

American Clinical Neurophysiology Society
Guideline 12.
Guidelines for Long-Term Monitoring for Epilepsy

Американское Общество Клинической Нейрофизиологии

Рекомендации по длительному мониторингу при эпилепсии

I. ВВЕДЕНИЕ

Длительный мониторинг при эпилепсии (ДМЭ) обозначает одновременную запись ЭЭГ и клинического состояния пациента (поведения) на протяжении длительного периода (или отдельных периодов) времени с целью оценки пациентов с пароксизмальными нарушениями церебральной функции. ДМЭ применяется в ситуациях, когда важно сопоставить клиническое поведение с феноменами ЭЭГ. Длительные записи ЭЭГ могут быть полезны в различных ситуациях, когда у пациентов имеются непостоянные, преходящие нарушения, которые сложно зарегистрировать во время рутинного исследования ЭЭГ. Данные рекомендации относятся только к пациентам с эпилепсией или подозрением на нее, и не включают особенности мониторинга в условиях отделений интенсивной терапии, операционной или лаборатории сна.

Длительность ДМЭ может быть различной, зависит от показаний к мониторингу и частоты приступов. Поскольку преходящие нарушения, которые представляют интерес, могут возникать редко и часто непредсказуемо, время, необходимое для документации (регистрации) эпилептиформной активности или приступов, может варьировать от нескольких часов до недель. С точки зрения диагностической эффективности требуется продолжать непрерывную запись до тех пор, пока не будет получено достаточных данных. Следовательно, термин «длительный» относится скорее к *возможности* записи на протяжении длительного периода времени, чем к конкретной длительности записи у данного пациента. Термин «мониторинг» не предполагает обязательного анализа в режиме реального времени.

Достижения цифровой технологии увеличили возможности записи, хранения и анализа данных ДМЭ, и цифровые системы в настоящее время являются стандартом. Дальнейший прогресс в технологиях может повлечь за собой изменения в рекомендациях.

II. ПОКАЗАНИЯ К ДМЭ

Последующий список показаний не является исчерпывающим, возможны дополнения.

A. Диагноз

1. Идентификация эпилептических пароксизмальных электрографических и поведенческих нарушений. Они включают эпилептические приступы, клинические и субклинические, а также документированные интериктальные эпилептиформные разряды. ЭЭГ и/или поведенческие нарушения могут помочь в дифференциальном диагнозе между эпилепсией и состояниями с преходящей симптоматикой неэпилептического генеза (например, синкопы, сердечные аритмии, транзиторные ишемические атаки, нарколепсия, другие нарушения сна, психогенные приступы, другие поведенческие расстройства).
2. Верификация эпилептической природы новых «приступов» у пациента с ранее диагностированной эпилепсией и удовлетворительным контролем приступов.

B. Классификация

1. Классификация клинического типа приступов у пациентов с подтвержденной эпилепсией, но недостаточно четкой, неоднозначной клинической картиной приступов
2. Характеристика (латерализация, локализация, распространенность) нарушений ЭЭГ, как иктальных, так и интериктальных. Характеристика иктальных и интериктальных эпилептиформных нарушений особенно важна у пациентов с резистентной эпилепсией – кандидатов на хирургическое лечение.
3. Характеристика взаимосвязи приступов и отдельных провоцирующих условий или стимулов (например, ночные, катамениальные, ситуационно-обусловленные, возникающие при выполнении определенной деятельности). Верификация и/или характеристика временных паттернов возникновения приступов, спонтанных или связанных с терапевтическими мероприятиями (например, время приема лекарств).

4. Характеристика клинических последствий (коррелятов) эпилептиформных разрядов при помощи специальных методик тестирования.

C. Количественная оценка

1. Оценка количества или частоты приступов и/или интериктальных разрядов и их связь с естественными событиями или циклами
2. Количественная документация воздействия на ЭЭГ (иктальную и интериктальную) лечения или его модификации (например, смена препарата).
3. Мониторинг объективных параметров ЭЭГ полезен у пациентов с частыми приступами, особенно абсансами и другими типами приступов с минимальными клиническими проявлениями.

III. КВАЛИФИКАЦИЯ И ОБЯЗАННОСТИ ПЕРСОНАЛА

A. Руководитель лаборатории

Квалификация

1. Врач с квалификацией, соответствующей руководителю лаборатории ЭЭГ (т.е. сертифицирован в области неврологии, детской неврологии, нейрохирургии или психиатрии).
2. Сертификация по ЭЭГ
3. Специальное обучение по применению оборудования ДМЭ, которое обычно является более сложным, чем для рутинной ЭЭГ. Требуются специальные знания технических аспектов записи, хранения и воспроизведения. Желательно иметь базовые представления и навыки работы с электроникой и компьютерными устройствами
4. Специальное обучение для интерпретации данных ЭЭГ и видео в условиях лаборатории ДМЭ. Необходимы опыт и знания, которые превосходят таковые для рутинной ЭЭГ, поскольку значительная часть анализа приходится на сложные иктальные и интериктальные феномены, а также артефакты, которые редко встречаются в практике работы обычной ЭЭГ лаборатории. Анализ ДМЭ требует умения одновременного анализа и сопоставления данных видео (клиника) и ЭЭГ.
5. Как минимум, рекомендуется получить опыт практического использования оборудования ДМЭ в одной из крупных лабораторий ДМЭ, желательно под руководством опытного специалиста, который отвечает критериям квалификации для руководства или курирования лаборатории ДМЭ.

Обязанности

1. Руководитель или медицинской куратор лаборатории ДМЭ должен иметь те же обязанности, что и руководитель лаборатории ЭЭГ. Он должен обладать знаниями и навыками по ведению пациентов с приступами.
2. Дополнительные обязанности включают окончательную интерпретацию данных ДМЭ с диагностическими и патофизиологическими выводами и заключениями.

B. Электроэнцефалографист ДМЭ

Квалификация

1. Врач с квалификацией, достаточной для клинического электроэнцефалографиста
2. Необходимы специализированное обучение и опыт использования оборудования ДМЭ, интерпретации результатов исследования, предпочтительно под управлением специалиста, который отвечает требованиям, предъявляемым к руководителю лаборатории ДМЭ.

