

Электроэнцефалография: начало. К столетию первой регистрации Хансом Бергером электроэнцефалограммы

М.В. Александров^{1, 2}, А.М. Александров¹

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург

² ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия» МО РФ, Санкт-Петербург

РЕЗЮМЕ

Немецкий психиатр и психофизиолог Ханс Бергер (1873–1941) по праву носит титул «отца электроэнцефалографии». Первая регистрация электроэнцефалограммы была выполнена Бергером в июле 1924 года. В период с 1929 по 1940 годы 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. Основное внимание в своих исследованиях Бергер уделял динамике ЭЭГ при изменении функциональной активности мозга, пытаясь найти электрофизиологические корреляты психических функций и состояний.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: клиническая нейрофизиология, электроэнцефалография, биоэлектрическая активность, Ханс Бергер, история медицины.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Electroencephalography: The Beginning. On the centenary of Hans Berger's first recording of an electroencephalogram

M.V. Aleksandrov^{1, 2}, A.M. Aleksandrov¹

¹ Federal State Budgetary Institution «Almazov National Medical Research Centre» of the Ministry of Health of the Russian Federation, St. Petersburg

² Federal State Budgetary Military Educational Institution of Higher Professional Education «Military Medical Academy», Ministry of Defense of the Russian Federation, St. Petersburg

SUMMARY

The German psychiatrist and psychophysicist, Hans Berger (1873–1941), rightfully holds the title of «father of electroencephalography.» He was the first to record an electroencephalogram in July 1924. From 1929 to 1940, Berger published the results of his long-term research on the recording of the overall bioelectric activity of the human brain from the scalp surface. He proposed the term «electroencephalography» and the abbreviation «EEG», characterized the major types of activity, described the phenomena of synchronization and desynchronization. In his research, Berger focused on the EEG's dynamics during changes in brain functional activity, trying to find electrophysiological correlates of mental functions and states.

KEYWORDS: clinical neurophysiology, electroencephalography, bioelectric activity, Hans Berger, medical history.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare that they have no conflicts of interest.

В 2024 г физиологическое сообщество отмечает столетие электроэнцефалографии (ЭЭГ) – базового метода клинической нейрофизиологии. «Отец ЭЭГ» немецкий психиатр Ханс Бергер (1873–1941) в своих дневниках указывает точную дату первой успешной регистрации ЭЭГ: 6 июля 1924 года [1].

Ханс Бергер родился «21» мая 1873 г. в семье врача в небольшом городке Нойзес в Тюрингии, Германия. Окончив школу с аттестатом по всем предметам *sehr gut* поступил в Берлинский университет на факультет математики и астрономии. Но после первого семестра Бергер оставляет учебу и поступает на службы в кавалерию. В 1894 г. Бергер возвращается в Тюрингию, в город Йена и поступает на медицинский факультет Университета имени Фридриха Шиллера [2, 3, 4]. Йенский университет –

одно из высоко престижных учебных заведений. Его студентами в разное время были, например, философ и математик Готфрид Лейбниц, социолог Карл Маркс, философ-иррационалист Артур Шопенгауэр, антрополог Николай Николаевич Миклухо-Маклай окончил медицинский факультет университета.

В 1897 г. по окончании медицинского факультета Бергер начинает свою вра-



Ханс Бергер (1873–1941)



Рисунок 1. Ганс Бергер – директор психиатрической клиники Университета имени Фридриха Шиллера, Йена

чебную деятельность в университетской клинике в качестве нейропсихиатра, то есть специалиста по нервным и по психическим болезням [2, 4]. В Германии, в Австрии, в ряде других стран Европы в начале XX века еще не завершился процесс специализации медицинских дисциплин, неврология и психиатрия составляли единую специальность. Врачебную деятельность Бергер начал под руководством своего учителя Отто Бинсвангера (1852–1929) – одного из ведущих специалистов по нервным и душевным болезням. Так, Бинсвангер опубликовал в 1899 г учебник по эпилептологии, который долгое время считался одной из самых авторитетных книг в данной области.

