

ЭВОЛЮЦИЯ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ
ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ ЭПИЛЕПСИИ*Мария Владимировна Крючкова¹, Александр Азикович Порунов¹,
Светлана Васильевна Смирнова¹, Максум Фасахович Исмагилов²**¹Казанский государственный технический университет им. А.Н. Туполева, 420111, г. Казань,
ул. К. Маркса, 10, smirnova@piis.kstu-kai.ru, ²ГОУ ВПО «Казанский государственный медицинский
университет», кафедра неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики,
420012, г. Казань, ул. Бутлерова, 49, nevrol@kgmu.kcn.ru*

Реферат. Представлены результаты анализа наиболее важных этапов развития методов и средств диагностики и лечения эпилепсии. Определены ведущие проблемы и перспективы их совершенствования начиная с их возникновения и до настоящего времени. Приведена оценка доминирующих направлений применительно к задаче диагностики и лечения эпилепсии, активно разрабатываемых как в нашей стране, так и за рубежом.

Ключевые слова: эпилепсия, эпилептоформная активность, биопотенциалы головного мозга, средства диагностики.

ЭПИЛЕПСИЯНЕ Д•ВАЛАУДА ДИАГНОСТИКА
ЫСУЛЛАРЫ ••М ЧАРАЛАРЫНЫ• ЭВОЛЮЦИЯСЕ

Марина Владимировна Крючкова¹, Александр Азикович
Порунов¹, Светлана Васильевна Смирнова¹,
М•гъсум Ф•ссах улы Исм•гыйлев²

¹А.Н.Туполев ис. Казан д•ул•т техник университеты,
420111, Казан ш•h•ре, К.Маркс урамы, 10,
e-mail: smirnova@piis.kstu-kail.ru, ²Казан д•ул•т медицина
университеты, неврология, нейрохирургия h•м медицина
гененикасы кафедрасы, 420012, Казан ш•h•ре, Бултеров
урамы, 49, e-mail: nevrol@kgmu.kcn.ru

Эпилепсияне д•валаудагы диагностика ысуллары h•м
чаралары үсешене• аеруча h•миятле этапларына анализ
ясала. Аларны камилл•штерүд•ге и• мөһим проблемалар h•м
перспективалар билгел•н•. Үзебезд• h•м чит илл•рд• нигез
салынып, эпилепсияне д•валау h•м диагностика өлк•сенд•
у•ышлы кулланылып килг•н юн•лешл•рг• б•я бирел•.

Төп төшенч•л•р: эпилепсия, эпилептоформалы активлык,
баш миңе биопотенциаллары, диагностика чаралары.

EVOLUTION OF MEANS AND WAYS
IN EPILEPSY DIAGNOSIS AND TREATMENT

Maria Vladimirovna Kruchkova¹, Alexander Azikovich
Porunov¹, Svetlana Vasilievna Smirnova¹,
Maksım Fasakhovich Ismagilov²

¹Kazan state technical university, named after Tupolev, 420111,
Kazan, K. Marx street, 10, smirnova@piis.kstu-kai.ru, ²Kazan
state medical university, chair of neurology, neurosurgery and
medical genetics, 420012, Kazan, Butlerov street, 49,
nevrol@kgmu.kcn.ru

Results of the analysis of the most important stages of ways
and means of diagnosis and treatment of epilepsy are given. There
were determined major problems and perspectives of their

perfection, beginning with the period of their emergence and up
to now. Evaluation of major directions, used in diagnosis and
treatment of epilepsy, actively developed both in our country
and abroad, was presented.

Key words: epilepsy, epileptiform activity, biopotentials
of brain, means of diagnosis.

С глубокой древности одним из наиболее сложных хронических заболеваний головного мозга является эпилепсия. Первое определение эпилепсии было дано в 400 г. до н. э. в трактате Гиппократ «О священной болезни». Величайший врач древности полагал, что приступы провоцируются солнцем, ветрами и холодом, изменяющими консистенцию мозга. В те времена для лечения больных эпилепсией применяли драгоценные камни (изумруд и лазурит). Бытовало мнение, что если болезнь уходила, то камень растрескивался. Существуют также доказательства того, что древние люди в качестве весьма радикального средства для излечения использовали трепанацию черепа.