Обязанности

1. Обязанности включают анализ собранных электрографических и клинических данных во всех доступных форматах, написание отчета, а также и окончательную интерпретацию данных ДМЭ с диагностическими и патофизиологическими формулировками (выводами) – в отсутствие руководителя лаборатории или вместо него.

С. ЭЭГ технолог

Квалификация

1. Технолог с минимальной квалификацией ЭЭГ технолога, которая установлена национальным сертифицирующим органом.
2. Специальное обучение по использованию и обслуживанию оборудования ДМЭ, с особым упором на знание способов непрерывного (мониторинг) контроля сохранности записываемых данных.
3. Специальное обучение и навыки распознавания икталных и интерикталных электрографических паттернов и их дифференциацию от артефактов.
4. Специальное обучение и навыки ведения пациента во время приступов или ургентных ситуаций, связанных с приступами. Необходимо обучение по сердечно-легочным реанимационным мероприятиям.

Обязанности

1. ДМЭ технолог имеет также же обязанности, как и технолог рутинной ЭЭГ
2. Дополнительные обязанности включают техническое управление во время исследований ДМЭ (например, подготовка пациента, установка и подготовка оборудования, собственно запись данных).
3. Под руководством дежурного врача ЭЭГ выполняется воспроизведение данных, с возможным сокращением объема информации, подготовка записи в форме, пригодной для интерпретации. Это может включать «прескрининг» ЭЭГ для выделения отдельных фрагментов записи ЭЭГ и видео для последующего тщательного анализа и интерпретации врачом.

D. Техник мониторинга

Квалификация

1. Специальное обучение и навыки распознавания икталных поведенческих (клинических) феноменов и взаимодействия с пациентом во время приступов для выявления специфических икталных симптомов.
2. Специальное обучение и навыки использования оборудования мониторинга в зависимости от специфических обязанностей техника.
3. Если требуется непосредственное наблюдение за пациентом, необходимо специальное обучение и навыки ведения пациента во время приступа, ургентных ситуаций, связанных с приступами. Необходимо обучение по сердечно-легочным реанимационным мероприятиям.

Обязанности

1. Наблюдение за пациентом (прямое или по видеомониторам за несколькими пациентами) для идентификации и документирования (аннотации) икталных событий и взаимодействие с пациентами во время приступов, оповещение соответствующего персонала (врач, ЭЭГ технолог, средний медицинский персонал) при возникновении приступов.
2. В зависимости от предшествующего обучения и требований, техник мониторинга может также управлять видеокамерой, чтобы пациент всегда находился в поле зрения и фокусе,

отслеживать адекватное функционирование устройств записи ЭЭГ, вызывая соответствующий персонал при возникновении проблем.

3. Первичной обязанностью техника мониторинга является непрерывное наблюдение за пациентом, которое не требует знаний и квалификации врача, ЭЭГ технолога или среднего медперсонала, однако медицинский и технический персонал должен быть всегда доступен при оповещении техником мониторинга. Поскольку техник мониторинга может являться первым доступным звеном для пациента, он должен иметь необходимые минимальные знания по ведению пациента во время приступа.
4. Целостность устройств регистрации включает в себя также целостность электродов.

IV. ОБОРУДОВАНИЕ И ПРОЦЕДУРЫ

Этот раздел является обсуждением ЭЭГ оборудования, которое необходимо для длительного нейродиагностического мониторинга и способов его использования. Если не указано иное, это не означает строгих требований, а большей частью представляет рекомендации по использованию.

A. Типы электродов

Скальп

1. Диск (чашечковый)
 - a) Используются для скальповой ДМЭ и амбулаторного мониторинга
 - b) Электроды должны крепиться коллодием для эффективности длительной записи
 - c) Наилучшими являются электроды с отверстием для периодического добавления электродного проводящего вещества
2. Игольчатые электроды не рекомендуются для длительных записей

Позиционирование базального экстракраниального электрода

1. Сфеноидальные электроды используются для регистрации эпилептиформной активности, исходящей из мезиальных или передних отделов височной доли в области овального отверстия. Жесткие иглы не рекомендуются. Лучше всего применять тонкие гибкие сплетенные нержавеющие стальные изолированные (за исключением кончика) провода, которые могут использоваться в течение нескольких дней и недель.
2. Другие локализации, например, назотомоидальная, супраоптическая, или слуховой канал, также использовались, однако показания для них неочевидны. Эти электроды не рекомендуются для рутинного использования.
3. Имеются все больше данных, подтверждающих, что мочка уха, передневисочная или нижневисочная локализация электрода в большинстве случаев не уступают по информативности сфеноидальному.
4. Назофарингеальная локализация не должна использоваться при ДМЭ из-за возникающего раздражения окружающих тканей, а также отсутствия достоверных данных о преимуществе назофарингеального электрода перед другими.

Интракраниальные

1. Эпидуральные и субдуральные электроды используются для записи с поверхности мозга. Электродные «решетки» (grids) сделаны из небольших платиновых или стальных дисков, которые крепятся на мягком силиконе. Каждая решетка состоит из 4-64 контактных точек, на расстоянии друг от друга от нескольких миллиметров до 1 см. Решетки накладываются эпи- или субдурально поверх коры головного мозга, для чего необходима краниотомия. Электродные «полоски» (strips) состоят из ряда дисков на силиконе, или пучка тонких проводов, кончик каждой из которых является регистрирующей точкой. «Полоски» обычно вводятся через трепанационное отверстие.