В 1901 г Бергер защитил докторскую диссертацию, посвященную особенностям мозгового кровотока у людей с дефектами свода черепа. Оттолкнувшись от плетизмографических исследований, Бергер перешел к экспериментальным исследованиям биоэлектрической активности головного мозга у животных, которыми он занимался вплоть до 1919 г. [3, 4]. Бергер был хорошо осведомлен об основных исследованиях биоэлектрической активности мозга у животных, которые выполнялись в то время в том числе и в России. Так, Бергер всегда ссылаясь на работы Владимира Владимировича Правдич-Неминского (1879–1952), опубликованные им в период 1912–1913 гг. [2, 5]. Правдич-Неминский первым показал возможность регистрации биоэлектрической активности головного мозга с поверхности кожи головы: им была выполнена такая регистрация в остром эксперименте у наркотизированной собаки. Правдич-Неминский также предложил название для новой методики: «электроцеребрография», дал классификацию регистрируемой активности, ввел термин «десинхронизация» для описания реактивных изменений биоэлектрической активности при стимуляции седалищного

нерва [6, 7]. К чести Бергера следует непременно отметить, что при публикации своих работ по ЭЭГ он всегда ссылаясь на экспериментальные работы Правдич-Неминского [8].

В 1919 году Бергер сменил своего учителя Бинсвангера на посту директора психиатрической клиники – профессора кафедры психиатрии медицинского факультета Университета имени Фридриха Шиллера (рис. 1). Получив профессорское кресло Ганс Бергер начинает активно разрабатывать метод регистрации биоэлектрической активности головного мозга человека с поверхности кожи головы [2, 3, 4]. Движущей силой исследовательской работы Бергера был поиск природы так называемой психической или ментальной энергии. Бергер придерживался концепции, согласно которой ментальная энергия является вариантом так называемой метафизической «энергии метаболизма», другими формами которой являются электричество и тепловое излучение. Наличие в центральной нервной системе механизмов генерации биоэлектрической активности было хорошо известно. Следует вспомнить, что прямая регистрация биоэлектрической активности коры головного мозга была выполнена в эксперименте еще в 1875 г. двумя физиологами независимо друг от друга: В.Я. Данилевским в России и Р. Кэттоном в Англии [3, 8, 9, 10]. В параметрах биоэлектрической активности головного мозга, по мнению Бергера, следовало искать отражение психической ментальной энергии, поскольку и электричество, и ментальная энергия имеют общую природу, являясь разными формами единой «метаболической энергии» [1, 2]. Доказательство своей гипотезы о единстве ментальной энергии и биоэлектрической активности мозга Бергер почерпнул из случившегося с ним эпизода, который он объяснял как «внесенсорный» телепатический контакт. В период его службы в кавалерии во время учений лошадь Бергера внезапно встала на дыбы и, вылетев из седла, юный кавалерист едва не угодил под колеса пушки. Артиллерийскую батарею успели остановить, Бергер отделался легкими травмами. В этот момент сестра Бергера, находившаяся дома в Тюрингии за сотни километров, почувствовав, что ее брат находится в опасности, настояла на том, чтобы их отец отправил Гансу телеграмму и справился о его делах. Бергер писал: «Это был случай спонтанной телепатии, случившийся в момент смертельной опасности. Когда я думал о верной смерти, мои мысли передались сестре, которая была мне особо близка. Она выступила в качестве приемника телепатической энергии» [2].

Таким образом, разрабатывая метод регистрации биоэлектрической активности головного мозга у человека, Ганс Бергер опирался на разработанную им концепцию единства ментальной энергии и электрических процессов, лежащей в основе возможности передачи телепатических сигналов от человека к человеку в процессе психической деятельности. Для понимания мотивов Бергера, которые легли в основание столь «оригинальной» концепции, следует вспомнить, что в конце XIX – начале XX вв, во-первых, научное материалистическое мировоззрение находилось в состоянии глубокого кризиса, а, во-вторых, в западноевропейской медицине и физиологии еще были сильны дуалистические воззрения на природу психической



Рисунок 2. Регистрация ЭЭГ в лаборатории Ганса Бергера, 1924 г.