Впервые описание форм эпилепсии и их клинических проявлений приведено в труде средневекового ученого, философа и врача Ибн Сины (Авиценны) «Канон врачебной науки». Эпилепсия («падучая») определяется в нем «как спазм, зависящий от материи». Далее указывается, что «причины падучей относятся к числу тех, которые возникают сразу и столь же внезапно исчезают...» [8]. Авиценна отмечал различные признаки припадочных состояний и всевозможные формы их проявлений. Так, он указывал на внезапность возникновения болезни; на состояния, которые заключаются в том, что «когда человек встает, у него темнеет в глазах и он чуть не падает»,

выделял случаи, «похожие на падучую..., где не бывает судорог», а также предостерегал: «Если приступы падучей происходят непрерывно, она убивает» [8].

В XVIII веке эпилепсия отождествлялась с сумасшествием. Госпитализация данных больных в дома для умалишенных и изоляция их от других больных продолжались вплоть до 1849 г. Лишь в 1850 г., а затем в 1867 г. в Англии и Германии были организованы первые специализированные клиники для больных эпилепсией.

группы ПЭП — барбитуратов. Этот антиэпилептический препарат используется до сих пор, хотя наряду с ним сегодня применяются и другие средства [11], классификация которых приведена на рис.1.

В последние годы для лечения больных эпилепсией наиболее часто применяются препараты второй генерации: соли вальпроевой кислоты (депакин, конвульсофин, орфирил) и карбамазепины (финлепсин, тимонил, зептол). В отличие от препаратов первой генерации, они

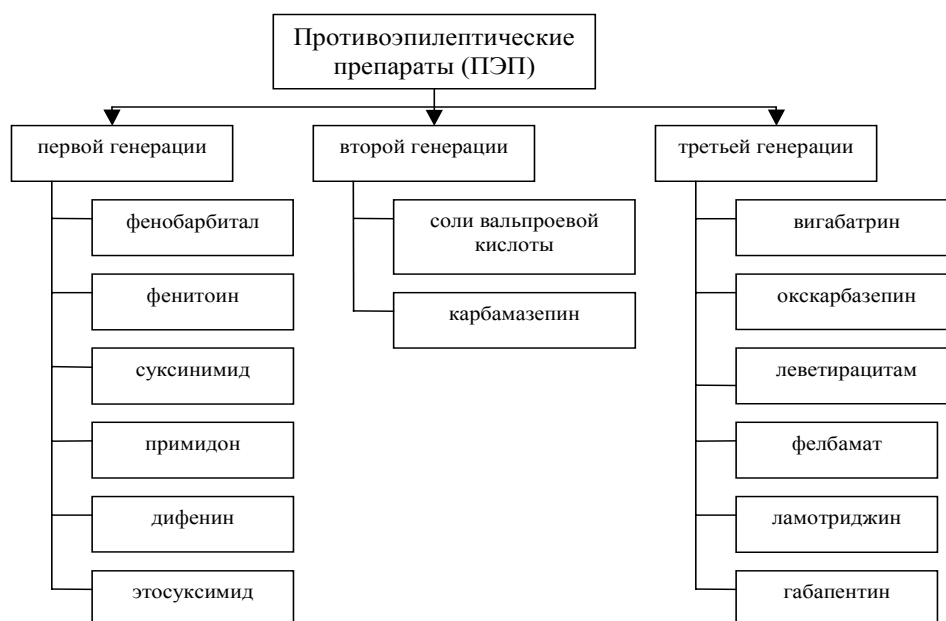


Рис.1. Классификация ПЭП.