2. Интрацеребральные или глубинные электроды используются для записи внутримозговых структур. Процедуры и типы электродов разнообразны. Два основных типа – это жесткие и гибкие электроды. Большинство электродов являются мультиконтактными – до 16 точек записи вдоль ствола, они сделаны либо из нержавеющей стали, либо из МРТ-совместимых материалов, например, нихрома (никель-хромовый сплав)
3. Электроды овального отверстия используются для регистрации активности мезиальных височных структур и не требуют пенетрации костей черепа. Специальный гибкий электрод, имеющий от 1 до 4 контактов, располагается в обводной цистерне при помощи иглы, введенной в овальное отверстие. Эти электроды не располагаются так близко к гиппокампу, как интрацеребральные, не имеют большой записывающей поверхности, как «решетки» или «полоски», однако обладают большей чувствительностью при мезиальных височных ЭЭГ разрядах, чем сфеноидальные или скальповые электроды. Когда экстракраниальные исследования не дают четкого ответа, электроды овального отверстия являются менее инвазивной альтернативой интрацеребральным исследованиям. Они могут использоваться также в комбинации с «решетками» и «полосками». Электроды овального отверстия также могут изготавливаться из МРТ-совместимых материалов.
4. При всех способах применения интракраниальных электродов необходимо соблюдать меры предосторожности для предупреждения инфекционных осложнений.
5. Все интракраниальные электроды и межэлектродные коннекторы должны «фиксироваться» вдоль скальпа. Обычно это выполняется после проверки импеданса наложением второго бандажа.

В. Усилители ЭЭГ

1. Рекомендуются следующие характеристики:
 - низкочастотный ответ 0.5 Гц и ниже
 - высокочастотный ответ 70 Гц и выше
 - уровень шума менее 1 $\mu\text{V rms}$
 - входной импеданс не менее 1 мегаом
 - подавление синфазных помех не менее 60 дБ
 - динамический диапазон не менее 40 дБ
2. Частотные фильтры и усиление на модуле записи должны иметь значения, позволяющие регистрировать не «гладкие кривые», а максимально полные данные, которые в дальнейшем при необходимости могут быть модифицированы уже при просмотре данных.

С. Запись, хранение и воспроизведение ЭЭГ и видео-ЭЭГ

Метод записи/хранения ЭЭГ изменился с аналогового на цифровой (см.общие рекомендации по использованию цифрового оборудования). Кроме того,

1. Для задач ДМЭ оборудование должно иметь возможность записывать в течение минимум 24 часов видео и 32-64 канала ЭЭГ. Большинство производителей позволяют также запись 128 каналов ЭЭГ.
2. Устройства хранения также должны иметь объем, достаточный для хранения минимум 24 часов видео и ЭЭГ.
3. Станции воспроизведения и просмотра должны иметь емкость не менее 30 ГБ для 24-часовой записи видео и ЭЭГ. Просмотр в принципе может осуществляться на той же системе, которая используется для записи ЭЭГ, однако рекомендуется отдельная станция просмотра для врача, поскольку во многих случаях требуется более 24 часов непрерывной регистрации. Во всех случаях, все данные должны быть просмотрены до их архивации или сокращения объема в целях последующей архивации.

V. ОБОРУДОВАНИЕ И ПРОЦЕДУРЫ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ

ПОВЕДЕНИЯ И КОРЕЛЯЦИИ С ЭЭГ

Основная задача ДМЭ – это корреляция поведения пациента с данными ЭЭГ. Системы должны позволять отмечать соответствующие события пациентом или другими наблюдателями, и делать отметки (аннотации) персоналу. Клинические и ЭЭГ данные взаимно дополняют друг друга. Неясное, причудливое иктакльное поведение, которое с трудом определяется как приступ, можно аккуратно идентифицировать при наличии одновременных эпилептиформных разрядов на ЭЭГ. И, наоборот, видео-регистрация классических клинических проявлений приступа может быть достаточной для диагностики эпилепсии даже в отсутствие четких эпилептиформных нарушений во время данного эпизода. Имеются различные методики клинического мониторинга и его корреляции с ЭЭГ. В данном разделе обсуждаются преимущества и недостатки по каждой из них, и рекомендации по адекватному их применению.

А. Типы мониторинга поведения

1. Самоотчет (self-reporting)

- a) Характеристика - ежедневник, где пациент отмечает возникновение «эпизодов», которые вызывают вопросы. Это основная форма мониторинга поведения при амбулаторных записях ЭЭГ, она является вспомогательной при ДМЭ. Более современный способ – использование специальной «кнопки пациента» на амбулаторном устройстве записи ЭЭГ, или у постели пациента.
- b) Преимущества - простота, не требует специального оборудования, это практический способ мониторинга пациентов с нечастыми приступами, которые имеют предвестники или не вызывают амнезию. При использовании в амбулаторных условиях может дать информацию по влиянию циркадных ритмов, окружающих факторов, влиянию флуктуаций противосудорожных препаратов на приступную активность.
- c) Недостатки – корреляция носит субъективный характер, запись поведения недоступна для детального визуального анализа, временные корреляции могут быть недостаточно точными даже при использовании «кнопки событий», корреляция невозможна для приступов с последующей амнезией и без предвестников, иктакльное описание обычно недостаточно, не может использоваться для окончательных выводов в прехирургической практике, однако при наличии 16-24 каналов амбулаторной записи может минимизировать мониторинг в стационарных условиях.

2. Отчет наблюдателя (observer reporting)

- a) Характеристика – отчет наблюдателя дополняет самоотчет пациента (ежедневник). Отчет обученным больничным персоналом может быть объективным и включает использование стандартизованных вопросников (да/нет), прямого взаимодействия с пациентом для оценки психических функций (уровень сознания, речь, память) и неврологического дефицита. «Кнопка событий», активированная членом семьи, другом, или персоналом лаборатории ДМЭ, может обеспечить временную корреляцию клинических эпизодов с амбулаторной или стационарной записью ЭЭГ. Это основная форма мониторинга поведения в амбулаторных ЭЭГ исследованиях, особенно у маленьких детей или пациентов с интеллектуальным дефицитом, которые неспособны к самоотчету. Она также может быть полезна в стационарных условиях при наличии персонала, который может следить за поведением пациента.
- b) Преимущества – простой и недорогой способ, не требует специального оборудования, легко позволяет осуществить интерактивную оценку, которая может быть критичной для оценки функционального дефицита во время эпизодов. Поскольку может применяться у пациентов с приступами без предвестников и последующей амнезией, полезен у пациентов с нечастыми приступами
- c) Недостатки – корреляция субъективна, запись поведения недоступна для детального визуального анализа, временные корреляции неточны даже при использовании «кнопки событий», недостаточна для прехирургической оценки. Приступы могут быть не замечены, если наблюдатель не следит за пациентом непрерывно.