деятельности человека [10]. Открытие в конце XIX в. явлений радиоактивности и делимости атома, обнаружение сложных отношений материи и энергии привело к глубокому кризису в научном мировоззрении, к эмпириокритицизму. На этом фоне большую популярность получили оккультизм и спиритизм, опиравшиеся на магические практики, суеверия и другие эзотерические течения. Одним из исследователей психологической природы суеверий стал Альфред Георг Леманн (1858–1921) – знаменитый датский физиолог и психолог, директор психофизической лаборатории в Копенгагене, одной из старейших в Европе. Работы Леммана оказали очень большое влияние на мировоззрение Бергера и отчасти легли в основу его теории, которая не противоречила имевшим место в Западной Европе дуалистическим взглядам на психику человека. Психофизический дуализм – это философская система, согласно которой физиологические процессы, протекающие в организме человека, рассматриваются как свойства их тел, а ментальные свойства – считаются свойствами души, которая, в свою очередь, является нематериальной субстанцией. Так, например, одной из распространенных точек зрения была гипотеза о том, что мозг – это лишь «инструмент», на котором «играет» душа и результатом этой игры являются психические процессы и состояния.

Итак, с начала 1920-х гг. Бергер начинает работы по регистрации биоэлектрической активности головного мозга человека с поверхности кожи головы. Низкая амплитуда



Рисунок 3. Одна из первых ЭЭГ, которая была зарегистрирована у 40-летнего мужчины с внутримозговой опухолью с обширной декомпрессионной трепанацией черепа. Верхний канал – ЭЭГ, средний канал – ЭКГ, нижний канал – отметка времени 10 кол/с

да и волновой характер сигнала не позволяли добиться устойчивой регистрации активности с помощью основного прибора того времени: струнного гальванометра, который не был достаточно чувствителен и обладал высокой инерционностью. Бергер воспользовался нестандартным приемом: он пригласил для исследований людей с обширными дефектами костей свода черепа. В Германии в начале 1920-х гг. после окончания Первой Мировой войны недостатка в таких пациентах не было.

В своих дневниках Ганс Бергер указывает точную дату первой регистрации «мозговых волн»: 6 июля 1924 года струнный гальванометр зарегистрировал устойчивый воспроизводимый результат [1]. В современной терминологии технику и методику, примененную Бергером, можно описать следующим образом. Использовался струнный гальванометр Эдельмана, по сути – электрокардиограф (рис. 2). Регистрация осуществлялась в одном биполярном лобно-затылочном отведении игольчатыми электродами. В качестве электрода заземления использовалась серебряная ложка, помещавшаяся во рту пациента. Условием регистрации было наличие обширных дефектов костей свода черепа, что исключало их влияние как диэлектрика на регистрируемый сигнал [2, 4]. Обращает на себя внимание тот факт, что уже первые ЭЭГ регистрировались Бергером одновременно с электрокардиограммой для исключения артефактов (рис. 3).

Добившись устойчивой регистрации, поняв из каких графоэлементов складывается ЭЭГ, Бергер к 1925 г. пришел к выводу, что регистрация может осуществляться у пациентов без дефектов костей свода черепа [1]. Интересен тот факт, что одной из первых ЭЭГ у человека без дефектов костей свода черепа Бергер зарегистрировал у своего 16-летнего сына Клауса, предварительно сбрав полностью весь волосяной покров на его голове [2]. С 1926 г. Бергер начал использовать более мощный гальванометр: с двойной индукционной катушкой Siemens, достигнув чувствительности 130 мкВ/см, что, безусловно, сыграло важную роль: в период с 1926 по 1929 гг. Бергер добился отчетливой устойчивой регистрации волновой активности [1].

Итак, первая ЭЭГ была зарегистрирована в 1924 году. Но только после пятилетней кропотливой работы и тщательной проверки полученных данных в 1929 г. Ганс Бергер впервые публикует результаты регистрации «мозговых волн»: выходит статья «Über das Elektroenzephalogramm des Menschen» («Об электроэнцефалограмме человека») [5].

