

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф.Войно-Ясенецкого»

Министерства здравоохранения Российской Федерации

Кафедра кардиологии, функциональной и клинико-лабораторной диагностики ИПО

Заведующий кафедрой
д.м.н., профессор Матюшин Геннадий Васильевич.

Реферат на тему:
Электроэнцефалография

Выполнила:
Ординатор 2 года
Коротких Карина Петровна
Проверила:
к.м.н., доцент Кузнецова О.О.

Красноярск, 2022

Оглавление

	Стр.
Введение.....	3
1. Термин «электроэнцефалография»	4
2. История электроэнцефалографии.....	4
3. Устройство электроэнцефалографа.....	5
4. Классификация ЭЭГ	9
5.Электроды ЭЭГ.....	10
6. Техника наложения электродов.....	14
7. ЭЭГ отведения и монтажные схемы.....	15
8. Ритмы ЭЭГ.....	16
9. Артефакты ЭЭГ.....	17
10. Диагностика заболеваний по ЭЭГ.....	19
11. Расшифровка ЭЭГ.....	26
12.Плюсы и минусы электроэнцефалографии.....	28
Заключение.....	30
Источники литературы.....	31

Введение

Среди методов электрофизиологического исследования ЦНС человека наибольшее распространение получила регистрация колебаний электрических потенциалов мозга с поверхности черепа — электроэнцефалография. В электроэнцефалограмме отражаются только низкочастотные биоэлектрические процессы длительностью от 10 мс до 10 мин. Предполагается, что электроэнцефалограмма (ЭЭГ) в каждый момент времени отражает суммарную электрическую активность клеток мозга. Окончательно вопрос о происхождении ЭЭГ не решен.

Электроэнцефалография, которую также называют ЭЭГ, — метод, который применяется для исследования состояния человеческого мозга и базируется на регистрации его электрической активности. Это обследование позволяет обнаружить распространение патологических процессов, признаки эпилепсии.

Средняя продолжительность процедуры составляет около часа, однако она отличается высокой информативностью, дает возможность отследить любые изменения мозга, динамику заболевания, оценить воздействие проводящейся терапии.

Поскольку никаких болезненных ощущений и дискомфорта проведение процедуры не вызывает, ЭЭГ можно назвать не только наиболее точным, но и самым щадящим методом обследования мозга.

Термин «электроэнцефалография»

Электроэнцефалография (ЭЭГ) — метод исследования головного мозга, основанный на регистрации его электрических потенциалов.

Понятие «электроэнцефалография» дуалистическое, объединяет в себе, по сути, два термина: методологию и методику.

Электроэнцефалография — раздел электрофизиологии, изучающий механизмы генерации суммарной биоэлектрической активности головного мозга, а также нейрофизиологическая методика регистрации биоэлектрической активности головного мозга с конвекситальной поверхности головы.

Существуют и другие методы регистрации суммарной биоэлектрической активности головного мозга: электрокортикография — регистрация биоэлектрической активности непосредственно с коры, электросубкортикография — регистрация активности глубоких (подкорковых) структур мозга и др. Эти методы в подавляющем большинстве случаев используются в клинических целях для оценки локализации очага поражения головного мозга.

Многочисленные исследования показывают, что электрические потенциалы отдельных нейронов головного мозга связаны тесной и достаточно точной количественной зависимостью с информационными процессами.

История электроэнцефалографии

Первая публикация о наличии токов в центральной нервной системе была сделана Du Bois Reymond в 1849 г. В 1875 г. данные о наличии спонтанной и вызванной электрической

активности в мозге собаки были получены независимо R.Caton в Англии и В.Я. Данилевским в России. Исследования отечественных нейрофизиологов на протяжении конца XIX и начала XX века внесли существенный вклад в разработку основ электроэнцефалографии. В.Я. Данилевский не только показал возможность регистрации электрической активности мозга, но и подчеркивал ее тесную связь с нейрофизиологическими процессами. В 1912 г. П.Ю. Кауфман выявил связь электрических потенциалов мозга с «внутренней деятельностью мозга» и их зависимость от изменения метаболизма мозга, воздействия внешних раздражений, наркоза и эпилептического припадка. Подробное описание электрических потенциалов мозга собаки с определением их основных параметров было дано в 1913 и 1925 гг. В.В.Правдич-Неминским.

Австрийский психиатр Ганс Бергер в 1928 г. впервые осуществил регистрацию электрических потенциалов головного мозга у человека, используя скальповые игольчатые электроды. В его же работах были описаны основные ритмы ЭЭГ и их изменения при функциональных пробах и патологических изменениях в мозге. Большое влияние на развитие метода оказали публикации G.Walter о значении ЭЭГ в диагностике опухолей мозга, а также работы F.Gibbs, E.Gibbs, W.G.Lennox, F.Gibbs, E.Gibbs (1952, 1964), давшие подробную электроэнцефалографическую семиотику эпилепсии.

В последующие годы работы исследователей были посвящены не только феноменологии электроэнцефалографии при различных заболеваниях и состояниях мозга, но и изучению механизмов генерации электрической активности. Существенный вклад в эту область внесен работами E.D.Adrian, B.Metthews, G.Walter (1950), В.С.Русинова, В.Е.Майорчик, Н.П.Бехтеревой, Л.А. Новиковой (1962), Н.Jasper. Большое значение для понимания природы электрических колебаний головного мозга имели исследования нейрофизиологии отдельных нейронов с помощью метода микроэлектродов, выявившие те структурные субъединицы и механизмы, из которых складывается суммарная ЭЭГ.

Важнейшее значение для понимания механизмов генерации нормальной ЭЭГ и использования ее в качестве инструмента функциональной диагностики имели исследования неспецифических систем ретикулярной формации и лимбического комплекса — структур, определяющих уровень функциональной активности мозга.

Устройство электроэнцефалографа

Современные компьютеризированные электроэнцефалографы подразделяются на стационарные, используемые в поликлиниках и в специализированных лабораториях, а также портативные для регистрации ЭЭГ в реанимации или в больничной палате.

Электроэнцефалографическая установка (электроэнцефалограф) состоит из коммутационного устройства, блока усиления с фильтрами высокой и низкой частоты и калибровочного устройства, отводящих электродов, соединительных проводов, устройств для фото- и фоностимуляции, позволяющие изучать вызванную активность мозга.

Коммутационное устройство служит для подключения электродов на разные каналы и входы усилителей. К коммутационному устройству относится панель с гнездами для подключения электродов. Основными требованиями при этом являются хорошие контакты и надежная изоляция гнезд.

Блок усиления с фильтрами высокой и низкой частоты и калибровочного устройства включает мощные усилители и узкополосные фильтры для выделения слабых сигналов ЭЭГ, поскольку амплитуда потенциалов ЭЭГ в норме не превышает 100 мкВ. Некоторые специальные сведения, касающиеся используемого прибора, можно найти в его техническом описании, с которым следует тщательно ознакомиться перед его эксплуатацией. В современных многоканальных электроэнцефалографах блоки усиления с фильтрами высокой и низкой частоты, калибровочные и коммутационные устройства смонтированы в одной операционной коробке.