3. Видеозапись

- a) Характеристика – основной и наиболее эффективный способ мониторинга поведения в стационарных условиях. Поведение пациента непрерывно записывается на видео одновременно с ЭЭГ (ВЭЭГ). Наблюдения персонала лаборатории ДМЭ, самоотчет пациента, или автоматический компьютерный анализ ЭЭГ идентифицируют эпизоды, которые могут являться приступами, и требуют дальнейшего детального анализа. Прямая оценка неврологических функций персоналом является важным дополнением. Врач, как правило, получает исчерпывающий список событий для просмотра или анализа.
 - b) Преимущества – объективная регистрация поведения, доступная для неоднократного воспроизведения, позволяющая прямую корреляцию с ЭЭГ. Временная корреляция очень точная благодаря генерации специальных временных кодов (метки), которые записываются на ленту или диск. Видеозапись полезна при всех приступах с минимальными клиническими проявлениями. Взаимодействие между персоналом и пациентом, если оно следует правильными протоколам, определяет события более четко, чем другие способы
 - c) Недостатки – требуется специальное оборудование, очень большие временные затраты. При регистрации в отсутствие персонала, интерактивная оценка неврологических функций невозможна. Большой проблемой является ограничение свободы передвижения пациента, вызванное необходимостью находиться в поле зрения видеокамеры.
4. Полиграфический мониторинг и мониторинг времени реакции. Существует множество методов для регистрации поведенческой активности. Мониторинг специфических физиологических функций, таких как движения глаз и ЭМГ, могут быть чрезвычайно полезны в описании иктальных событий. Когнитивные нарушения можно документировать измерением времени реакции, записывая время подачи стимула и ответа. Эта методика может также показать, что разряды, которые часто рассматриваются как интериктальные, на самом деле могут вызывать переходящие когнитивные нарушения. Выбор правильных методов тестирования, регистрация результатов на протяжении длительного времени с их последующей количественной оценкой, могут изменить представление, что является «иктальным» у данного пациента. Персонал лаборатории ДМЭ должен тестировать уровень бодрствования, память, речь и главные двигательные функции, используя стандартные протоколы во время иктальных событий.

В. Оборудование – запись данных поведения

1. Видеокамеры

- a) Стандартная монохромная (черно-белая) – требует освещения 0.5 футсвеч (1 футсвеча = 10.76 люкса), удовлетворительна для дневного мониторинга, недостаточна для ночного мониторинга (низкая освещенность)
- b) Монохромная с низким уровнем света – позволяет мониторинг при 0.03 футсвеч, особенно чувствительна к красному свету, полезна при ночном мониторинге (низкая освещенность), необходима автоматическая диафрагма для компенсации резкого увеличения освещенности, особенно фокального, что может вызвать «помутнение» изображения
- c) Цветная – требует 25 футсвеч освещенности, позволяет лучше различать детали лица, чем монохромная, полезна для оценки некоторых вегетативных изменений (бледность, гиперемия), не подходит для ночного мониторинга, исключительно цветные камеры непрактичны
- d) Цветная с низким уровнем света – требует от 1 до 10 футсвеч, может использоваться при ночном мониторинге с небольшим ночным освещением, более дорогая
- e) Сенсор-монохромная – обладает хорошим разрешением, нет эффекта «помутнения», устойчива к снижению освещенности, есть модели со встроенным инфракрасным излучателем

2. Видеокамеры - диафрагма

- a) Стандартная – требует ручной регулировки при изменении уровня освещенности, неудобна в использовании
- b) Автоматическая – автоматически подстраивается под уровень освещенности, облегчает задачу при длительном мониторинге с меняющимся уровнем освещенности, изредка может возникать эффект «помутнения», который корректируется вручную.

3. Видеокамеры – линзы (поле обзора)

- a) Стандартная – размер поля обзора фиксированный, зависит от расстояния между камерой и объектом
- b) Фиксированная широкоугольная – увеличивает обзор за счет уменьшения мелких деталей, пациента легче «держать» в поле зрения
- c) с дистанционным «зумом» - позволяет персоналу выбирать участок тела, область «интереса» (например, область дебюта при простых моторных парциальных приступах),
- d) с дистанционным «зумом» широкоугольная – сочетает преимущества двух вышеуказанных типов

4. Видеокамеры - мобильность

- a) Фиксированная позиция – требует, чтобы пациент находился в пределах неизменяемого поля обзора камеры, затрудняет длительный мониторинг
- b) Мобильная или портативная камера – можно менять ее положение в комнате, однако требует, чтобы техник входил в палату пациента и физически менял местоположение камеры
- c) Дистанционное управление – позволяет персоналу всегда держать пациента в поле зрения при его перемещении по комнате, изменять также вертикальный угол камеры, рекомендуется для постоянных палат мониторинга. Специальные контрольные панели позволяют управлять также фокусом, «приближать-удалять» изображение

2. Аудио – микрофоны. В дополнение к видео важно иметь также аудиозапись клинического эпизода, которая включает не только вербальную активность пациента, но также описание поведения и неврологической функции персоналом лаборатории ДМЭ при тестировании пациента

- a) Узконаправленный – регистрирует звуки только перед микрофоном, устраняет посторонние шумы, требует изменения положения при перемещении пациента в палате, обычно крепится на видеокамеру
- b) Широконаправленный – регистрирует звуки в «сферической» области вокруг микрофона, устраняет необходимость перемещения микрофона, однако запись легко может «засоряться» посторонними звуками, рассматривается как минимальный стандарт.
- c) Саундмикшер – устройство, которое комбинирует множество источников звука, как узконаправленных, так и широконаправленных, в общий аудиосигнал

С. Оборудование – хранение и воспроизведение данных поведения

- 1. Цифровое хранение – в настоящее время стандарт для ДМЭ. Это более надежный способ, позволяющий, в отличие от аналоговых, избегать «старения», деградации данных. Необходимо иметь объем, как минимум, для хранения 24 часов непрерывной записи видео и ЭЭГ
- 2. Дисплей (мониторы)

- a) Монохромные – достигают оптического разрешения в 525 парных линий, удовлетворительно для ДМЭ, на некоторых мониторах возможно разрешение до 1000 парных линий.
- b) Цветные - достигают оптического разрешения в 250 парных линий, минимальный стандарт для ДМЭ. В настоящее время стандартом является разрешение экрана 1600 x 1200 пикселей при диагонали экрана в 20 дюймов и более.