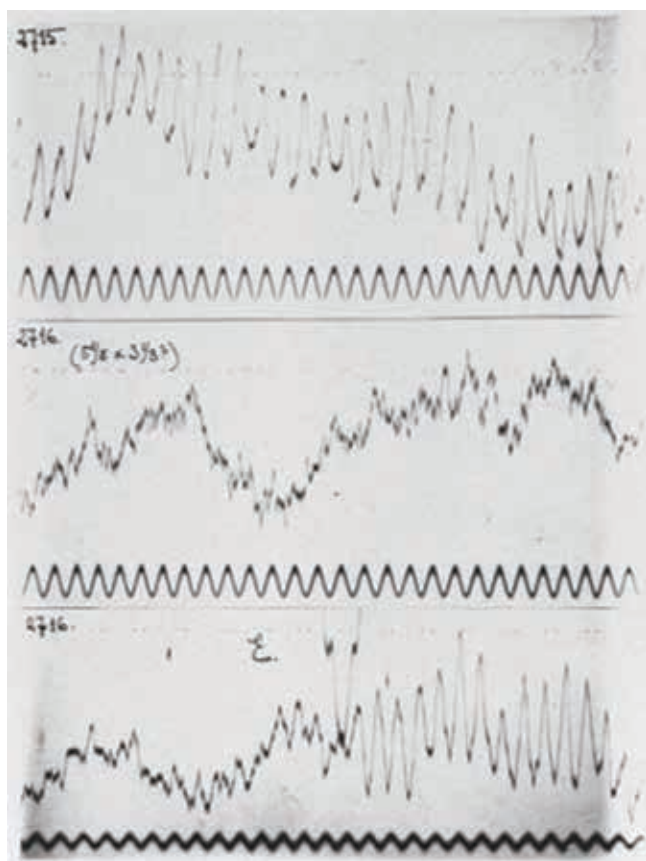


Рисунок 4. Первая ЭЭГ, опубликованная в 1929 г. Верхний фрагмент: альфа-ритм при закрытых глазах; средний фрагмент – блокада альфа-ритма при открывании глаз; нижний фрагмент – восстановление альфа-ритма при закрывании глаз. Нижний канал на каждом фрагменте – отметка времени, сигнал частотой 10 Гц

В публикации, во-первых, была показана принципиальная возможность регистрации биоэлектрической активности головного мозга с поверхности кожи головы у человека, приводилась доказательная база того, что регистрируемая активность связана с деятельностью мозга, а не является артефактом механических колебаний, изменений кровотока, артефактом ЭКГ и прочее. (рис. 4).

Во-вторых, был предложен термин для новой методики – электроэнцефалография, а также аббревиатура ЭЭГ. Следует признать, что термин Бергера более удачен с точки зрения филологии, чем ранее предложенный Правдич-Неминским термин «электроцереброграмма», в котором сочетались греческие и латинские корни.

В-третьих, была систематизирована накопленная к тому времени семиотика. Был описан синусоидальный ритм частотой около 10 Гц, регистрируемый при закрытых глазах, названный Бергером альфа-ритм (рис. 4). Была описана реакция блокады альфа-ритма: замещение альфа-ритма на активность более высокой частоты при открывании глаз и при умственной нагрузке. Высокочастотная активность была обозначена второй буквой греческого алфавита – бета-ритм. Низкоамплитудная активность частотой около 30 Гц, регистрируемая при интенсивной психоэмоциональной нагрузке, получила наименование гамма-ритм. Для Бергера изменения характера активности именно при разной степени умственной нагрузки имели

принципиальное значение, поскольку в этой дихотомии альфа и бета ритмов он искал отражение психических процессов. Тем не менее, по признанию самого Бергера, предложенная им классификация ритмов принципиально не отличалась от ранее предложенной систематики Правдич-Неминского. Различие состояло лишь в том, что ритмы обозначались не римскими цифрами, а буквами греческого алфавита.

В период с 1929 по 1938 гг Бергер опубликовал 20 статей с единым названием «Об электроэнцефалограмме человека» [2, 4, 10]. В этих публикациях содержались отчеты о проделанных исследованиях: первые записи ЭЭГ при изменении активности сознания и во время сна с описанием сонных веретен, оценка влияния гипоксии на биоэлектрическую активность, анализ изменений ЭЭГ в зависимости от глубины наркоза и др. Бергер первым уже в 1931 г. показал, что «эпилептический припадок сопровождается крупным электрическим разрядом – настоящей бурей в мозгу», однако не заинтересовался этой феноменологией, поскольку предметом его исследований была связь ЭЭГ и «психической энергии» [2].