Электроды – датчики, с помощью которых осуществляется отведение биоэлектрической активности с различных областей поверхности головы. Электроды должны иметь минимальное сопротивление, не окисляться и не поляризоваться, не должны иметь собственного шума, не должны существенно уменьшать сигналы в диапазоне от 0,5 до 70 Гц. Современные усилители с высоким входным импедансом позволяют успешно применять различные типы электродов и электродных паст. В клинической практике используются электроды различной конструкции (электроды-мостики, плоские электроды и др.). Эксперименты показали, что наилучшими являются хлорсеребряные или золотые чашечковые электроды, которые крепятся коллодием. В настоящее время используются специальные шлемы с смонтированными в них электродами. Их удобно использовать, когда исследования проводятся в положении испытуемого лежа.

Соединительные провода или лиды (англ. lead) должны осуществлять передаточную роль между электродами и коммутатором, не вносить никаких помех, что обеспечивается их надежной изоляцией, малым сопротивлением и хорошим экранированием от электромагнитных и электростатических полей.

Виды электроэнцефалографов

Современные электроэнцефалографы представляют собой многоканальные регистрирующие устройства, объединяющие от 8 до 24 и более идентичных усилительно-регистрирующих блоков (каналов), позволяющих таким образом регистрировать одномоментно электрическую активность от соответствующего числа пар электродов, установленных на голове обследуемого.

В зависимости от того, в каком виде регистрируется и представляется для анализа электроэнцефалографисту ЭЭГ, электроэнцефалографы подразделяются на традиционные «бумажные» (перьевые) и более современные — «безбумажные» (цифровые). В первых ЭЭГ после усиления подается на катушки электромагнитных или термопишущих гальванометров и пишется непосредственно на бумажную ленту. Электроэнцефалографы второго типа преобразуют ЭЭГ в цифровую форму и вводят ее в компьютер, на экране которого и отображается непрерывный процесс регистрации ЭЭГ, одновременно записываемой в память компьютера. На рис. представлена типовая структурная схема цифрового электроэнцефалографа. Чаще всего такие системы строятся на основе персонального компьютера, реже — на основе встроенного процессорного блока.

Бумажнопишущие электроэнцефалографы обладают преимуществом простоты эксплуатации и несколько дешевле при приобретении. Безбумажные обладают преимуществом цифровой регистрации со всеми вытекающими отсюда удобствами записи, архивирования, вторичной компьютерной обработки и др.

Классификация.

На сегодняшний день существует множество различных типов электроэнцефалографов, оптимизированных под решения специальных задач. Их можно классифицировать на стационарные, амбулаторные и портативные, а также мобильные электроэнцефалографы и нейрогарнитуры.

Стационарный, амбулаторный и портативный электроэнцефалографы представляют собой вариацию одной структурной схемы электроэнцефалографов и различаются между собой только форм-фактором измененным под определенные задачи, размерами и дополнительными опциями.

Так стационарный электроэнцефалограф позволяет записывать короткие и продолжительные ЭЭГ исследования в стационаре или в других лечебно-профилактических учреждениях. Позволяет проводить фото/аудио или фоностимуляции, а также при наличии дополнительного оборудования позволяет проводить ЭЭГ-видеомониторинг. Таким образом стационарный электроэнцефалограф обладает самым широким спектром возможностей, но в тоже время он обладает малой мобильностью из-за больших размеров.

Амбулаторный электроэнцефалограф предназначен для проведения ЭЭГ записи вне лечебных учреждений. Он позволяет проводить длительные записи на дому для маломобильных пациентов, в комфортных для них условиях. Поскольку запись проводится дома, то она позволяет проводить более длительные исследования, а также в более привычной для человека обстановке, что уменьшает стресс-фактор и позволяет сделать ЭЭГ более информативным и позволяет выявить скрытые катализаторы эпилептиформной активности.

Портативный электроэнцефалограф обладает самыми минимальными размерами и помещается с сопутствующим оборудованием (электроды, аккумулятор и т.д.) в специальный небольшой контейнер для транспортировки. Портативный электроэнцефалограф позволяет проводить регистрацию биоэлектрической активности головного мозга на выездных обследованиях, а также в случаях когда необходимо проведение ЭЭГ исследования в экстренном порядке для немобильных пациентов: в реанимации или операционной.

Нейрогарнитуры, как правило, представляют собой беспроводную мобильную систему ЭЭГ, которая позволяет собирать сигналы мозга как клинического, так и исследовательского уровня. Система устроена таким образом, что модуль для диагностики мозговой активности устанавливается на голове, после чего происходит соединение с контроллером.

Основной рынок сбыта для этих компаний на данный момент составляет Россия и страны СНГ, однако компании также известны и на международном уровне, что позволяет говорить о достаточно высоком качестве производимого оборудования. Продукция компаний различается по спектру производимого оборудования.

Компания Нейрософт производит ЭЭГ оборудование для рутинной ЭЭГ, ЭЭГ-видеомониторинга, мониторинга церебральной функции, комплекс мониторинга для

отделения реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ), оборудование для изучения биологической обратной связи (БОС), а также оборудование для мониторинга глубины наркоза, оборудование для проведения ЭЭГ на водительских комиссиях и комплекс оборудования для лабораторий.

Компания Медицинские Компьютерные Системы (МКС) производит оборудование для рутинной ЭЭГ, также одноразовые взрослые и детские ЭЭГ шлемы, которые можно использовать в неонатальной ЭЭГ, неврологии, нейрофизиологии, функциональной диагностики и научно-исследовательской ЭЭГ, вдобавок МКС производит оборудование для ЭЭГ мониторинг сна, ТМС-ЭЭГ, ЭЭГ высокого разрешения, МРТ-совместимое ЭЭГ и мобильные системы ЭЭГ, которые в свою очередь можно использовать в нейрокомпьютерных интерфейсах, биологической обратной связи, нейромаркетинге, нейрогейминге, брейн-фитнесе.

Компания Нейротех производит оборудование для рутинной ЭЭГ, системы для психофизиологического тренинга, эхоэнцефалографы, беспроводные электроэнцефалографы с возможностью параллельной регистрацией сигналов трех полиграфических каналов: ЭМГ, ЭКГ и ЭОГ, а также оборудование для углубленного исследования нервных структур и вызванных потенциалов.

Компания Медиком МТД производит оборудование для мониторинга церебральных функций мозга, электронейромиографы, автономные и стационарные электроэнцефалографы, многоканальные компьютерные комплексы с картированием для проведения электроэнцефалографических, реоэнцефалографических исследований и исследований вызванных потенциалов, оборудование для ЭЭГ-видеомониторинга, полисомнографы, оборудование для тренинга БОС и нейробиоуправления, психодиагностические комплексы, реографы-полианализаторы, мобильные многофункциональные комплексы, трассировщики взгляда миниатюрные беспроводные регистраторы ЭЭГ и биобраслеты.

Компания Mitsar производит мобильные, портативные и стационарные комплексы для рутинной ЭЭГ и ЭЭГ-видеомониторинга, оборудование для нейроинтерфейса и нейровизоры, а также компания выпускает реографы и эхоэнцефалографы.

Компания Неврокор производит оборудование для рутинной ЭЭГ, ЭЭГ-видеомониторинга, суточного автономного мониторинга ЭЭГ, полисомнографических обследований, оборудование для применения провокационных процедур, регистрации и анализа вызванных потенциалов, оборудование для восстановительной медицины и неврологии.