До середины XIX века не существовало практически ни одного противосудорожного препарата (ПЭП). Только в 1869 г. начали использовать водные растворы бромида калия и натрия, известные в то время под общим названием «бром», которые облегчали приступы. В течение долгого времени механизм действия данных препаратов оставался неизвестным. Считалось, что бромиды уменьшают возбудимость, действуя аналогично снотворным. Лишь в 1910 г. ученый П.М. Никифоровский [10] экспериментально показал, что бромиды усиливают процессы торможения в центральной нервной системе. Сейчас бромиды натрия и калия практически вышли из употребления при лечении эпилепсии. Они были вытеснены более эффективными броморганическими препаратами, первое из которых — люминал (фенобарбитал), открытый в 1912 г. Данный препарат был синтезирован из барбитуровой кислоты и положил начало производству

не влияют на когнитивные функции и, в отличие от препаратов третьей генерации, хорошо изучены. Причем препараты второй генерации хорошо действуют на определенные виды припадков. Так, препараты вальпроевой кислоты наиболее эффективны в случаях, если у больного эпилептические приступы носят первично-генерализованный характер [13].

Применение ПЭП у истоков лечения больных эпилепсией основывалось лишь на внешнем осмотре пациента врачом, и эффективность их применения сдерживалась отсутствием количественных методов, обеспечивающих высокий уровень достоверности выявления эпилептоформной активности. Вместе с тем ПЭП позволяли излечивать лишь определенную часть больных, и существовала группа пациентов, нечувствительных к ним.

Отсутствие количественных методов обусловило необходимость проведения новых

исследований, одним из направлений которых явилось изучение биоэлектрической активности (БЭА) как всего организма в целом, так и головного мозга в частности. Начало данным исследованиям было положено в середине XIX века физиологом Д. Реймоном [4], который показал, что мозг, как нерв и мышца, обладает электрогенными свойствами. Его работы были продолжены английским врачом Р. Кэтоном [4], который в конце XIX века на заседании Британской медицинской ассоциации представил данные о регистрации слабых токов от мозга кроликов и обезьян.

Исследованием БЭА головного мозга занимались также отечественные ученые. В конце XIX века русский физиолог В.Я. Данилевский [4] в докторской диссертации изложил данные, полученные при изучении электрической активности мозга у собак. В своей работе он отметил наличие спонтанных потенциалов, а также изменения, вызываемые различными стимулами. В 1882 г. И.М. Сеченов опубликовал работу «Гальванические явления на продолговатом мозгу лягушки», в которой был установлен факт наличия ритмической электрической активности мозга [4]. В 1884 г. Н.Е. Введенский для изучения работы нервных центров применил телефонический метод регистрации, прослушивая по телефону активность продолговатого мозга лягушки и коры больших полушарий кролика. Введенский подтвердил основные наблюдения И.М. Сеченова и показал, что спонтанную ритмическую активность можно обнаружить и в коре больших полушарий млекопитающих [4].

Успехи в области изучения электрической активности головного мозга послужили основой для проведения работ по регистрации его биопотенциалов посредством их записи на бумажных носителях. Впервые данную задачу смог решить в начале XX века В.В. Правдич-Неминский [4], который в 1913 г. с помощью струнного гальванометра зарегистрировал электрические потенциалы мозга животных. Позднее австрийский психиатр Г. Бергер [19], применяя электронную усилительную технику, записал БЭА мозга у человека через неповрежденные кожные покровы головы и назвал ее электроэнцефалограммой (ЭЭГ).

Методология исследования функциональных особенностей мозга при эпилепсии берет свои истоки с середины XIX века с работы Д.Х. Джексона [4]. В 1873 г. этот английский невролог

предположил, что судороги являются результатом спонтанных коротких электрохимических разрядов мозга. Он также выдвинул гипотезу, что характер судорог напрямую связан с локализацией и функцией источника подобной активности в мозге.