D. Протоколы хранения данных поведения

1. Протокол для начального анализа

- a) Все видео/аудио данные мониторинга, а также ЭЭГ должны сохраняться до выполнения просмотра и анализа персоналом
- b) Если ДМЭ предназначен только для анализа клинических эпизодов, допускается частичная редукция данных, сохраняя только участки с видео/аудио/ЭЭГ клинических эпизодов.

2. Хранение для архива

- a) Если при анализе было решено, что эпизод клинически релевантный, он должен быть скопирован для последующего хранения
- b) Редактируемые данные должны включать короткие периоды (около 2 минут) до и после события, наряду со всем эпизодом. Должен быть составлен список всех отредактированных событий, который также может включаться в отчет (заключение)

E. Анализ данных поведения и корреляция с ЭЭГ

1. Анализ событий

- a) Используя программные возможности просмотра, должна быть дана детальная характеристика временной последовательности поведения пациента во время каждого клинического эпизода.
- b) Особое внимание обращается на последовательность и характер моторной активности, вербализации, ответов на стимулы, и другие важные в клиническом аспекте признаки.

2. Корреляция поведения и ЭЭГ

- a) ЭЭГ, которая по времени совпадает с эпизодом, но трактовка ее остается под вопросом, должна быть тщательно проанализирована, исследован характер изменения паттерна, в особенности иктальный участок.

Нарастание поведенческих нарушений может коррелироваться с ЭЭГ, используя синхронные временные коды, записываемые совместно с обоими сигналами. Точность временных кодов (временное разрешение) должно быть высокой, минимально допустимый интервал не должен превышать 0.5 секунды.

VI. ТЕХНИКА И МЕТОДИКА

A. Расположение электродов

1. В целях стандартизации предполагается использование международной системы 10-20. В оценке пациентов – кандидатов на хирургию эпилепсии может быть полезным использование дополнительных электродов.
2. В зависимости от клинической ситуации можно использовать и атипичное расположение электродов – таких как F9, F10 или Nz (кончик носа), а также специальные электроды, в частности сфеноидальный.

3. Интракраниальные электроды (эпидуральные, субдуральные, интрацеребральные, овального отверстия) применяются у кандидатов на хирургическое лечение. Они показаны для получения ответа на специфические вопросы, касающиеся локализации разрядов, которые определяются как фокальные при скальповой регистрации, однако фокус недостаточно очерчен для хирургических целей. Использование МРТ-совместимых металлов, таких как платина и нихром, позволяет верифицировать расположение электродов на МРТ.

В. Наложение/введение электродов

1. Дискový – методика крепления коллодием в настоящее время единственная, которая обеспечивает надежную длительную запись. Использование одной только электродной пасты не рекомендуется. Коллодий должен высушиваться медленно, для образования «пленки» над электродом, которая предотвращает высыхание геля. Для высушивания может использоваться сжатый воздух. Подлежащая кожа должна быть тщательно обработана (абразивным материалом), особенно если электроды должны оставаться на месте в течение нескольких дней. Под электродом возможно использование фетровых прокладок для уменьшения давления на кожу.
2. Сфеноидальный – вводится чрескожно билатерально ниже скуловой дуги в направлении овального отверстия электроэнцефалографистом или обученным врачом, под или без местной анестезии. Гибкие проволочные электроды располагаются на глубине 3-4 см, внутри или вдоль иглы, которая затем извлекается. Внешний провод должен быть скручен и для уменьшения натяжения фиксирован к щеке коллодием или лентой в точке выхода из кожи.
3. Эпидуральный и субдуральный – вводятся во время нейрохирургической процедуры. Электродные и субдуральные решетки накладываются прямо над доступной частью коры головного мозга после краниотомии. «Полоски» (strips) обычно вводятся через трепанационное отверстие.
4. Интрацеребральный – вводятся стереотаксическим методом в височных или экстратемпоральных областях билатерально.
5. Овального отверстия – вводится чрескожно билатерально используя доступ, который применяется для чрескожной тригеминальной ризотомии, квалифицированным нейрохирургом. Гибкий электрод с 1-4 контактами остается в обводной цистерне после извлечения иглы-проводника.

С. Уход за электродами

1. Качество записи с дисковых электродов должна ежедневно проверяться, с тем, чтобы вовремя исправлять проблемы и обеспечить непрерывность записи. Импеданс измеряется регулярно, а также при возникновении шумов и других проблем. По мере необходимости подкачивается проводящий гель для поддержания низкого электродного импеданса.
2. Сфеноидальный – необходима проверка на предмет устранения возможного натяжения записывающих проводов. Внешние участки должны периодически проверяться, чтобы убедиться в правильной фиксации к коже и минимизации возможности случайного отрыва. Необходимо убедиться, что длина окончания провода такая же, как и сразу после введения электрода.
3. Эпидуральные, субдуральные, интрацеребральные и электрод овального отверстия – если технические проблемы возникли после введения электродов, устранить их уже практически невозможно.

Д. Импеданс электродов

1. Импеданс дисковых электродов должен измеряться перед началом записи, периодически во время нее, и по окончании. Начальный импеданс должен быть ниже 5 кОм, и желательно, чтобы он не превышал этого значения во время всего исследования.
2. Сфеноидальные – импеданс измеряется как обычно, полезно также измерение импеданса при внезапном изменении характера сигнала.

3. Эпидуральные, субдуральные, интрацеребральные и электрод овального отверстия – для интракраниальных электродов возможно безопасно измерение импеданса током не более 10 нА! Это примерно в 1000 меньше, чем обычные измерения импеданса в 5-10 кОм для скальповых электродов. Следует не допускать поляризации интрацеребральных электродов. До стерилизации электродов необходимо проверить их проводящие свойства и целостность.