Считается, что первая публикация Бергера в 1929 г была принята скептически [11]. Каноническая версия гласит, что методика ЭЭГ стала получать признание лишь после того, как на собрании Физиологического общества в Кембридже в мае 1934 г. нобелевские лауреаты Эдриан и Мэттьюс своей демонстрацией доказали связь «ритма Бергера» с биоэлектрической активностью затылочных долей коры головного мозга. По образному выражению одного из «пионеров ЭЭГ» Грея Уолтера «Бергер взмахнул волшебной палочкой в 1928 г., а превращение Золушки затянулось на годы». Уолтер дает объяснение этой «отставленной реакции»: «Кембридж все еще не мог согласиться с тем, что мозг в целом является подходящим для физиолога объектом исследования», то есть причиной был своеобразный когнитивный диссонанс в сознании нейрофизиологов Великобритании [11]. Методология нейрофизиологии в перовой трети XX века была направлена на глубокий поиск механизмов функционирования нервной системы. Чарльз Шеррингтон разработал концепции нервных цепей и реципрокного торможения, ввел понятие синапса, описал закономерности, ставшие фундаментом нейрофизиологии. За открытия, уточняющие функции нейрона, Чарльз Шеррингтон и Эдгар Эдриан получают Нобелевскую премию в 1932 г. Были зарегистрированы потенциалы одиночных нервных волокон. Полученные данные не позволяли представить, каким образом потенциал действия длительностью 1 мс может находить отражение в «бергеровском ритме» с длиной волны около 100 мс. Кстати заметим, перебрасывая мостик в современность, что и сейчас нам это не до конца понятно... И, вдруг дилетант-клиницист предлагает регистрацию суммарной активности мозга как целого органа. Предложенный метод практически не отличается от подхода, применяемого в электрокардиографии. Но миокард на 99% состоит из структурно и функционально однородных, типичных кардиомиоцитов, а мозг – сложнейшая интеграция различных структурно-функциональных нейронных центров

с многочисленными динамичными связями. Более того, Бергер не только не считал нужным искать механизмы генерации регистрируемых «мозговых волн», но и опирался на сомнительную концепцию «ментальной энергии». Для принятия нового методического подхода для английских нейрофизиологов нужен был авторитет. Авторитет Нобелевского лауреата Эдриана подтвердил научность новой методики.

Однако, анализ вековой истории ЭЭГ позволяет утверждать, что «двухфазная реакция» на первые публикации Бергера, скорее, была характерна для британского физиологического сообщества. В других странах, и, в первую очередь, в США активное освоение новой методики началось практически в след за первой публикацией. Это подтверждается свидетельством другого «пионера ЭЭГ» – Мари Брейзье [12]. Еще в 1951 г. она писала: «После публикации данных, приведенных в первой работе Бергера многие лаборатории во многих странах мира занялись разработками, что привело к быстрому росту знаний в этом разделе физиологии – в изучении электроэнцефалограммы человека» [12]. Результатом такого интереса стал экспансивный рост ЭЭГ исследований в разных научных центрах США. Уже в 1934 г. супруги Фредерик и Эрн Гиббс, входившие в состав так называемой «Гарвардской (Бостонской) группы», начали систематизированные исследования ЭЭГ у больных с эпилепсией, опубликовав в 1937 г. классификацию ЭЭГ паттернов при эпилепсии, ставшую ныне классической [13, 14].

Подтверждением того, что исследования биоэлектрической активности головного мозга велись активно в разных странах, в том числе и в Советском Союзе, еще до выступления Эдриана в 1934 г., является Первое издание Большой медицинской энциклопедии. В томе 35, изданном в 1936 г., в статье «Электрические токи» в подразделе «Электрические токи коры мозга» указывается: «Работы венского ученого Бергера (Berger) и такого же характера работы, начатые в Московском институте мозга, а также появившиеся за последнее время работы Эдриана, показывают, что открывается новый, чрезвычайно важный путь к изучению мозга» [15]. Данный подраздел написан академиком АМН СССР С.А. Саркисовым (1895–1971) – одним из основоположников отечественной клинической нейрофизиологии, создавшим одну из первых в СССР ЭЭГ-лабораторий [16].