При анализе ретроспективы исследований в области диагностики эпилепсии можно условно выделить два этапа в работах ученых и практиков. В рамках первого этапа основным являлось накопление информации, позволяющей идентифицировать патологическую деятельность головного мозга с элементами ЭЭГ. Более полувека назад австрийский психиатр Г. Бергер [19], изучая электрическую активность головного мозга человека, впервые обнаружил слабые колебания с частотой около 10 в секунду и амплитудой около 30 миллионных долей вольта и назвал их альфа-волнами. В последующем были открыты ритмы и других диапазонов: дельта (0,5—4,0 колеб./с, амплитуда — от 50 до 500 мкВ); тета (5—7 колеб./с, амплитуда — от 10 до 30 мкВ); бета (15—35 колеб./с, амплитуда — от 5 до 30 мкВ); сигма-ритм — «веретена» (13—14 колеб./с). Поскольку сигналы, регистрируемые с помощью электроэнцефалографа, носили случайный характер, возникла необходимость связать получаемые записи с состоянием и динамикой головного мозга. Г. Бергер [19] обнаружил, что у человека в состоянии пассивного бодрствования с закрытыми глазами доминируют волны альфа-диапазона, в то время как при открывании глаз и получении какого-либо задания (в том числе решения математической задачи) отмечаются блокирование альфа-ритма и доминирование волн бета-диапазона. Кроме того, в своих работах он указал на существенную зависимость БЭА головного мозга от уровня бодрствования и степени произвольного внимания. Также Бергер сообщил, что характер «мозговых волн» изменяется в зависимости от функционального состояний головного мозга, в частности во сне, при анестезии и гипоксии, а также, что немаловажно, при определенных неврологических заболеваниях, например при эпилепсии [19].

Английский ученый Г. Уолтер [14, 15] и американский психолог У. Мак-Каллок, продолжая исследования Бергера, в середине XX века высказали гипотезу о том, что альфа-ритм характеризует процесс внутреннего «сканирования» мысленных образов при сосредоточении

внимания на какой-либо умственной проблеме. Они аргументировали это тем, что наблюдается совпадение между частотой альфа-волн и периодом инерции зрительного восприятия (примерно 0,1 с). Когда человек испытывает сонливость, на ЭЭГ наблюдаются уменьшение интенсивности альфа-волн и их постепенное замещение тета-ритмами. У спокойно спящего человека доминируют медленные дельта-волны, хотя во время сна могут возникать несколько периодов появления быстрых колебаний — волн сигма-ритма, когда спящий видит сны.

В соответствии с этой системой у каждого испытуемого точно измеряют расстояние между серединой переносицы (назионом) и твердым костным бугорком на затылке (инионом), а также между левой и правой ушными ямками. Возможные точки расположения электродов разделены интервалами, составляющими 10% и 20% этих расстояний на черепе.

Среди основных результатов первого этапа развития ЭЭГ-исследований можно выделить разработку методики постановки и проведения диагностики эпилепсии, определение единой

Таблица 1

Сравнительная характеристика параметров БР в норме

Ритмы	Данные до 1990 г.		Данные до 2008 г.	
	амплитуда, мкВ	частота, Гц	амплитуда, мкВ	частота, Гц
δ -ритм	500—1000	0,5—3,0	>40, при сильных патологиях до 300	0,5—3,0
θ -ритм	140—250	3—7	>40, при сильных патологиях до 300	4—7
β -ритм	0(3)—120(80), но чаще (40—60)	8—13	до 100 мкВ	8—13
α -ритм	5—50 мкВ	14—40	до 15 мкВ	14—40

В настоящее время установленная связь между биоритмами (БР) головного мозга и фазами состояния человека является общепринятой [5], однако существуют расхождения в значениях параметров БР в норме. В табл.1 представлены параметры БР, полученные по результатам исследований до 1990 г. [2, 12], а также в период до 2008 г. [5, 9]. Сравнительный анализ приведенных данных показывает, что расхождение наблюдается только в значениях амплитуд БР. Это объясняется тем, что до 1990 г. техника измерения амплитуд обладала дрейфом параметров, приводящих к неоднозначности ее оценки, в то время как методы и средства определения спектра были достаточно совершенными.

Главной проблемой в периоде развития теории и практики ЭЭГ-исследований явилось значительное расхождение в трактовке результатов и их сравнительном анализе, так как четко не была определена система расположения электродов на голове пациента. Это привело к необходимости разработки рекомендаций и принципов их размещения. Данная задача была решена канадским нейрофизиологом Г.Г. Джаспером [21], который в 1958 г. разработал схему, принятую Комитетом Международной федерации электроэнцефалографических обществ под названием «Система размещения электродов 10-20» [7].