Компания БИОЛА производит оборудование для рутинной ЭЭГ и ЭЭГ-видеомониторинга.

Классификация ЭЭГ

Следует различать области применения методики регистрации биоэлектрической активности головного мозга, поскольку у разных разделов нейронаук свои задачи.

-

Клиническая ЭЭГ

о

эпилептологическая

о

неэпилептологическая

о

ЭЭГ критических состояний

•

физиологическая (психофизиологическая) ЭЭГ

Предметом исследований ЭЭГ в клинике является биоэлектрическая активность головного мозга при заболеваниях (поражениях) головного мозга. Такие исследования могут быть определены как клиническая ЭЭГ. Клиническая ЭЭГ, в свою очередь, уже достаточно давно перестала быть однородной. Можно выделить, по крайней мере, три относительно самостоятельных направления: эпилептологическое, неэпилептологическое и ЭЭГ критических состояний (ЭЭГ-исследования, выполняемые в отделении реанимации при острой церебральной недостаточности).

Выполняются исследования в психологии и психофизиологии, в которых предметом рассмотрения выступает нейродинамика мозга здорового человека. Данный вид ЭЭГ можно определить как физиологическая (психофизиологическая) ЭЭГ. Понимание специфических задач каждого из направлений и соотнесение их с методическими возможностями ЭЭГ позволяют эффективно выполнять исследования и получать глубокое удовлетворение от полученных результатов.

Электроды ЭЭГ

ЭЭГ электрод – это проводящее устройство, накладываемое на или вводимое внутрь участка скальпа или мозга, подсоединяемая к одному из гнезд электроэнцефалографа.

Виды электродов по функции

Регистрирующие электроды для ЭЭГ не должны иметь собственного шума. Они не должны существенно уменьшать сигналы в диапазоне от 0,5 до 70 Гц. Экспериментальные данные показали, что наилучшим решением являются хлор-серебряные или золотые чашечковые ЭЭГ электроды. Современные усилители с высоким входным импедансом позволяют успешно применять различные типы электродов и электродных паст. Высококачественные электроды выпускаются многими производителями и в целом предпочтительнее «самодельных» электродов. Для уменьшения шума электроды всегда должны быть чистыми, необходимо также соблюдать особые меры предосторожности после записи у пациентов с подозрением на контагиозные заболевания (вирусный гепатит, болезнь Крейтцфельда-Якоба, синдром приобретенного иммунодефицита человека). В тех случаях, когда обстоятельства диктуют необходимость, электроды должны быть тщательно простерилизованы или уничтожены после использования.

Всегда должен использоваться электрод заземления, за исключением особых ситуаций – например, в отделениях интенсивной терапии, операционной, – когда пациент соединен с дополнительным электрическим оборудованием. В данном случае оптимальным является использование портативных аппаратов ЭЭГ на основе компьютеров типа ноутбук с возможностью автономной работы без подключения к сети переменного электрического тока на период проведения рутинной ЭЭГ.

Неинвазивные и инвазивные электроды

По типу контакта с кожей электроэнцефалографические электроды могут быть разделены на две группы: неинвазивные и инвазивные. В подавляющем большинстве исследований используются неинвазивные скальповые ЭЭГ электроды, которые размещают на конвексительной поверхности головы. Инвазивные игольчатые электроды используют в реанимационных и интраоперационных исследованиях биоэлектрической активности. Для ограниченного круга специальных исследований, в основном в эпилептологии, используются сфеноидальный, назофарингеальный электроды и электрод овального отверстия. Иногда эти электроды обозначают как базальные, поскольку их предназначение — регистрация биоэлектрической активности медиобазальных структур мозга.

Виды электродов по форме и способу крепления

В электроэнцефалографии применяют несколько видов ЭЭГ электродов, которые различаются как по форме, так и по способу их фиксации на голове:

- Контактные накладные неприклеивающиеся электроды, которые прилегают к голове при помощи тяжелой шлема-сетки;
- Мостиковые электроды
- Приклеивающиеся электроды;
- Базальные электроды;
- Игольчатые электроды;
- Чашечковые электроды;
- Многоэлектродные иглы.

Современные аппараты ЭЭГ оснащают электродными шлемами с вмонтированными чашечковыми электродами. Наряду со шлемами рекомендуется использование сетчатых шлемов для крепления двух типов электродов: чашечковых или мостиковых.

Мостиковые электроды

Мостиковые электроды ЭЭГ изготовлены из чистого серебра с золотым покрытием и имеют контактный слой из спекаемого Ag/AgCl (серебро / хлорид серебра). Они рекомендуются в качестве стандартных электродов для исследований и скрининга ЭЭГ.

Мостовой электрод представляет собой металлический стержень, закрепленный в держателе. Нижний конец стержня, контактирующий с кожей головы, покрыт гигроскопическим материалом, который перед установкой смачивают изотоническим раствором хлорида натрия. Электрод крепят с помощью резинового жгута таким образом, что контактный нижний конец металлического стержня прижимается к коже головы. К противоположному концу стержня подсоединяют отводящий провод с помощью стандартного зажима или разъема. Преимуществом таких ЭЭГ электродов являются быстрота и простота их подсоединения, отсутствие необходимости использовать специальную электродную пасту, поскольку гигроскопический контактный материал

долго удерживает и постепенно выделяет на поверхность кожи изотонический раствор хлорида натрия.

Использование электродов этого типа предпочтительно при обследовании контактных больных, способных находиться сидя или полулежа.

Для систематического размещения электродов на поверхности скальпа используют электродную шапочку. Она представляет собой соединенные фиксаторами поперечные («фронтальные») и продольные («сагиттальные») резиновые или силиконовые жгуты. Крепление системы жгутов на конвексе достигается подбородочным фиксатором. Жгуты обеспечивают плотное прилегание мостиковых или некоторых чашечковых электродов к коже головы.

Преимуществом мостовидных электродов является простота и, следовательно, быстрота их установки. Мостиковые электроды подходят для ежедневного использования, так как они легко моются и не подвергаются истиранию при постоянном использовании. Однако явным недостатком выступает невозможность длительного обследования, поскольку электроды и «шапочка» давят на голову, вызывая беспокойство больных. Кроме того, электроды «подсыхают», что заметно увеличивает импеданс. Все это постепенно ухудшает качество записи и делает длительную запись невозможной.

Приклеивающиеся электроды для ЭЭГ

Приклеивающиеся электроды из серебра / хлорида серебра используются для записи электрофизиологических сигналов во время ЭЭГ, сна и нейродиагностики.

В соответствии с их выдающейся силой сцепления и оптимальным качеством сигнала они также подходят для долгосрочного мониторинга и могут быть переставлены несколько раз.

Игольчатые электроды для ЭЭГ

При обследовании больных в коматозном состоянии или при интраоперационных исследованиях допустимо использование инвазивных игольчатых электродов. Эти исследования выполняются в условиях агрессивной электрической среды отделений реанимации и операционных залов. Для максимального снижения электродного сопротивления и минимизации артефактов в этих условиях могут использоваться игольчатые инвазивные электроды.

Подкожные игольчатые электроды из медицинской нержавеющей стали с длиной кабеля от 10 до 250 см и соединителем 1,5 DIN.