Таким образом, к середине 1930-х гг. новый метод регистрации биоэлектрической активности головного мозга получил признание и широкое распространение. Практически сразу сформировались два относительно самостоятельных направления в ЭЭГ: анализ амплитудно-частотной структуры волновых процессов и оценка феноменов, регистрируемых на фоне волновой активности. Первое направление было более характерно для физиологических исследований, второе – возникло при систематизированном исследовании ЭЭГ у больных с различными видами патологии, и, в первую очередь, при эпилепсии. Интерес к клиническим исследованиям быстро стал преобладать, поскольку, по образному выражению самого Эдриана, «нормальная ЭЭГ была разочаровывающе постоянна» [11].

В клинических исследованиях ЭЭГ, ориентированных прежде всего на эпилепсию, роль ритмов и частот отошла на второй план, а такие драматические события, как разрядные формы активности или фокусы «замедления» определяли основной интерес. Дихотомия в подходах к анализу ЭЭГ не только сохранилась, но и определила формирование двух относительно самостоятельных в настоящее время методологических направлений: количественная ЭЭГ и феноменологическое клинко-электрофизиологическое сопоставление.

В 1935 г. лабораторию Бергера посетили супруги Фредерик и Эрн Гиббс [13]. В том же году в лабораторию Бергера для научной стажировки был направлен выпускник Гарвардского университета Уолтер Грей, работы которого уже во второй половине 1930-х гг. дали существенное развитие клинической ЭЭГ [11]. В 1937 г. Ганс Бергер с большим почетом был приглашен на Международную Конференцию в Болонье, посвященной 200-летию юбилею Луиджи Гальвани – основоположнику научного изучения «животного электричества». Принимая во внимание заслуги Бергера по разработке нового метода, который быстро вошел в практику как фундаментальной нейрофизиологии, так и клинической медицины, в 1940 г. Бергер был номинирован на Нобелевскую премию по физиологии или медицине [2, 4].

Не смотря на широкое международное признание, судьба Бергера на родине – в нацистской Германии – складывалась драматично. В 1938 г. Бергеру исполняется 65 лет. По существовавшему в то время положению в Йенском университете по достижению 65-летнего возраста профессору университетской клиники могла быть предложена отставка, но, как правило, подавляющему большинству профессоров срок службы продлевали. Бергеру не было предложено продлить контракт, и в 1938 г. он покидает пост директора психиатрической клиники. Одним из факторов, определившим такой сценарий, считается не однозначное, сложное отношение Бергера к нацистскому режиму. Бергер очень тяжело переживал свою отставку, впал в глубокую депрессию с явными признаками соматизации: в мае 1941 г. он проходил лечение в университетской клинике по поводу тяжелого кожного заболевания. 1 июня 1941 г. между 4 и 7 ч утра Ганс Бергер покончил жизнь самоубийством, повесившись в подвале клиники, в которой проходил лечение [2, 4].

В настоящее время психиатрическая клиника медицинского факультета Университета имени Ф. Шиллера в Йене носит имя Ганса Бергера.

Заключение

Научный поиск идет порой неожиданными путями. Успех Бергера представляет собой пример научного парадокса: высоко востребованный рациональный результат был получен в исходе исследований, в основу которых положена паранаучная гипотеза. Примерами такого парадокса являются успехи протонаук алхимии и астрологии. Алхимики в поисках «философского камня» открыли ряд химических элементов, разработали базовый набор лабораторных методов, ввели терминологию и теории, кото-

рые используются в современной химии. Иоганн Кеплер доказал фундаментальные для современной астрономии законы, занимаясь, в том числе, проблемой повышения точности гороскопов. Работа Ганса Бергера представляла собой добросовестные педантичные исследования на основе паранаучной гипотезы: психиатр и психофизиолог Бергер искал электрофизиологические корреляты метафизической «ментальной энергии». Результатом этих исследований стала новая физиологическая методика – регистрация электроэнцефалограммы у человека.