системы расположения электродов на голове пациента, а также создание первых устройств для восприятия биопотенциалов головного мозга (БП), их усиления и кратковременной записи. Вместе с тем использование достижений этого этапа сдерживалось отсутствием математических основ обработки ЭЭГ сигналов, имеющих случайный характер, а также низкой помехоустойчивостью и стабильностью записывающей аппаратуры, не обладающей избирательными свойствами в информативно-ценной части спектра исследуемого сигнала.

Основными целями и задачами второго этапа в развитии методов и средств диагностики и лечения эпилепсии можно считать создание более эффективных способов математической обработки БП головного мозга, направленных на повышение достоверности результатов исследований. В начале развития электроэнцефалографии у физиологов возникло стремление оценить ЭЭГ с помощью объективных количественных показателей, применить методы математического анализа. Сначала обработка данных и подсчет ее количественных параметров производились вручную. Так появились понятия индексов ритмов (например, альфа-индекс, индекс дельта-волн). Под индексом фактически понимали отношение длительности доминирования рассматриваемого

ритма к длительности всей ЭЭГ, выраженное в процентах. Большая трудоемкость и малая точность данного метода не позволили ему получить дальнейшее развитие до появления возможности автоматической оценки этих величин.

Математические методы анализа БП мозга человека начали свое развитие с конца 30-х годов XX века, когда были сконструированы первые автоматические частотные анализаторы (Lumis, Harwei, Hobbard, 1936; Grass, Gibbs, 1938; Г.Уолтер, 1940) [9]. В основе действия этих анализаторов лежало использование широко- и узкополосных фильтров, используемых для выделения из нативной ЭЭГ отдельных частотных ритмов и дальнейшей их обработки. В это же время американский ученый Н. Винер [7] впервые применил корреляционный анализ к ЭЭГ-сигналу, рассматривая его как стационарный волновой процесс. В конце 40-х — начале 50-х годов к анализу ЭЭГ начали привлекать методы авто- и кросскорреляции. Первые работы по кросскорреляционному анализу ЭЭГ появились в Японии (Imahory, Suhara, 1949; Suhara, 1952) и независимо от них в Америке (Brazier, Casby, 1952; Brazier, Barlow, 1956; Barlow, Brazier, Rosenblith, 1959) [9]. С середины 60-х годов был создан ряд систем — ЭЭГ комплексов, использующих частотные анализаторы-интеграторы (Кожевников В.А., 1956), многоканальных электроэнцефалоскопов для топографического картирования (Ливанов М.Н., 1965), «вычислительной» классификации типов ЭЭГ (Жирмунская Е.А., 1959), анализа асимметрии альфа-волн (Генкин А.А., 1962), спектрального анализа ЭЭГ на ЭВМ (Гриндель О.М., 1968) и локализации ЭЭГ-источников (Гнездицкий В.В., 1981) [9]. Принципиальное отличие данных разработок состояло в том, что они базировались на электронно-усилительных устройствах с записью биосигналов на магнитные накопители (преимущественно на магнитные барабаны) и/или с выводом графиков на бумажные носители (чернилопишущие или фотооптические устройства) или же на экраны осциллографов. Среди недостатков этих комплексов следует отметить их значительные габариты, сложность расшифровки и анализа полученных данных, проводимых с использованием простейших вычислительных устройств.

На рубеже 70-х годов XX века произошла смена электромеханической элементной базы анали-

заторов ЭЭГ сигналов на электронную, что позволило на несколько порядков миниатюризировать первые экспертные образцы для диагностических исследований больных эпилепсией. Дальнейшее развитие электронной базы в конце 80-х годов привело к созданию вычислительных средств нового поколения, построенных на основе микропроцессорной техники. Первые отечественные компьютерные ЭЭГ-анализаторы BrainMap (Дорохов В.Б. и Сагура А.Ю) и нейрокертограф (Дорохов В.Б. и Пироженко А.В.) были созданы в Институте ВНД и НФ АН СССР в 1988—1989 гг., и в рамках этой идеи научные сотрудники института В.Б. Дорохов и А.В. Захаров организовали в 1989 г. первую в СССР научно-медицинскую фирму МБН. Создание нейрокертографа послужило стимулом для разработки целой серии устройств. Так, уже в 1992—1993 гг. на всесоюзных выставках появились «Нейрон-спектр» А.Б. Шубина и С.И. Шмелева (Иваново), «Энцефалан» С.М. Захарова (Таганрог), «Телепат» Н.О. Бринкина и В.А. Пономарева (Санкт-Петербург), «DX-System» А.В. Крамаренко (Харьков) и др. [9].

