

В.В. Гнездицкий, С.М. Захаров, А.А. Скоморохов
НЦ Неврологии РАМН, Москва; ООО НПКФ Медиком МТД
www.medicom-mtd.com

Современные технологии длительного мониторинга ЭЭГ и полиграфических показателей в неврологической практике

Гнездицкий Виктор Васильевич \ gnezdv@mail.ru

Ключевые слова: эпилепсия, длительный ЭЭГ-видеомониторинг, нейромодульная система, амбулаторное мониторирование ЭЭГ (АМЭЭГ), автономное мониторирование ЭЭГ по типу холтеровского

Резюме: Опыт применения длительного мониторирования ЭЭГ в телеметрическом и автономном режиме в неврологической практике. Особенности и преимущества нейромодульной мониторинговой системы, позволяющей модифицировать ее под решение различных клинических и научных задач.

V.V. Gnezditsky, S.M. Zakharov, A.A. Skomorokhov
Scientific Centre of Neurology of RAMS, Moscow
Medicom MTD Ltd, Taganrog

Modern technologies of continuous monitoring of EEG and polygraphic parameters in neurological practice

Gnezditsky Victor Vasilievich \ gnezdv@mail.ru

Keywords: epilepsy, continuous EEG videomonitoring, neuromodular system, Holter type ambulatory EEG monitoring

Abstract: Experience in application of continuous EEG monitoring in telemetric and autonomous modes. Recommendation on use in neurological practice. Peculiarities and advantages of neuromodular monitoring system, which can be modified to solve various clinical and scientific tasks.

Введение

Клинические неврологи зачастую сталкиваются с проблемой наличия у пациента пароксизмальных расстройств, происходящих в определенное время суток, связанных со спецификой вида профессиональной деятельности, или происходящих в каких-то ситуациях при наличии провоцирующих факторов. Проведение

не рутинных (поверхностных) ЭЭГ-исследований в течение 15-20 минут не всегда является достаточным для правильной постановки диагноза, даже при проведении провоцирующих функциональных проб. В ситуациях, когда у пациентов имеются непостоянные преходящие нарушения, которые сложно зарегистрировать во время рутинной записи, необходимы длительные ЭЭГ.

В соответствии с общеевропейскими стандартами помощи при эпилепсии, кроме рутинных исследований ЭЭГ и использования провокационных функциональных проб (гипервентиляция, фотостимуляция и пр.), рекомендуется проведение длительного контроля за эпилепсией, включающего в себя и контроль ЭЭГ и судорожной активности. В англоязычной литерату-

ре эти методы принято называть Long-Term Monitoring for Epilepsy (LTME).

Поскольку проходящие нарушения, которые представляют интерес, могут возникать редко и часто непредсказуемо, время, необходимое для регистрации эпилептиформной активности или приступов, может варьироваться от нескольких часов до нескольких дней. С точки зрения диагностической эффективности требуется продолжать непрерывную запись до тех пор, пока не будет получено достаточных данных для принятия врачебного решения. 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, хотя и не исключает его (например, при мониторинговании критических состояний в реанимации и операционных).

Длительный и непрерывный ЭЭГ-мониторинг в течение суток и более обеспечивает высокую надежность и качество дифференциальной диагностики судорожных состояний, обнаружение короткоживущих и относительно редко встречающихся феноменов (таких как типичные абсансы), а также позволяет точно оценить количество и продолжительность эпизодов эпилептиформной активности. Компьютерные средства программно-методического обеспечения позволяют обратить внимание врача на феномены ЭЭГ, которые требуют тщательного анализа и оценки.

По конструктивному исполнению и функциональным возможностям можно выделить стационарное, мобильное и автономное оборудование для мониторингования ЭЭГ и необходимых физиологических сигналов. Такое оборудование должно использоваться, как для проведения кратковременных рутинных исследований ЭЭГ, так и для длительного ЭЭГ-мониторинга. Желательно, чтобы оборудование могло использоваться и для ночного мониторинга сна — полисомнографии (ПСГ-исследования), а также для нейромониторинга в палатах интенсивной терапии (ПИТ) и реанимации.

Отрадно отметить, что в последнее десятилетие возможности и качество отечественной техники для регистрации с мониторингом ЭЭГ существенно продвинулись вперед. Появились компактные устройства регистрации со встроенной памятью для записи в телеметрическом и автономном режиме ЭЭГ и дополнительных физиологических сигналов, обеспечивающие проведение исследования непосредственно в месте, где находится пациент, позволяющие расширить возможности клинического применения и обеспечивающие амбулаторное мониторирование ЭЭГ (АМЭЭГ). Одним из принципиальных достоинств такого оборудования является возможность использования в носимом варианте на пациенте.