Спустя сто лет ни у кого не вызывает сомнения, что Ганс Бергер по праву носит титул «отца электроэнцефалографии» – базовой методики современной клинической нейрофизиологии. В своих работах Бергер первым доказал возможность регистрации суммарной биоэлектрической активности головного мозга с поверхности кожи головы человека. Дал название новой методике – электроэнцефалография и ввел аббревиатуру «ЭЭГ». Бергер ввел в практику базовую ЭЭГ-семиотику, дав количественную характеристику основным ритмам и описал их реактивные изменения. Бергер показал связь амплитудно-частотных параметров ЭЭГ и уровня функциональной активности ЦНС. К чести Бергера-ученого следует признать, что в 1940 г. он отказался от своей гипотезы о связи «мозговых волн» и психических процессов [2, 4]. Однако это его умозаключение не следует абсолютизировать, оно отражало состояние проблемы и методические возможности ЭЭГ в конце 1930-х гг., когда попытка поиска коррелятов психических функций и состояний в дихотомии альфа-бета-ритмов не увенчалась успехом. Вековой опыт развития ЭЭГ показывает, что нужны тонкие нелинейные подходы к анализу этой проблемы. Поиск новых методов анализа ЭЭГ – одно из перспективных направлений дальнейшего развития метода.

Список литературы / References

1. Jung R. Hans Berger und die Entdeckung des EEG nach seinen Tagebüchern und Protokollen. // Werner R, ed. *Jenenser EEG Symposium: 30 Jahre Elektroenzephalographie*. Berlin: VEB Verlag Volk und Gesundheit, 1963: S. 20–53.

2. Niedermeyer E., Schomer D. Historical Aspects of EEG // Niedermeyer E., Lopes da Silva F. *Electroencephalography. Basis, principles, clinical applications related fields*. Philadelphia-Baltimore-NY: Lippincott Williams & Wilkins, 2005: 1–143.
3. Haas L.F. Hans Berger (1873-1941), Richard Caton (1842-1926) and electroencephalography // *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 2003; (1): 9–12.
4. Александров М.В. Истоки электроэнцефалографии (к 90-летию первой публикации работ Ганса Бергера) // *Медицинский алфавит. Современная функциональная диагностика*. 2019; (12): 6–8.
5. Aleksandrov M.V. The origins of electroencephalography (to the 90th anniversary of the first publication of the works of Hans Berger) // *Medical alphabet. Modern functional diagnostics*. 2019; (12): 6–8.
6. Berger H. Über das Elektroenzephalogramm des Menschen // *Arch. f. Psychiat. u. Nervenkrankh.* 1929; (87): 527–570.
6. Prawditz-Neminsky W.W. Zur Kenntnis der elektrischen und innervationsvorgänge in den funktionellen Elementen und Geweben des tierischen Organismus. *Electrocerebrogramm der Säugetiere*. *Arch.ges.Physiol.* 1925; (209): 362–366.
7. Правдин-Неминский В.В. Электроэнцефалография, электромиография и значение ионов аммония в жизненных процессах организма // В.В. Правдин-Неминский. Избранные труды. Л.: Медгиз. Ленингр. отд-ние, 1958. 195 с.
7. Pravdich-Neminsky V.V. *Electrocerebrography, electromyography and the importance of ammonium ions in the vital processes of the body* // V.V. Pravdich-Neminsky. *Selected works*. L.: Medgiz. Leningr. edition, 1958. 195 p.
8. Александров М.В. История электроэнцефалографии: русская увертюра мировой симфонии (к столетию работ В.В.Правдина-Неминского) // *Medline.ru*. 2012; (13): 372–384. <http://www.medline.ru/public/art/tom13/art30.html>.
8. Aleksandrov M.V. The history of electroencephalography: the Russian overture of the World Symphony (to the centenary of the works of V.V.Prawdich-Neminsky) // *Medline.ru* 2012; (13): 372–384. <http://www.medline.ru/public/art/tom13/art30.html>.
9. Архангельский Г.В. Первые отечественные исследования по электроэнцефалографии: В.Я.Данилевский, И.М.Сеченов, Б.Ф.Вериги и др. М.: Медгиз, 1949. 192 с.
9. Arkhangelsky G.V. *The first domestic studies on electroencephalography*: V.Ya. Danilevsky, I.M.Sechenov, B.F.Verigo, etc. M.: Medgiz. 1949. 192 p.
10. Самойлов В.О. История физиологии. СПб: ВмедА, 2004. 64 с.
10. Samoilov V.O. *History of physiology*. St. Petersburg: VmedA, 2004. 64 p.
11. Уолтер Г. Живой мозг. Пер с англ. М.: Мир, 1966. 300 с.
11. Walter G. *The Living brain*. Translated from English. M.: Mir, 1966. 300 p.
12. Брейзье М. Электрическая активность нервной системы. Пер с англ. М.: Изд. иностр. лит-ры, 1955. 216 с.
12. Brazier M. *Electrical activity of the nervous system*. Translated from English by M.: Foreign Publishing House. lit., 1955. 216 p.
13. Мухина Е. К. Забытые имена: Фредерик и Эрн Гиббс // *Русский журнал детской неврологии*. 2006. (2): 42–45.
13. Mukhina E. K. *Forgotten names: Frederick and Erna Gibbs* // *Russian Journal of Pediatric Neurology*. 2006. (2): 42–45.
14. Пенфилд У., Джаспер Г. Эпилепсия и функциональная анатомия головного мозга человека. М.: Изд. иностр. лит-ры, 1958. 482 с.
14. Penfield W., Jasper G. *Epilepsy and functional anatomy of the human brain*. Moscow: Foreign Publishing House. lit., 1958. 482 p.
15. Саркисов С.А. Электрические токи коры мозга // *Большая медицинская энциклопедия*, Т. XXXV. М.: ОГИЗ, 1936: 298–302.
15. Sarkisov S.A. *Electric currents of the cerebral cortex* // *Big Medical Encyclopedia*, Vol. XXXV. M.: OGIZ, 1936: 298–302.
16. Русинов В.С., Майорчик В.Е., Гриндел О.М. и др. Клиническая электроэнцефалография / Под ред. В.С.Русинова. М.: Медицина, 1973. 339 с.
16. Rusinov V.S., Majorchik V.E., Grindel O.M. and others. *Clinical electroencephalography* / Edited by V.S.Rusinov. Moscow: Medicine, 1973. 339 p.