Чашечковые электроды для ЭЭГ

Чашечковые (пиалковые или пиальные) электроды подходят для анализа вызванных потенциалов и ЭЭГ скрининга, а также при обследовании маленьких детей и больных с нарушением сознания и контакта с окружающими при долговременных записях и исследовании сна. При выборе типа электродов нужно ориентироваться на техническую составляющую: при проведении обследования в положении лежа предпочтительнее использовать чашечковые электроды; в положении сидя – можно использовать чашечковые и мостиковые электроды.

Электроды представляют собой металлические пластины диаметром 7—10 см, имеющие форму вогнутой линзы, с отводящим проводом. В полость «чашечки» помещается электродная паста для создания плотного контакта с кожей и, как правило, для «приклеивания» электрода к коже, паста содержит помимо раствора хлорида натрия желеобразные связующие и некоторые вещества, размягчающие верхний слой эпидермиса. Если используемая паста сама по себе не обладает «приклеивающим» эффектом, то электрод может быть зафиксирован медицинским коллодием (по краю электрода) или клеящей лентой.

Золотое покрытие чашечковых электродов предотвращает преждевременный износ даже при длительной и продолжительной работе. Также за счет золотого покрытия чашечных электродов обеспечивается точность измерения.

Электроды покрывают также и серебром / хлоридом серебра (Ag / AgCl).

Стандартные размеры чашечковых электродов: колпачки с внешним диаметром 10 мм и отверстия диаметром 2 мм. Также имеются колпачки диаметром 6 мм, выводы длиной 1.5, 2 или 2.5 м.

Техника наложения электродов

Для наиболее полного охвата всех корковых структур на скальпе, электроды располагаются в определенном порядке, по системе 10-20 или 10-10. В основе этой системы взято одинаковое расстояние между электродами, которое измеряется от переносицы до нижнего края большого затылочного отверстия и принимается за 100%.

Система 10-20

Это основная схема, используемая для проведения рутинного ЭЭГ исследования в амбулаторно-поликлинических условиях. Подразумевает использование 21 электрода, располагаемого на расстоянии 10% друг от друга (1 уровень) и 20% – последующие.

Система 10-10

Данная установка использует дополнительные электроды и чаще используется в научных исследованиях, т.к. требует установи большего количества электродов (на расстоянии 10%) друг от друга. Преимуществом данной системы перед системой 10-20 является большая чувствительность, позволяющая более точно локализовать патологический процесс.

Модификации

При регистрации ЭЭГ во младенческом возрасте применяют меньшее число электродов в зависимости от возраста и размера головы.

При применении новых модификаций системы расположения электроды размещают ближе друг к другу, чем в системе «10—10».

В системе «10—20» применяют следующие обозначения электродов: Фр (лобно-полярные), F (лобные), Т (височные), О (затылочные), С (центральные) и Р (теменные).

После буквы следует цифра, определяющая локализацию электрода и его расположение в левом (нечетные) или в правом (четные) полушарии. Обозначение «z» указывает на расположение электрода по средней линии (например, Cz — центральные срединные).

В системе «10—10» меньший номер отражает локализацию ближе к средней линии, и T3/T4 соответствует T7/T8, а T5/T6 — P7/P8.

Электродный импеданс должен поддерживаться на уровне от 100 до 5000 Ом. Возможно применение специальных дополнительных электродов, например сфероидальных, «истинных височных» (true temporal) или лобно-височных электродов. В большинстве случаев целью применения дополнительных электродов служит уточнение локализации активности, исходящей из височной доли. «Истинные височные» электроды (обозначенные как T1 и T2) применяются с целью дифференцировки электрических сигналов с локализацией в передней височной и задней нижней лобной области (отведения F7 и F8). Комбинация систем «10—20» и «10—10» может иметь практическое применение при необходимости введения дополнительных электродов.

Другие дополнительные электроды могут включать отведения для регистрации электрокардиограммы (ЭКГ) (рекомендуется при проведении любого ЭЭГ-исследования), электромиографии (ЭМГ), монитор движения глаз, а также экстрацеребральные электроды, помогающие дифференцировать различные артефакты или дифференцировать различные стадии сна (как мониторы движения глаз). Мониторы для регистрации дыхательных движений могут иметь важное значение при дыхательных расстройствах.

ЭЭГ отведения и монтажные схемы

Каждый электрод, наложенный на зону скальпа, регистрирует суммарный биопотенциал, образованный изменениями потенциалов действия множества нервных клеток, находящихся под ним. Если подобный электрод соединить с нулевым потенциалом (землей) или другим электродом, находящимся на некотором удалении. То в этой системе возникнет электрическое напряжение, которое возможно усилить и зарегистрировать на соответствующей медицинской аппаратуре. Присоединение любых двух электродов к входу электроэнцефалографа называют отведением.

Отведение, при котором на обе клеммы (+ и -) усилителя подается электрический потенциал от активных электродов называется биполярным. Отведение, при котором на одну из входных клемм усилителя подается электрический потенциал от активного электрода, а на другой – потенциал от пассивного электрода называют монополярным. Отведение с референтным усредненным электродом – это отведение, при котором на одну из входных клемм усилителя подается электрический потенциал от активного электрода, а на другой – потенциал от искусственно объединенных электродов.

Монтажные

Монтаж – фиксированный набор отведений, который позволяет без помощи индивидуального селектора записать стандартную программу отведений. Современные ЭЭГ регистраторы позволяют использовать три основных вида монтажных схем по основному виду монтажа отведений:

- монополярные

- биполярные
- смешанные

Использование монополярных схем, подразумевающих подключение референтного электрода, позволяет получать большую разность потенциалов и наименьшее искажение регистрируемых изменений, поскольку референтный электрод не обладает активностью. Однако, представляя собой единый связующий узел всей системы, не дает провести точную топическую локализацию патологического процесса.

При применении биполярных схем отведений, разность биопотенциалов под электродами значительно ниже, поскольку оба входных электрода являются активными. Соответственно чем ближе расположены электроды, тем менее значимую разность потенциалов они сформируют. Но подобная система позволяет более точно локализовать патологический процесс, поскольку каждая пара электродов будет давать свой специфический сигнал, без общей точки.

Таким образом, для общего представления ЭЭГ результата наиболее предпочтительно использование смешанных монтажных схем, включающих как моно- так и биполярные отведения, позволяющие врачу определить как вид сигнала, так и его локализацию.

Ритмы ЭЭГ

Альфа-ритм — регулярный, синусоидальной формы, с частотой 8-13 Гц (колебаний в 1 с) и амплитудой 20-80 мкВ (микровольт). Альфа-ритм регистрируется при отведении биопотенциалов от всех зон коры большого мозга, но более постоянно — от затылочной и теменной областей. Альфа-ритм регистрируется у человека в условиях физического и умственного покоя, обязательно при закрытых глазах и отсутствии внешних раздражений.

Бета-ритм имеет частоту колебаний 14-35 Гц. Амплитуда 10-30 мкВ. Может быть зарегистрирован в любых областях мозга, но более выражен в лобных долях. При открывании глаз, умственной работе и других раздражителях альфа-ритм быстро сменяется бета-ритмом. Это явление смены редкого ритма на более частый получило название реакции активации (или десинхронизации).