Особая сложность при проведении нейрофизиологических исследований, направленных на диагностику и лечение эпилепсии, состояла в возможности получения записи БП при неподвижном положении пациента. Это было обусловлено тем, что первые электроэнцефалографы были стационарными (рис.2а) в силу их больших габаритов и наличия проводов, связывающих электроды, установленные на голове испытуемого с блоком обработки и формирования ЭЭГ сигналов. В связи с этим острой стала проблема создания портативных электроэнцефалографов, обеспечивающих возможность проведения ЭЭГ-исследований пациента в свободном состоянии, без соединения его с измерительной аппаратурой посредством проводов. Среди основных требований, предъявляемых к портативным электроэнцефалографам (рис.2в), была задача совершенствования электродной системы, которая позволяла бы получать сигналы, необходимые для прогнозирования возникновения эпилептоформной активности (ЭФА) в реальном времени. Одним из направлений решения поставленной задачи явилась разработка вживляемых систем. В числе первых вклад в создание имплантируемых электродов в мозг для воздействия на очаг ЭФА внес американский нейрофизиолог Х. Дельгадо [20]. В первых



Рис.2. Эволюция средств диагностики эпилепсии:
а — стационарный электроэнцефалограф, **б** — компьютерный, **в** — портативный.

приборах, которые он использовал, соединительные провода тянулись от имплантированных электродов сквозь череп и кожу к громоздким электронным устройствам, которые регистрировали данные и подавали электрические импульсы. Такая конструкция лишала объект исследований возможности свободно передвигаться и способствовала развитию инфекций. Тогда ученый разработал радиофицированные стимуловыеры (*stimocoiever* — соединение слов *stimulation receiver*, стимулирующий приемник радиосигналов) размером всего с пятидесятицентовую монету, которые можно было вживлять целиком и воздействовать на очаг ЭФА. Аналогичные исследования в нашей стране были начаты академиком Н.П. Бехтеревой, которая начиная с 1972 г. предложила использовать электростимуляцию глубоких отделов головного мозга через вживленные в определенные его участки тончайшие электроды [18]. При этом возможными стали не только регистрация и анализ ЭЭГ сигналов с целью диагностики эпилепсии, но и реализация биоуправляющего воздействия, что корректировало работу мозга, возвращая ему утраченные функции.

Таким образом, в нейрофизиологии наряду с решением задачи диагностики эпилепсии возникло новое направление, связанное с формированием и реализацией биоуправляющего воздействия. Одной из первых работ является исследование американского нейрофизиолога Д. Забара. В начале 80-х годов XX века он выдвинул гипотезу, повторяющую идею, изложенную еще в начале XX столетия В.М. Бехтеревым, согласно которой стимуляция вагус нерва (*nervus vagus*) может быть использована для предотвращения приступов. Это предположение открыло новые направления в лечении больных эпилепсией. Фирмой «Cyberonics» (США) была создана нейрокибернетическая система протезирования (NCP) для стимуляции

блуждающего нерва. В 1988 г. вагусный стимулятор впервые был имплантирован 37-летнему мужчине. Стимуляция проводилась с помощью маленького вживленного электрического генератора размером с монету, который посылал импульсы к блуждающему нерву по проводу, на конце которого находился тонкий электрод, подсоединяющийся непосредственно к блуждающему нерву в районе шеи. Генератор и провод вживлялись под кожу верхней части левой половины груди.

