устойчивой записи электроэнцефалограммы — 6 июля 1924 г [2, 4]. 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 [1]. 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.

Надо отдать должное научной честности Ганса Бергера, который в своих работах прямо ссылается на результаты исследований биоэлектрической активности головного мозга, выполненные русским физиологом Владимиром Владимировичем Правдич-Неминским (1879—1952). В 1912 г. Им были выполнены, а в 1913 г. опубликованы на немецком языке работы, в которых доказы-



Владимир Владимирович Правдич-Неминский (1879–1952)

валась возможность регистрации электрической активности мозга с поверхности головы через мозговую оболочку, кости черепа и неповрежденную кожу [6, 7]. В работах, проведенных в острых опытах на курарезированных собаках, Правдич-Неминский регистрирует с помощью струнного гальванометра спонтанную активность коры больших полушарий с неповрежденного скальпа. Он вводит специальный термин для записи электрической активности мозга, называя ее «электроцереброграммой» [6, 7, 8]. 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.

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. Таким образом, русский физиолог Владимир Владимирович Правдич-Неминский, несомненно, может считаться одним из основоположников современной электроэнцефалографии [5].

Сам Ганс Бергер изначально основным предназначением метода ЭЭГ видел в изучении психической деятельности. Он практически всю свою активную научную деятельность посвятил поискам физиологических коррелятов телепатии. Но уже в своей книге «Душа» (Psyche. Jena, 1940) он первым совершенно обоснованно указал на недостаточность электроволновой модели в решении психофизической проблемы.

Всего Гансом Бергером было опубликовано 23 работы по электроэнцефалографии [2, 3, 4]. 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 депрессия. 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 назвали альфа-ритм, с биоэлектрической активностью головного мозга [2, 4, 9, 10].

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 Эрна Гиббс, Натаниел Клейтман — заложили фундаментальные основы классической нейрофизиологии. Можно уверенно считать, что к середине 1950-х гг практически вся известная нам сейчас ЭЭГ-семиотика была накоплена и систематизирована [9, 10]. Были сформулированы основные гипотезы генерации суммарной биоэлектрической активности мозга. Период 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: ком-

пьютерную 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 среди 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».

Заключение

Исследование истории электроэнцефалографии доказывает гениальную мудрость Ивана Петровича Павлова: «Метод — отец науки». Революционные успехи в нейрофизиологии были связаны с приходом новых методических приемов. Возможность измерять количество электричества позволила Дюбуа-Реймону обосновать эвристическую теорию биоэлектрогенеза Гальвани. Капиллярный гальванометр позволил Кэтону и Данилевскому зарегистрировать 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.

Список литературы

- Berger H. Uber das Elektroenzephalogramm des Menschen // Arch. f. Psychiat. u. Nervenkrankh.— 1929, 87.— S. 527–570.
- Haas L.F. Hans Berger (1873–1941), Richard Caton (1842–1926) and electroencepholography // Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry, 2003.— Vol. 74, N 1.— P. 9–12.
- Niedermeyer E., Lopes da Silwa F Electroencephalography. Basis, principles, clinical applications related fields.— Philadelphia-Baltimore-NY: Lippincott Williams & Wilkins, 2005.— 1309 p.
- Александров М.В., Иванов Л.Б., Лытаев С.А. и др. Электроэнцефалография / Под ред. М.В. Александрова. — СПб: Стратегия будущего, 2019. — 208 с.
- Александров М.В. История электроэнцефалографии: русская увертюра мировой симфонии (к столетию работ В.В. Правдич-Неминского) // Medline.ru. —2012, Т. 30. — С. 372–384.
- Prawditz-Neminsky W. W. Zur Kenninis der elektrischen und innervationsvorgange in den functionellen Elementen und Gewehen des tierischen Organismus. Electrocerebrogramm der Saugetiere.— Arch.ges.Physiol., 1925.— B. 209.— S. 362–366.
- Правдич-Неминский В.В. Электроцеребрография, электромиография и значение ионов аммония в жизненных процессах организма // В.В. Правдич-Неминский. Избранные труды. Л.: Медгиз. Ленингр. отдние, 1958. 195 с.
- Архангельский Г. В. Первые отечественные исследования по электроэнцефалогафии: В.Я. Данилевский, И.М. Сеченов, Б. Ф. Вериго и др.— М.: Медгиз, 1949.— 192 с.
- 9. Бреже М. Электрическая активность нервной системы. Пер с англ.— М.: Мир, 1979–264 с.
- Пенфила У., Джаспер Г. Эпилепсия и функциональная анатомия головного мозга человека. М.: Изд. иностр. лит-ры, 1958. 482 с.

Для цитирования. Александров М.В. Истоки электроэнцефалографии (к 90-летию первой публикации работ Ганса Бергера) // Медицинский алфавит. Серия «Современная функциональная диагностика».— 2019.— Т. 2.— 12 (387).— С. 6–8.