Тета-ритм имеет частоту 4-7 Гц и амплитуду 100-150 мкВ. Наблюдается в состоянии неглубокого сна, при кислородном голодании мозга, наркозе.

Дельта-ритм характеризуется медленными колебаниями с частотой 0,5-3 Гц, высокой амплитудой 250-300 мкВ, вплоть до 1000 мкВ. Обнаруживается во всех зонах мозга, во время глубокого сна, а также при наркозе. У детей до 7 лет дельта-ритм может быть зарегистрирован и в бодрствующем состоянии.

Близкий по частоте альфа-эквивалент, регистрируемый над центральными и центрально-теменными отделами, носит название сенсомоторный или роландический ритм, поскольку максимальную выраженность он имеет в проекции роландовой борозды. Считается, что роландический ритм был впервые подробно описан Гасто в 1958 г. Этот ритм имеет характерную форму волн: аркообразные волны с закругленными вершинами и «острыми» основаниями, напоминающими греческую букву μ (мю). Поэтому существует еще одно название сенсомоторного ритма — мю-ритм. Мю-ритм, так же как и альфа-ритм, подвержен депрессии при реакции активации. Но в отличие от альфа-ритма, мю-ритм

угнетается при двигательной активности: произвольной (сжатие пальцев в кулак), рефлекторной и даже при намерении движения.

В состоянии бодрствования над средневисочными отделами могут быть зарегистрированы немодулированные каппа-волны частотой 8—12 Гц и тау-ритм частотой 10—12 Гц. Считается, что регистрации на ЭЭГ этих ритмов препятствуют кости черепа, и чаще альфа-эквиваленты могут быть зарегистрированы при наличии дефектов подлежащих костных структур. Тау-ритм избирательно чувствителен к слуховым стимулам, счету в уме и другим видам умственной деятельности.

Существует еще один феномен: лямбда-волны — заостренные однофазные колебания обычно в альфа- или, реже, в тета-диапазонах частот амплитудой до 30—50 мкВ, регистрируемые в затылочных отведениях во время работы (!) зрительного анализатора (например, при демонстрации визуальных изображений). Считается, что лямбда-волны связаны с саккадическими движениями глаз при рассматривании сложных изображений.

Артефакты ЭЭГ

Артефакт (Artifact, artefact) или шум — это любая регистрируемая в канале ЭЭГ разность потенциалов экстрацеребрального происхождения или любое изменение ЭЭГ-сигнала, вызываемое немозговыми факторами, такими как: окружающие мозг ткани и другие органы, инструментальные помехи или сбои, ошибки оператора и пр.

В исследованиях было установлено, что артефакты наблюдаются в 22.3% ЭЭГ-записей, среди которых 10.8% составляют мышечные артефакты, 8.2% — кардиогенные, 5,1% — прочие.¹

Систематический подход к распознаванию, идентификации источника и устранению артефакта является важным процессом, снижающим вероятность неправильного толкования ЭЭГ и ограничивающим вероятность неблагоприятных клинических последствий.

Классификация

Артефакты на ЭЭГ сигналах по своему происхождению могут быть разделены на две группы — физические (экстрафизиологические), которые исходят из внешней среды (например, электросеть или приборы), и физиологические (биологические), генерируемые телом пациента (например, мышцами). Физические артефакты, как правило, обусловлены нарушениями технических правил регистрации ЭЭГ и представлены несколькими видами электрографических феноменов, возникающих под влиянием внешних воздействий.

К наиболее частным артефактам относятся:

- Сердечные артефакты
- Артефакты из-за электродов
- Артефакты внешней среды
- Мышечные артефакты

-
- Артефакты из-за движения глаз
-
- Артефакты внешней среды

Виды

- Электромагнитный шум 50 Гц
-
- Электрические устройства: внутривенные инфузионные насосы, телефоны, компьютеры, мониторы ЭКГ и внутричерепного давления
-
- Механические воздействия: вентиляторы, циркуляционные насосы искусственного дыхания, системы подачи питательных трубок
-
- Инфузионные системы (капельницы)
-
- Движения во внешней среде людей и предметов вокруг пациента

В зависимости от среды распространения электромагнитные помехи могут разделяться на индуктивные и кондуктивные. Индуктивные помехи или наводки распространяются в виде электромагнитных полей в непроводящих средах (воздухе, например). Индуктивная наводка представляет собой электрическую связь между двумя или более проводниками: когда в одном из них ток меняется, в другом возникает индуктивное напряжение. Кондуктивные помехи – это токи, текущие по проводящим конструкциям и земле. Деление помех на индуктивные и кондуктивные является, условным. В реальности протекает единый электромагнитный процесс, затрагивающий проводящую и непроводящую среду. В ходе распространения многие помехи могут превращаться из индуктивных в кондуктивные и наоборот. Так, переменное электромагнитное поле способно наводить токи в кабелях, которые далее распространяются как классические кондуктивные помехи. С другой стороны, токи в кабелях и цепях заземления сами создают электромагнитные поля, т.е., индуктивные помехи. Деление помех на индуктивные и кондуктивные можно считать относительно строгим лишь в низкочастотной (до десятков кГц) области, когда емкостные и индуктивные связи обычно малы.

Диагностика заболеваний по ЭЭГ

1. Изменения ЭЭГ при заболеваниях нервной системы

Заболевания ЦНС, представляют собой сложные комплексы различных патофизиологических процессов, затрагивающих все уровни функциональной организации нервной системы. В то же время, ЭЭГ представляет собой всего лишь один из методов функциональной диагностики, позволяющий оценить функциональное состояние центральной нервной системы, в связи с чем, на основании только одного заключения ЭЭГ, установить клинический диагноз не представляется возможным. Вместе с тем, выявление изменений биоэлектрической активности мозга, выявляемое посредством данного метода позволяет подтвердить тот или иной клинический диагноз, установленный лечащим врачом.

Практически в каждом заболевании, особенно на разных этапах развития патологического процесса, можно выявить как симптомы угнетения функциональной активности, так и ее

активации. Это связано с включением процессов нейропластичности и нейроадаптации, но в большинстве случаев, в каждом заболевании, возможно, выделить какой-либо основной синдром, который отражает основные патогенетические особенности заболевания. Так, например, при исследовании объемных процессов, наряду с фокальным продолженным замедлением, обусловленным электрически интактной тканью и перифокальным отеком, регистрируются и характерные эпилептиформные паттерны, продуцируемые нейронами пограничной зоны. Но синдром фокального продолженного замедления более специфичен и позволяет провести дифференциальную диагностику, исключив подозрения на другие заболевания. С другой стороны, у заболеваний с повышенной функциональной активностью нейронных структур, например различных видов эпилепсии, с течением времени начинают регистрироваться различные проявления фокального и диффузного замедления, обусловленные гибелью нейронных структур, вследствие постоянной и избыточной нейростимуляции. Но в этом случае, данный синдром имеет меньшее диагностическое и прогностическое значение, чем регистрация пароксизмальной эпилептиформной активности.

Нейрогенетические заболевания (на примере гепатоцеребральной дистрофии)

ГЦД (гепато-лентикулярная дегенерация, Болезнь Вильсона-Коновалова и пр.) – Наследственное, генетически детерминированное заболевание нервной системы, в основе которого лежит нарушение обмена меди. Характеризуется прогрессирующими нейродегенеративными изменениями, затрагивающими практически все уровни ЦНС.