В настоящее время число прооперированных пациентов с вживленными электродами во всем мире исчисляется несколькими тысячами. С 1998 г. такие операции проводятся в России в Институте мозга человека РАН, которые завершаются успешным исходом для страдающих различными резистентными формами эпилепсии.

Одним из перспективных направлений в лечении больных эпилепсией в настоящее время является удаление участка головного мозга, вызывающего эпилептические приступы. Начало данным исследованиям было положено отечественными учеными. Так, в начале XX века в Казани проф. Л.О. Даршкевич и хирург В.И. Разумовский впервые осуществили экстирпацию коркового очага у больного с эпилепсией [6, 17], а в 1928 г. проф. А.Л. Поленов первым в мире разработал и осуществил операцию на проводящих путях головного мозга — подкорковую пирамидотомию [1].

В настоящее время основными хирургическими методиками лечения эпилепсии являются резекция, каллезотомия (рассечение мозолистого тела (рис.3г), множественные субпиальные насечки и стереотаксические техники (стереотаксическое разрушение глубоких структур головного мозга). В свою очередь, резекция подразделяется на переднюю височную —

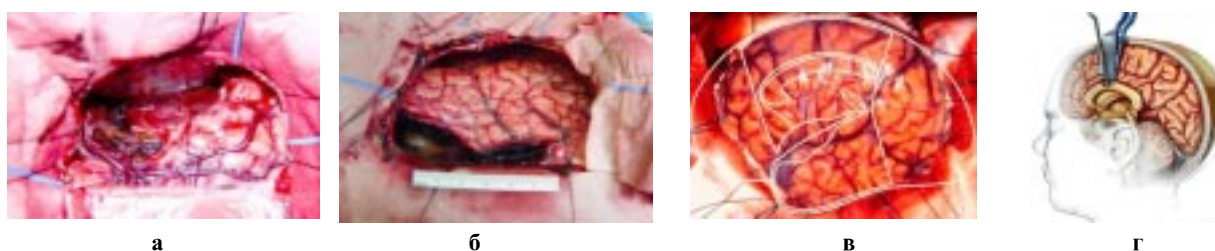


Рис.3. Примеры хирургического лечения эпилепсии:

а — передняя височная резекция; б — экстраатемпоральная резекция; в — гемисферэктомия; г — схематическое изображение каллезотомии.

Таблица 2

Динамика развития методологии и технических средств диагностики эпилепсии

	До 30-х гг. XX века	30—60 гг.	60—70 гг.	70—90 гг.	После 90-х гг.
Методология	Разработка основ теории и практики обработки данных и записей; установление связей между характеристиками и механизмом регулировки ЦНС основных физиологических функций человека	Применение основ корреляционного анализа, методов авто- и кросскорреляции к ЭЭГ-сигналу	Разработка основ метода топографического картирования, а также классификации типов ЭЭГ на основе анализа асимметрии альфа-волн; разработка методики проведения исследований с обработкой результатов на основе спектрального анализа; разработка и обоснование необходимости локализации очага ЭФА	Разработка методологии нейрофизиологических исследований на основе компьютерных технологий	Разработка и внедрение в медицинскую практику методов компьютерных технологий при проведении нейрофизиологических исследований
Технические средства	Создание первого стационарного напольного электроэнцефалографа	Создание автоматизированных частотных анализаторов с широкополосными и узкополосными фильтрами	Создание ЭЭГ комплексов, использующих частотные анализаторы — интеграторы и многоканальные электроэнцефалоскопы	Создание компьютерных электроэнцефалографов, электронной-ростимуляторов	Создание портативных электроэнцефалографов и вживляемых систем

удаление передних отделов височной доли, в том числе срединных структур (рис.3а), экстраатемпоральную — удаление эпилептогенного очага в лобной доле мозга (рис.3б) и гемисферэктомия — удаление большей части полушария мозга и функциональное разобщение остатков полушария (рис.3в) [16].