Статья поступила / Received 14.08.2024

Получена после рецензирования / Revised 25.08.2024

Принята в печать / Accepted 27.09.2024

Информация об авторах

Александров М.В.^{1,2}, доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделением клинической нейрофизиологии, заведующий кафедрой нормальной физиологии
ORCID ID: 0000-0002-9935-3249

Александров А.М.¹, аспирант кафедры патологической физиологии Института медицинского образования
ORCID ID: 0009-0005-6382-6293

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург

² ФГБОУ ВО «Военно-медицинская академия» МО РФ, Санкт-Петербург

Контактная информация:

Александров Михаил Всеволодович. E-mail: mdoktor@yandex.ru

Для цитирования: Александров М.В., Александров А.М. Электроэнцефалография: начало. К столетию первой регистрации Гансом Бергером электроэнцефалограммы. *Медицинский алфавит*. 2024;(22):48–53. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-22-48-53>

Author information

Aleksandrov M.V.^{1,2}, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Clinical Neurophysiology I, Head of the Department of Normal Physiology
ORCID ID: 0000-0002-9935-3249

Aleksandrov A.M.¹, postgraduate student at the Department of Pathological Physiology, Institute of Medical Education
ORCID ID: 0009-0005-6382-6293

¹ Federal State Budgetary Institution «Almazov National Medical Research Centre» of the Ministry of Health of the Russian Federation, St. Petersburg

² Federal State Budgetary Military Educational Institution of Higher Professional Education «Military Medical Academy», Ministry of Defense of the Russian Federation, St. Petersburg

Contact information

Aleksandrov M.V. E-mail: mdoktor@yandex.ru

For citation: Aleksandrov M.V., Aleksandrov A.M. Electroencephalography: The Beginning. On the centenary of Hans Berger's first recording of an electroencephalogram. *Medical alphabet*. 2024;(22): 48–53. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-22-48-53>