Е. Цифровое оборудование и калибровка

1. До начала записи ДМЭ и периодически во время мониторинга должна проверяться целостность всей записывающей аппаратуры (от электрода до устройств хранения) путем проведения калибровки, наблюдения за текущей ЭЭГ, легким постукиванием по электродам и коннекторам, а также просьбой к пациенту воспроизвести физиологические артефакты. Результаты должны инспектироваться как во время записи, так и при просмотре, и сравниваться с начальным участком записи.

Ф. Техника записи

1. Количество каналов – стандартная ДМЭ

- a) Телеметрический длительный ЭЭГ мониторинг, подобно рутинной ЭЭГ, требует минимум 8-ми каналов. Обычно используется 12 и более каналов, дополнительные электроды необходимы для более точной локализации.
- b) Больше количество электродов используется для задач точной локализации нарушений, особенно в целях прехирургической диагностики. Для этих задач рекомендуется 32 или 64 канала

2. Количество каналов – амбулаторная ЭЭГ

- a) Менее 8-ми каналов обычно недостаточно для первичного ЭЭГ исследования.

3. Монтажи – экстракраниальные записи

- a) Монтажи должны соответствовать предполагаемой патологии, а также учитывать данные предшествующих исследований ЭЭГ, если таковые проводились. Имеются разработанные Ассоциацией клинической нейрофизиологии стандарты по монтажам. Важным аспектом ДМЭ является необходимость четко отделять активность базальных височных электродов от других электродов по системе 10-20.
- b) Рекомендуется одновременная запись электрокардиограммы (ЭКГ), поскольку сердечные аритмии могут вызывать артефакты, которые напоминают отдельные эпилептиформные потенциалы

4. Монтажи – интракраниальные записи

(см. также общие рекомендации по стандартным монтажам, опубликованные ассоциацией)

- a) Монтажи зависят от типа и локализации имплантированных электродов.
- b) Общий подход заключается в соединении прилегающих контактных точек в виде линейной биполярной цепочки, охватывающей в целом большую область, однако сохраняя возможность идентификации небольших активных участков. Другой подход – используя одну из контактных точек в качестве общего референтного электрода для создания референциального монтажа
- c) Монтажи могут включать некоторые скальповые отведения для сопоставления и получения более целостной картины

5. Монтажи – амбулаторная ЭЭГ

- a) Выбор монтажа у данного пациента должен определяться ранее выявленными нарушениями при рутинном исследовании ЭЭГ и клиническим анамнезом.

6. Использование фильтров и чувствительности – ЭЭГ сигналы

- a) Фильтры и чувствительность могут меняться для оптимального просмотра всех сигналов, однако запись должна проводиться в максимально широком частотном диапазоне, селективная фильтрация должна использоваться только для просмотра данных
- b) Значения фильтров в большинстве случаев соответствуют стандартной лабораторной ЭЭГ, то есть верхняя частота пропускания не менее 70 Гц, нижняя 0.5-1 Гц и ниже. При интракраниальных записях может понадобиться более селективная фильтрация
- c) В некоторых случаях может понадобиться использование сетевого режекторного фильтра 50 или 60 Гц. Однако он должен использоваться только после предварительного просмотра интересующего участка без сетевого фильтра, чтобы распознать возможные электродные артефакты. В отдельных случаях, когда количество шумов слишком велико, приходится прибегать к более селективной фильтрации
- d) Значения чувствительности для экстракраниальных каналов должны быть одинаковыми и соответствовать величинам, рекомендованным для стандартной ЭЭГ. При интракраниальных записях для референциальных монтажей и монтажей с равными межэлектродными расстояниями, также рекомендуется использовать одинаковые значения чувствительности. В отдельных случаях, если амплитудные значения сигналов с разных каналов слишком сильно отличаются, для удобства просмотра временно можно установить индивидуальные значения чувствительности (усиления).

7. Мониторинг других физиологических параметров

- a) Запись ЭКГ, электроокулограммы (ЭОГ), ЭМГ или дыхания может быть показана в некоторых клинических ситуациях. Техника записи такая же, как при полиграфии.
- b) В амбулаторных исследованиях ЭЭГ использование более чем одного канала для записи других физиологических параметров может ограничить количество каналов ЭЭГ, снижая ценность, полноту информации

G. Артефакты

Дифференциация артефактов и нормальных ЭЭГ потенциалов от ЭЭГ нарушений является нарастающей проблемой в ДМЭ, особенно амбулаторных исследованиях ЭЭГ с их ограниченным количеством каналов. Необычные артефакты, практически не встречающиеся в стандартных лабораторных условиях, являются нередким феноменом при длительных записях.

1. Биологические

- a) В дополнение к обычно встречающимся и легко распознаваемым глазным движениями, морганию, мышечному напряжению, ЭКГ, дыханию, потоотделению и тремору, артефакты могут вызываться другими видами активности, например, жевание, разговор, скрежетание зубами, затруднения могут вызывать также глоссокинетические артефакты, и др.
- b) Стандартные дисковые электроды легко подвержены биологическим артефактам. Сфеноидальные записи сопровождаются меньшим количеством артефактов. Биологические артефакты обычно не встречаются в интракраниальных записях - за исключением пульсации

2. Механические или внешние

- a) Основные механические артефакты при телеметрии возникают из-за нарушения контакта электрод/скальп или преходящего отсоединения проводов во время движений.