Таким образом, в течение основных этапов диагностики и лечения эпилепсии были созданы эффективные методы математической обработки БП головного мозга, а также сформированы принципиально новые направления для дальнейшей разработки, связанные с созданием

биоуправляющих систем в области обнаружения и предупреждения ЭФА. Последние являются логическим завершением в процессе эволюции методов и средств диагностики эпилепсии, обобщенно представленных в табл. 2. По нашему убеждению, перспективным направлением дальнейших разработок методов и средств диагностики и лечения эпилепсии будет являться создание вживляемых систем, способных регистрировать БП головного мозга в реальном времени и оказывать биоуправляющее воздействие, предотвращая тем самым распространение эпилептического разряда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берснев, В.П. Клинико-нейрофизиологические аспекты хирургического лечения фармакорезистентной эпилепсии / В.П. Берснев, Т.С. Степанова, Ю.В. Зотов, Р.Д. Касумов, С.Л. Яцук, К.В. Грачев // Журн. неврол. и психиатр. им. С.С. Корсакова. — 2004. — Т. 104, № 4. — С. 11—18.

2. Биофизические характеристики тканей человека. Справочник. Березовский В.А., Колотилов Н.Н. — Киев: Наук.думка, 1990. — 224 с.

3. Винер, Н. Новые главы кибернетики. Управление и связь в животном и машине. — М.: Советское радио, 1963. — 64 с.

4. Гусельников, В.И. Электрофизиология головного мозга. — М.: Высшая школа, 1976. — 423 с.

5. Зенков, Л.Р. Клиническая электроэнцефалография (с элементами эпилептологии).— М.: МЕДпресс-информ, 2004. — 368 с.

6. Исмагилов, М.Ф. Кафедра неврологии, нейрохирургии и мед. генетики (120 лет: 1887-2007). Буклет-брошюра. — Казань, 2007. — 16 с.

7. Кромвелл, Л. Медицинская электронная аппаратура для здравоохранения / Пер. с англ. под.ред. Р.И.Утямышева / Л. Кромвелл, М. Ардитти, Ф. Вейбелл и др. — М.: Радио и связь. — 344 с.

8. Левинсон, А.Я. Циркулярная шизофрения. — Душанбе, 1968. — 320 с.

9. Методы математической обработки электроэнцефалограмм: Уч. пособие. — Таганрог: Антон, 2000. — 44 с.

10. Миллер, В. Бром. — Л.: Гос. институт прикладной химии, 1967. — 260 с.

11. Мосолов, С.Н. Психофармакологические и противоэпилептические препараты, разрешенные к применению в России. — М.: Бином, 2004. — 301 с.

12. Поворинский, А.Г. Пособие по клинической электроэнцефалографии / А.Г. Поворинский, В.А. Заболотных. — Л.:Наука, 1987. — 62 с.

13. Старых, Е.В. Вальпроаты в лечении эпилепсии // Атмосфера. Нервные болезни. — 2002. — №1. — С. 25—27.

14. Уолтер, У.Г. Живой мозг. — М.: Мир, 1966. — 300 с.

15. Уолтер, У.Г. Электрическая активность головного мозга // Физика и химия жизни. — М.:ИИЛ, 1960. — С. 170—178.

16. Шериевер, А.С. Хирургическое лечение эпилепсии. — Екатеринбург, 2005. — 164 с.

17. Шульман, Х.М. Казань в становлении отечественной нейрохирургии / Шульман Х.М., Исмагилов М.Ф., Данилов В.И., Горожанин А.В., Чекалин Л.А. // Неврологический вестник. — 1995. — Т. XXVII, вып. 3-4. — С. 59—63.

18. Электрическая стимуляция мозга и нервов у человека. [Под.ред.Н.П.Бехтеревой]. АН СССР, Ин-т физиологии им. Н.П. Павлова. — Л.: Наука, 1990. — 263 с.

19. Berger, H. Uber das Elektroenkephalogramm des Menschen. Archiv fur Psychiatrie und Nervenkrankheiten, Berlin, 1929. — Vol.87— P. 527—570.

20. Delgado, Jose M.R. Physical Control of the Mind. — New York: Harper & Row, 1969. — 280 p.

21. Jasper, H.H. The ten-twenty electrode system of the International Federation in: Electroencefalogr Clin Neurophysiol, 1958. — P. 371—375.

Поступила 20.12.08.