Изменения ЭЭГ при комах

Кома представляет собой тяжелое поражение центральной нервной системы, для которого характерно угнетение функциональной активности как корковых, так и подкорковых структур. Этиология развития коматозного состояния различна и включает в себя интоксикации, травмы гипоксически-ишемические поражения и пр.

На ЭЭГ коматозное состояние проявляется выраженным диффузным замедлением биоэлектрической активности до уровня дельта – диапазона, поскольку большинство нервных клеток теряет способность к спонтанному формированию ПД и синаптической передаче. В таких условиях нейроны функционируют только в режиме подчинения, что и формирует подобную низкочастотную медленноволновую активность.

Однако, регистрация медленноволновой активности еще не является абсолютно неблагоприятной характеристикой, поскольку не указывает на полную гибель нейронных структур, а свидетельствует только о нарушении их функциональной активности. В дальнейшем, если нервные клетки смогут на фоне лечения восстановить свою функциональную активность, то паттерн комы будет редуцироваться с постепенным замещением на более быстрые ритмы тета- диапазона.

Но в случае гибели нейронных структур коры, может наблюдаться изменение биоэлектрической активности в виде перехода от медленноволновой комы к ригидным быстрым ритмам альфа, а иногда и бета диапазона. Данный переход неблагоприятен в прогностическом отношении, поскольку отражает гибель корковых структур при сохранении биоэлектрической активности подкорковых образований.

При развитии коматозного состояния регистрируется диффузная активность дельта диапазона, которая характеризует угнетение функциональной активности практически всех нейронных структур ЦНС. В случае развития губчатой энцефалопатии, изменения

прежде всего затрагивают корковые структуры, что приводит к появлению характерного сочетания медленноволновой активности и ритмичных острых волн (сохранность пейсмейкерной зоны).

Появление т.н. альфа-комы указывает на относительное восстановление глубинных мозговых структур, но вместе с тем характеризует гибель корковых отделов, что указывает на отсутствие возможности дальнейшего восстановления высших нервных функций.

Заболевания характеризующиеся смешанной активностью нейронных структур

Группа заболеваний характеризующаяся смешанной активностью нейронных структур объединяет патологические процессы для которых характерно наличие смешанных изменений биоэлектрической активности нейронных структур. Как правило в их основе лежат нарушения клеточного метаболизма, спровоцированные различными внешними агентами, инфекцией, интоксикацией, травмой и пр.

Изменения ЭЭГ при интоксикации

Интоксикации всегда воздействуют на ЦНС, вызывая различные изменения метаболической активности нервных клеток. При интоксикациях можно выделить две основные фазы, раннюю – возбуждения и позднюю -угнетения. В их основе которых лежит ответ нейронов на интоксикационный агент, но их продолжительность и выраженность будет различна, в зависимости от его вида.

Продолжительные фазы возбуждения можно наблюдать при интоксикациях алкоголем, никотином, наркотическими веществами и некоторыми лекарственными средствами группы психостимуляторов. Быстро развивающееся угнетение характерно для эндогенных интоксикаций, фосфороорганических ядов и пр. Изменения, выявляемые на ЭЭГ при различных интоксикациях — полиморфны и зависят от вида основного воздействующего агента, его тропности к липидным тканям и времени его воздействия. Изменения всегда носят диффузный характер, на ранних этапах, преимущественно регистрируются изменения в корковых структурах, а в последствие, в патологический процесс включаются и подкорковые образования. Соответственно, изменения ЭЭГ на ранних стадиях преобладают проявления ирритативного характера. Постепенно на фоне длительно существующего возбуждения, развивается истощение, что приводит к снижению функциональной активности вначале нервных клеток корковых отделов, а затем и подкорки. На ЭЭГ это отражается в увеличении представленности медленных волн, которые постепенно становятся основными формами биоэлектрической активности. Особенно следует отметить изменения биоэлектрической активности, вызываемые при применении препаратов бензодиазепинового ряда. Широко применяясь в клинической практике как препараты снотворного и анксиолитического действия, особенно у пациентов старшего возраста, бензодиазепины вызывают активацию процессов возбуждения в корковых структурах, что приводит к изменениям ЭЭГ характеристик, сходными с таковыми при интоксикациях психостимуляторами.

ЭЭГ при энцефалопатии и дегенеративных заболеваниях

При дегенеративных заболеваниях изменения на электроэнцефалограмме, как и при других поражениях, носят неспецифический характер; тем не менее их оценка в сочетании с клинической картиной может помочь в дифференциальной диагностике, наблюдении за динамикой процесса и выявлении локализации наиболее грубых изменений.

Изменения ЭЭГ при дизонтогенезах

При дизонтогенезах характер изменений определяется локализацией поражения и мерой нарушений в мозге, вызываемых патологическим процессом. Краниовертербральные аномалии, вызывающие деформацию и нарушение функционирования мозжечка и нижнестволовых структур, а также развитие гидроцефалии приводят к генерализованным изменениям ЭЭГ, соответствующим дисфункции неспецифических систем. На электроэнцефалограмме могут наблюдаться билатеральносинхронные разряды θ - и δ -волн или диффузная десинхронизация. Иногда при световой ритмической стимуляции отмечается появление разрядов острых волн, свидетельствующих о снижении порога судорожной готовности большого мозга. В некоторых случаях эти разряды на ЭЭГ сопровождаются клоническими судорогами мышц головы и шеи. Снижение порога судорожной готовности большого мозга, вероятно, обусловливается нарушением тонических тормозных влияний мозжечка.

Признаки дегенеративных заболеваний на ЭЭГ

Эпилептические проявления на ЭЭГ с сопутствующими им миоклоническими клиническими симптомами присущи многим дегенеративным заболеваниям генетической и мультиэтиологической природы.

Мозжечковая диссенергия Рамсея Ханта

Для мозжечковой диссенергии Рамсея Ханта характерно наличие на фоне выраженных общемозговых нарушений генерализованной эпилептической активности типа острых волн и комплексов спайк-волна. В далеко зашедшей фазе заболевания этим проявлениям соответствуют миоклонические подергивания и общие судорожные припадки. В начальной фазе клинические проявления могут отсутствовать, и в этих случаях наличие эпилептической активности на ЭЭГ может помочь в дифференциации этого заболевания от других типов мозжечковых дисфункций.

Миоклонус-эпилепсия Унферрихта-Лундборга

Сходные клинико-электрографические проявления обнаруживают при миоклонус-эпилепсии Унферрихта-Лундборга, на основании чего некоторые исследователи считают обе формы разновидностью одного наследственного заболевания. Ценным методом исследования в обоих случаях является ритмическая световая стимуляция, выявляющая генерализованную эпилептическую активность, сопровождающуюся миоклоническими подергиваниями.

Изменения ЭЭГ при церебральных липидозах

При церебральных липидозах на ЭЭГ также наблюдаются выраженные диффузные изменения в виде медленных волн и эпилептической активности.

Болезнь Тея-Сакса

При болезни Тея-Сакса в ответ на световую стимуляцию в затылочных отведениях регистрируются высокоамплитудные острые волны.

Изменения ЭЭГ при амавротической идиотии

Амавротическая идиотия сопровождается появлением на электроэнцефалограмме трифазных комплексов, включающих θ -и δ -компоненты, идущих с нерегулярной частотой 6.