- b) Артефакты, вызванные трением, почесыванием скальпа, другие ритмические движений головы или конечностей, в сочетании с биологическими артефактами, продуцируют паттерны, особенно затруднительные для дифференциации от иктальных разрядов
- c) Наиболее часто встречающимся артефактом внешнего происхождения при поверхностных записях является сетевая наводка 50 или 60 Гц. Источником могут являться электромагнитные поля от располагающихся поблизости вентиляторов, кондиционеров, флюоросцентных ламп, пересекающихся под прямым углом к проводам ДМЭ силовые кабели, аппараты внешнего дыхания. Одним из способов является «сплетение» проводов. Артефакты могут появляться также от электростатических потенциалов сухой одежды окружающих, телефонных звонков
- d) При интракраниальных записях механические артефакты, вызванные движениями тела, обычно незначительны, сетевая наводка также обычно несущественна

3. Инструментальные

- a) Любые части записывающей и воспроизводящей аппаратуры – электроды, провода, усилители, и т.д., могут быть источником артефактов.
- b) Частым источником ложных компонентов является неустойчивость электрода (popping), неисправные переключатели и коннекторы, контакты разнородных металлов. Иногда это приводит к формированию ложного паттерна «ритмической медленной активности»

4. Распознавание/интерпретация

- a) Рекомендуется консервативный (осторожный) подход в интерпретации необычных или сомнительных ЭЭГ событий во время ДМЭ, особенно в ситуациях, когда активность пациента в момент возникновения такого рода активности невозможно верифицировать на предмет исключения артефактной природы паттерна.
- b) Персонал должен знать наиболее часто встречающиеся артефакты активного бодрствования, нормальные паттерны сна. Также необходимо различать инструментальные артефакты, принимая во внимание особенности регистрирующего оборудования в данной лаборатории, с учетом окружающей аппаратуры.
- c) При амбулаторном мониторинге перед началом записи и по окончании технолог вместе с пациентом должны воспроизвести максимально возможное количество различных биологических и механических артефактов (биологическая калибровка). Полученные результаты могут при просмотре записи служить для сопоставления с вызывающими сомнения внезапными изменениями ЭЭГ.
- d) При наличии одновременной видеозаписи пациента, механические и биологические артефакты, особенно ритмические, должны верифицироваться повторным просмотром видеозаписи
- e) Если поведение пациента не записывалось на видео, рассматривать ритмические разряды как проявление эпилептического приступа можно только при наличии четкого и определенного эпилептиформного спайк-волнового паттерна с типичным иктальным развитием (при парциальных и судорожных приступах иктальные разряды обычно начинаются с низковольтной быстрой активности, становятся затем выше по амплитуде и замедляются), а также типичного постиктального замедления, соответствующих нарушений в других участках ЭЭГ, а также соответствующих записей в дневнике пациента или окружающих.
- f) Интериктальные эпилептиформные нарушения ЭЭГ должны идентифицироваться как таковые, если подобные изменения встречаются неоднократно как независимые компоненты в безартефактных участках ЭЭГ, таких как сон или спокойное бодрствование. Острые волны, которые встречаются только во время активного бодрствования, должны интерпретироваться как аномальные с очень большой осторожностью

Н. Качество записи

1. Периодическая проверка статуса и качества текущей ЭЭГ имеет большое значение и должна выполняться по меньшей мере ежедневно.

VII. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВИДАМ МОНИТОРИНГА

Несмотря на то, что большое количество разных устройств для ЭЭГ и мониторинга поведения пациента позволяют создавать самые различные комбинации и конфигурировать системы ДМЭ различным образом, на практике используются всего несколько видов. Указанные ниже конфигурации следует рассматривать как базовые системы, предназначенные для решения задач в рамках показаний для выполнения ДМЭ (см. секцию II) с указанием на соответствие/несоответствие конфигурации той или иной задаче. Часто используются комбинации систем.

A. Мониторинг с непрерывным хранением данных видео и ЭЭГ

1. Передача данных ЭЭГ – чаще всего кабельная или реже радио телеметрия
2. Запись/хранение ЭЭГ – как правило, сейчас используются цифровые устройства.
3. Просмотр/анализ ЭЭГ – просмотр всех эпизодов и случайная выборка других участков, хотя возможен и полный просмотр всей записи
4. Мониторинг поведения – самостоятельный, отчет наблюдателя, видео
5. Клинические показания:
 - a) Соответствует – документация (подтверждение), характеристика и количественная оценка клинических икталных эпизодов и их ЭЭГ коррелятов на протяжении дней и недель, оценка их связи с поведением пациента, выполнением определенных задач, естественно возникающими событиями и циклами, с терапией.
 - b) Комментарий – для прехирургической локализации эпилептогенных участков требуются минимум 16 каналов ЭЭГ и синхронный видеомониторинг
 - c) Не соответствует – для оценки состояний, требующих полной свободы движений и перемещения пациента

B. Компьютерно-селективный мониторинг

1. Передача данных ЭЭГ – кабельная или радио телеметрия
2. Запись/хранение ЭЭГ – цифровая лента/диск, компьютерно-селективное сохранение данных.
3. Просмотр/анализ ЭЭГ – селективный анализ клинических и отобранных компьютером икталных и интерикталных событий.
4. Мониторинг поведения – самостоятельный, отчет наблюдателя, видео
5. Клинические показания:
 - a) Наиболее соответствует – документация (подтверждение), характеристика и количественная оценка икталных (клинических и субклинических) и интерикталных изменений ЭЭГ и соотношение с поведением пациента, выполнением определенных задач, естественно возникающими событиями и циклами, с терапией.
 - b) Комментарий – компьютерные программы распознавания не обладают стопроцентной точностью, могут выдавать фальш-негативные и фальш-позитивные результаты. Для прехирургической локализации эпилептогенных участков требуются минимум 16 каналов ЭЭГ и синхронный видеомониторинг. Радиотелеметрия позволяет большую мобильность пациенту, чем кабельная, с другой стороны излишняя мобильность пациента может затруднить видеомониторинг

- с) Не соответствует – для оценки состояний, требующих полной свободы движений и перемещения пациента

С. Амбулаторная непрерывная запись ЭЭГ

1. Передача данных ЭЭГ - амбулаторная
2. Запись/хранение ЭЭГ – цифровой способ сохранения данных.
3. Просмотр/анализ ЭЭГ – детальный анализ событий, случайная выборка других участков для просмотра.
4. Мониторинг поведения – самостоятельный, отчет наблюдателя.
5. Клинические показания:
 - а) Соответствует – документация (подтверждение) и количественная оценка иктальных (клинических и субклинических) и интериктальных изменений ЭЭГ и их соотношение с поведением по данным отчета пациента или наблюдателя.
 - б) Комментарий – может также использоваться и в условиях стационара, если мобильность, свобода передвижений пациента представляет клинический интерес
 - с) Не соответствует – детальная оценка ЭЭГ изменений в целях прехирургической оценки