Признаки фенилпировиноградной олигофрении

При фенилпировиноградной олигофрении, протекающей с судорогами, на ЭЭГ также может наблюдаться гипсаритмия с сериями комплексов спайк-волна.

Изменения ЭЭГ при болезни Гоше

Патологические изменения в виде медленных волн и эпилептических разрядов описаны при болезни Гоше, представляющей собой генетически обусловленное нарушение метаболизма гликоцереброзидов.

Признаки наследственной фенилкетонурии

Особое значение имеет динамическое наблюдение за ЭЭГ при диетическом лечении наследственной фенилкетонурии.

При этом заболевании вследствие диффузного поражения мозга, обусловленного тяжелыми нарушениями метаболизма фенилаланина, возникают грубые нарушения электроэнцефалограмм, проявляющиеся диффузным ее замедлением с высокоамплитудными (до 200-300 мкВ) δ -волнами, комбинирующимися с острыми волнами, спайком, комплексами спайк-волна. При тяжелом течении заболевания возникают эпилептические, астатические, атонические и «салаам»-припадки, а изменения ЭЭГ соответствуют картине гипсаритмии. У детей с началом диетического лечения ранее 3 месяцев жизни частота и выраженность патологических изменений на электроэнцефалограмме достоверно ниже, чем у нелеченых или с более поздним началом лечения. При лечении, начатом позднее 3 месяцев, в возрасте 6-8 лет наблюдается ухудшение показателей ЭЭГ. Контроль ЭЭГ показан при начале лечения и к концу 1, 2, 4 и 6-го года жизни. У детей с нормальным развитием, находящихся на диетическом лечении, после 6 лет показано исследование ЭЭГ с нагрузкой фенилаланином; в случае выявления патологии лечение продлевают на год с последующим аналогичным контролем ЭЭГ. После отмены диетического лечения контрольные исследования ЭЭГ производят каждые полгода и в случае обнаружения выраженного ухудшения ЭЭГ лечение возобновляют.

Синдром Рэтта

Синдром Рэтта представляет собой прогрессирующую энцефалопатию, развивающуюся у девочек на шестом месяце и проявляющуюся задержкой физического и психического развития, аутизмом, деменцией, стереотипными навязчивыми движениями и эпилептическими припадками. Обычно до 3 лет ЭЭГ не отличается от возрастной нормы. С этого возраста появляется и нарастает медленная и эпилептиформная активность в виде спайков, множественных спайков и комплексов спайк-волна. После 10 лет эпилептиформная активность уменьшается, но медленная активность продолжает нарастать.

При заболеваниях, связанных преимущественно с поражением образований стриарного комплекса, наблюдаются неспецифические изменения, зависящие главным образом от

тяжести поражения и вовлечения в процесс других структур, в первую очередь неспецифических таламокортикальных систем и коры.

Изменения ЭЭГ при паркинсонизме

Частота обнаружения изменений ЭЭГ у больных паркинсонизмом варьирует в работах разных авторов от 3 до 40%, что зависит от критериев оценки нормы и патологии, а также от тяжести, длительности заболевания и его этиологии. Наиболее часто на ЭЭГ больных паркинсонизмом наблюдается замедление основного ритма. В части случаев наблюдается исчезновение α -ритма, в других — возрастание его амплитуды до 100 мкВ и более. Характерным считают появление избыточного количества θ -ритма, особенно типичного для акинетических форм. Отмечаемой большинством авторов особенностью больных паркинсонизмом является снижение или полное отсутствие на ЭЭГ реакции активации на фото-и фоностимуляцию. При акинетико-ригидном синдроме исследование ЭЭГ преследует цель уточнения его этиологии. Обнаружение грубых фокальных δ -волн и эпилептических разрядов при клинике гемипаркинсонизма скорее говорит в пользу какого-то деструктивного или неопластического фокального процесса, чем в пользу постэнцефалитического паркинсонизма или болезни Паркинсона.

Признаки гепатоцеребральной дистрофии

При гепатоцеребральной дистрофии в 2/3 случаев отмечаются патологические изменения в виде медленных волн на электроэнцефалограмме. Только у больных с признаками выраженной печеночной недостаточности появляются грубые патологические изменения в виде высокоамплитудных δ -волн, полифазных высокоамплитудных колебаний, пароксизмов билатерально-синхронной эпилептической активности. При гепатоцеребральной дистрофии изменения на ЭЭГ относительно менее выражены, чем при декомпенсированных гепатитах и циррозах печени с церебропатиями.

Торсионная дистония

При торсионной дистонии изменения на ЭЭГ наблюдаются редко и в большинстве случаев характеризуются диффузными θ -волнами, не превышающими по амплитуде доминирующего α -ритма, отмечается также повышенный процент низкоамплитудных ЭЭГ по сравнению с нормой.

Изменения ЭЭГ при синдроме Туретта

При синдроме Туретта патологические изменения на электроэнцефалограмме, по разным авторам, встречаются от 12 до 95%. В специально отобранной группе 30 больных, точно соответствовавших критериям распознавания этого заболевания, изменения ЭЭГ обнаружены только у 20% (2 — замедление фоновой активности и избыток θ - и δ -волн, 4 — эпилептиформная активность), причем у 5 из 6 больных с изменениями в ЭЭГ в отличие от остальных обследованных были мигрени¹⁸. Авторы полагают, что изменения ЭЭГ не характерны для собственно синдрома Туретта и обнаружение их чаще обусловлено другим сопутствующим синдромом или заболеванием.

Расшифровка ЭЭГ

На первом этапе расшифровки ЭЭГ необходимо просмотреть ее всю от начала до конца, чтобы составить о ней общее представление (условия регистрации, наличие артефактов, реакция на нагрузки, наличие пароксизмальной и локальной патологической активности).

Обработка электроэнцефалограммы для визуального и математического анализа ЭЭГ, а также формирования заключения, включает:

- редактирование записи, связанное с удалением артефактов;
- выделение участков, представляющих интерес для математического анализа;
- математический анализ записей с получением на экране его результатов в числовом и графическом виде;
- специальные преобразования (например, фильтрацию), а также другие вспомогательные операции (необходимо проводить для идентификации определенных паттернов ЭЭГ);
- документирование исследования, состоящее в выдаче на печать числовых и графических результатов.

Формирование медицинского заключения

При диагностической оценке ЭЭГ учитываются частотный состав ЭЭГ, ее компоненты и характер организации (паттерн) биоэлектрической активности.

Заключение ЭЭГ – обследования должно включать время и дату записи, фамилию, имя, отчество и возраст обследуемого, клинический диагноз.

Текстовые заключения, составляемые электрофизиологом, представляют основной результат ЭЭГ-исследования и требуют учета имеющихся нейрофизиологических представлений и особенностей клинического состояния для каждого обследуемого.

Первая часть – вступительная, в ней раскрываются условия записи: на фоне каких препаратов производилась запись, в каком состоянии находился больной, открыты или закрыты глаза, в условиях привлеченного внимания или в пассивном расслабленном состоянии бодрствования, в состоянии сна и т.д.

Вторая часть – описательная, в ней рассмотрены все виды активности. Описание ЭЭГ должно включать все характеристики записи, как нормальные, так и аномальные; главные, наиболее выраженные компоненты; выделение отдельных типов биоэлектрических потенциалов, их характера; определение локализации их источников в головном мозге.

Целью является полный и объективный отчет, который позволит другим ЭЭГ-специалистам прийти к выводу относительно нормальности или степени аномальности записи по описанию без необходимости просматривать исходную ЭЭГ. Хорошо и полно описанная ЭЭГ дает возможность врачу-эксперту объективно оценить функциональное состояние мозга и локализацию очагов ирритации или медленноволновой активности. Предварительно следует просмотреть всю запись ЭЭГ, чтобы составить общее впечатление, выявить артефакты и наличие пароксизмальной активности. Расшифровка начинается с фоновой и доминирующей активности. Обязательные характеристики, которые должны быть указаны, – это частота, амплитуда, степень проявления и зональные различия. При описании α -ритма важно учитывать форму волн, модуляцию, асимметрию, склонность к формированию вспышек. Аналогичным образом описываются и другие ритмы: β -ритм, θ -колебания, δ -активность.

Далее должно идти описание нарушений, не относящихся к фоновой активности: наличие различных вспышек, пароксизмальных разрядов, состоящих из β -, θ -, δ -волн или комплексов пиков, острых и медленных волн различной амплитуды и длительности;

распространенность (диффузные, локальные), топография или локализация, симметрия/асимметрия, синхронность (внутри или межполушарная), амплитуда, временные характеристики (непрерывная, периодическая, эпизодическая, пароксизмальная), количество аномальных паттернов. Описываются эффекты гипервентиляции и фотостимуляции, включая нормальные и аномальные ответы. Если гипервентиляция или фотостимуляция не проводились, необходимо указать причину.

При оценке ЭЭГ следует принимать во внимание известные положения, принятые на основе многочисленных исследований. Генерализованные сдвиги, захватывающие все отделы больших полушарий мозга, и изменения, возникающие синхронно в симметричных областях обоих полушарий, обычно связывают с дисфункцией стволовых структур, поражением гипоталамической области и некоторых других мезодиэнцефальных образований.

Важны выявление и оценка локальных патологических знаков, их характера, локализации. Фокус патологической активности обычно выражается в виде δ - или θ -активности, по амплитуде превышающей фоновую активность, и локального усиления β -активности.

Определенные паттерны ЭЭГ подтверждают более или менее специфические клинические ситуации. δ -Фокус может говорить о структурном поражении, определенные типы спайков или острых волн подтверждают потенциальный эпилептогенез. Если присутствуют несколько видов нарушений, желательно ограничиться списком из двух или трех главных нарушений, которые наиболее характерны для данной записи.

Третья часть – интерпретация. Это выводы, которые делаются на основании полученных данных и выносятся в отдельный раздел расшифровки ЭЭГ «Заключение». При этом следует помнить основное правило: ЭЭГ нозологически неспецифична, является вспомогательным методом, и ни в коем случае нельзя ставить диагноз только на основании ЭЭГ-данных.

В заключении следует указать, имеются ли изменения в ЭЭГ, каков характер этих изменений, степень проявления и локализация. Такие изменения, как острые волны, спайки, комплексы спайк-волна и острая волна-медленная волна, а также разряды в заключении следует характеризовать как эпилептиформную активность, а не как эпилептическую, поскольку перечисленные виды активности могут встречаться не только при эпилепсии, но и при других нозологических формах: неврозах, олигофрении, травмах и др.

При наличии данных предыдущих ЭЭГ-записей необходимо включать их в сравнение с результатами проведенного исследования. При этом важно не упустить ряд существенных деталей. Эту возможность дает система правил (алгоритм) расшифровки ЭЭГ.

Плюсы и минусы электроэнцефалографии

Недостатки и ограничения электроэнцефалографии

Следует всегда понимать границы возможностей методики. Регистрация ЭЭГ позволяет оценить состояние системы генерации суммарной биоэлектрической активности головного мозга. «Работоспособность» механизмов биоэлектrogenеза выступает надежным нейрофизиологическим коррелятом функционального состояния центральной нервной системы (ЦНС). ЭЭГ, как всякая функциональная методика, не может локализовать структурные поражения. ЭЭГ не может по параметрам нейродинамики

инвариантно констатировать нарушения психических функций и оценивать их тяжесть. Амплитудно-частотные параметры ЭЭГ слабо коррелируют с протеканием психических функций.

Преимущества метода

В отличие от ЭЭГ, такие нейровизуализационные методы, как «функциональный нейроимиджинг» — ПЭТ и СПЭКТ в большом числе случаев оказываются недостаточно чувствительными и специфичными, особенно на начальных стадиях заболеваний головного мозга или при преобладании метаболических нарушений над структурно-морфологическими как при некоторых формах склерозирующих и некротизирующих энцефалитов, дегенеративных и динамических ишемических нарушениях.

Заключение

В последнее время электроэнцефалографии часто противопоставляются новые, высокотехнологичные методы для отображения мозговой активности, типа позитронно-эмиссионной или функциональной магнитно-резонансной томографии (ПЭТ и фМРТ). Эти методы обеспечивают детализированное изображение структур мозга, включаемых в функционирование в норме или при повреждении патологическими процессами.

Каковы же преимущества ЭЭГ? Некоторые из них очевидны: ЭЭГ довольно проста в использовании, дешева и не связана с воздействием на испытуемого (неинвазивна). ЭЭГ может быть зарегистрирована около кровати пациента и использоваться для контроля стадии эпилепсии, длительного мониторинга мозговой активности. Но имеется еще одно, не такое очевидное, но очень ценное преимущество ЭЭГ. Фактически, ПЭТ и фМРТ основаны на измерении вторичных метаболических изменений в ткани мозга, а не первичных (то есть электрических процессов в нервных клетках). ЭЭГ может показать один из основных параметров работы нервной системы - свойство ритмичности, которое отражает согласованность работы разных структур мозга. Следовательно, при записи электрической (а также магнитной) энцефалограммы, нейрофизиолог имеет доступ к фактическим механизмам обработки информации мозга. Это помогает обнаружить схему процессов, задействованных мозгом, показывая не только «где», но и «как» информация обработана в мозге. Именно эта возможность делает ЭЭГ уникальным и, безусловно, ценным методом диагностики.

Электроэнцефалографические обследования позволяют раскрыть, как человеческий мозг использует свои функциональные резервы.

Источники литературы

1. Русинов В.С. Некоторые вопросы теории электроэнцефалограммы. В кн.: Физиология. Л., 1954, с. 235—256.
2. Майорчик В.Е. Электрофизиологический анализ функциональных свойств коры больших полушарий в зоне патологического очага. Физиол. журн. СССР, 1957, т. 3, с. 193-201.
3. Бехтерева Н.П. Биопотенциалы больших полушарий головного мозга при супратенториальных опухолях. Л. 1960.
4. Костюк П.Г., Шаповалов А.И. Электрофизиология нейрона. В кн.: Современные проблемы электрофизиологических исследований нервной системы. М.: Медицина, 1964, с. 31-50.
5. Анохин П.К. Нейрофизиологические основы электрической активности коры головного мозга. В кн.: Основные вопросы электрофизиологии центральной нервной системы. АН УССР, 1962, с. 132—163.