D. Амбулаторная запись – компьютерно-селективный мониторинг

1. Передача данных ЭЭГ – амбулаторная (16-24 каналов)
2. Запись/хранение ЭЭГ – цифровой способ сохранения данных.
3. Просмотр/анализ ЭЭГ – селективный анализ иктальных и интериктальных событий, идентифицированных компьютерной программой.
4. Мониторинг поведения – самостоятельный, отчет наблюдателя, видео
5. Клинические показания:
 - а) Соответствует – также как С, за исключением того, что могут распознаваться приступы без видимых клинических проявлений.
 - б) Комментарий – также как С
 - с) Не соответствует – также как С

VIII. МИНИМАЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ ПРАКТИКИ ДЛЯ ОТДЕЛЬНЫХ ЗАДАЧ

При выполнении ДМЭ в стационаре технолог ЭЭГ, техник мониторинга, средний медперсонал отделения или другой квалифицированный персонал должны наблюдать за пациентом, записывать события, и следить за целостностью системы, обеспечивать бесперебойную запись.

A. Прехирургическая оценка

Требующей наибольшей точности в ДМЭ задачей является локализация, посредством поверхностных или интракраниальных электродов, области эпилептогенной мозговой ткани, из которой исходят повторяющиеся приступы, и которая доступна для хирургического удаления. Ниже следуют минимальные рекомендованные стандарты:

1. Передача данных ЭЭГ – стандартный кабель или телеметрия ЭЭГ, количество каналов не менее 16. Чаще всего используется кабельная телеметрия. Амбулаторная ЭЭГ не годится для окончательной интерпретации, но на предварительных этапах может являться полезным «сортирующим» методом.
2. Запись/хранение ЭЭГ – непрерывное сохранение ЭЭГ в цифровом формате наряду с синхронизированной видеозаписью.

3. Просмотр/анализ ЭЭГ – детальный визуальный анализ всех приступов и репрезентативных интериктальных нарушений на отображающих устройствах высокого разрешения. Может быть полезен также дополнительный компьютерный анализ нарушений ЭЭГ (временные характеристики, распространенность).
4. Мониторинг поведения – непрерывная видеозапись с отметками времени, синхронизирующими видео с ЭЭГ. Данных самоотчета или окружающих недостаточно.

В. Диагноз неэпилептических приступов

Минимальные стандарты практики в дифференциации неэпилептических приступов от эпилептических соответствуют общим стандартам ДМЭ, хотя восьми каналов ЭЭГ часто бывает достаточно для идентификации большинства неэпилептических событий. Тем не менее, независимо от количества каналов, отсутствие четких иктальных нарушений ЭЭГ во время клинического эпизода должно интерпретироваться с учетом всей клинической картины и данных других исследований - прежде чем сделать вывод о неэпилептическом генезе клинических эпизодов.

С. Классификация и характеристика эпилептических событий

Только системы с 18 и более каналами (16 ЭЭГ, 1 – глазные движения и 1 – ЭКГ) позволяют обеспечить базовую характеристику эпилептических ЭЭГ событий.

IX. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОТЧЕТУ - ЗАКЛЮЧЕНИЮ ДМЭ

А. Общие положения

1. Отчет (заключение) ДМЭ должен состоять из 4-х основных частей.
 - a) Описание клинической проблемы и общего предназначения ДМЭ в данном случае. Включает краткий клинический анамнез, данные клинического обследования, причины обращения и краткий список медикаментозных препаратов, а также других факторов или состояний, которые могут влиять на ЭЭГ или поведение во время записи. Необходимо четко указать задачу ДМЭ (например, диагностика, прехирургическая оценка).
 - b) Описание технологических аспектов записи, таких как количество каналов ЭЭГ, тип и локализация электродов (скальповые, сфеноидальные, интракраниальные, ЭМГ, ЭКГ, и др.), отметить, использовалась ли программа автоматической детекции разрядов и спайков, или они определялись при визуальном анализе. Указать, регистрировались ли дополнительные показатели (оксиметрия, стадии сна, артериальное давление или мониторинг сердечных аритмий). Полностью описать процедуры активации (введение препаратов, гипервентиляция, физическая нагрузка, воспроизведение провоцирующих факторов). Производилась ли отмена или снижение дозировки медикаментозных препаратов для увеличения вероятности развития приступов
 - c) Описание результатов, включая ЭЭГ паттерны сна и бодрствования, амплитуду и локализацию неэпилептиформных нарушений, присутствие артефактов, которые могли повлиять на качество записи в целом. Частота возникновения, характер, топографическое распределение и распространение интериктальных эпилептиформных разрядов. Клинические и электрографические иктальные события должны указываться и описываться детально. Описание поведения пациента должно включать картину активности, непосредственно предшествующей приступу или атаке, характерные признаки начала, течения и окончания эпизода, иктальное и постиктальное поведение по данным самого пациента, окружающих и результатам обследования. Специальное внимание уделяется реактивности, ориентированности пациента, функциям памяти, речи, двигательной активности, другим неврологическим функциям. Электрографические данные должны включать описание фоновой активности и эпилептиформных разрядов, предшествующих приступу, типу, паттерну и локализации начальной иктальной активности, распространение и окончание разрядов приступа, и постиктальные

изменения. Необходимо указать, как долго продолжались и соотносились по времени значимые клинические проявления и ЭЭГ изменения

Интерпретация с указанием на общие впечатления и клиническую значимость электрографических и поведенческих корреляций. Эта часть отчета должна носить скорее интерпретирующий, синтетический характер, чем просто повторение части описания. Там, где это возможно, необходимо классифицировать приступы и синдромы согласно рекомендациям Международной противоэpileптической лиги. Общие патофизиологические и диагностические выводы должны отражать полученные данные по количественным и топографическим характеристикам интериктальных и иктальных эpileптиформных и неэpileптиформных нарушений. При наличии убедительных данных, делаются выводы о локализации участка, откуда исходят и распространяются приступы. Также даются рекомендации по проведению дополнительных исследований.