Используемое оборудование и особенности регистрации

При проведении длительного мониторингования нами использовался отечественный прибор электроэнцефалограф-регистратор «Энцефалан-ЭЭГР-19/26» основной модификации, который позволяет регистрировать 20 и более отведений ЭЭГ, электрокардиограмму (ЭКГ), рекурсию и поток дыхания (РД и ПД), движение глаз по 2-м отведениям (ЭОГ), напряжение мышц (ЭМГ), параметры периферического и мозгового кровотока

(ФПГ и РЭГ), кожно-гальваническую реакцию (КГР) и кожную проводимость (КПр), двигательную активность, тремор и изменение положения тела, освещенность, влажность, сатурацию кислорода (SpO_2), храп и другие типы сигналов. Общее количество регистрируемых сигналов может быть увеличено до 50 за счет использования дополнительных ведомых беспроводных устройств, синхронно работающих под управлением основного блока пациента АБП-26. На рисунке 1 приведен пример записи ЭЭГ и различных показателей по 45 каналам с помощью портативного электроэнцефалографа-регистратора (рис. 2).

При проведении АМЭЭГ в автономном режиме ЭЭГ-регистратор обычно размещается на поясе пациента (рис. 2), что позволяет ему в процессе диагностического исследования свободно перемещаться, ничем не ограничиваясь его жизненные потребности. Регистратор имеет автономное питание от аккумуляторов, малые габариты и вес — 400 г вместе с аккумуляторами. Запись данных производится на съемный накопитель ЭЭГ данных или в компьютер через телеметрический канал связи (интерфейс Bluetooth). По окончании длительного мониторингования результаты проведенного исследования просматриваются и визуализируются

Рисунок 1.

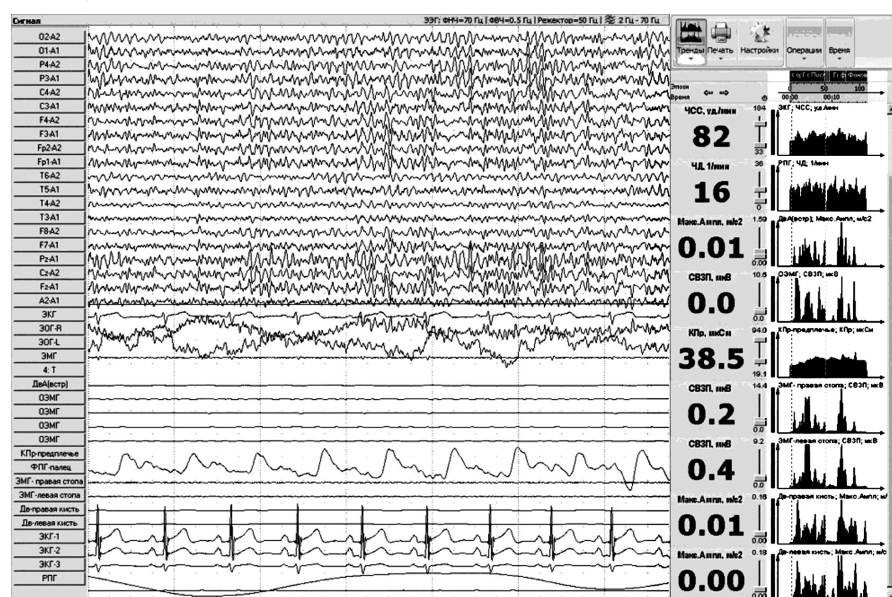


Рисунок 2.



руются при различных монтажных схемах, параметрах усиления и фильтрации. Различные режимы компьютерной обработки помогают максимально точно локализовать важные эпизоды в ЭЭГ-активности. Краткая сводка всех записанных данных — в виде трендов основных показателей — позволяет быстро оценить все значимые ЭЭГ события в течение исследования (до 72 часов). В состав регистратора входит комплект электродов «Энцефалан-КЭ» с шапочками разных размеров, обеспечивающий комфортную и длительную регистрацию сигналов ЭЭГ у пациентов. Отличительной особенностью являются легко отделяемые от шапочек электродные системы — детская и взрослая, что позволяет иметь много недорогих шапочек и необходимые типы электродных систем (младенческий, детский и взрослый). Электроэнцефалограф-регистратор предоставляет оригинальную возможность совмещения амбулаторной записи ЭЭГ с проведением необходимых функциональных проб (фоно и фотостимуляция, медикаментозная проба) в телеметрическом режиме. Отсутствие проводной связи и питание от аккумуляторов обеспечивают высокую помехоустойчивость к внешней

реанимационной аппаратуре. Встроенная карта памяти позволяет записывать все физиологические сигналы без обязательного наличия вычислительной техники, т.е. обеспечивает возможность автономных исследований ЭЭГ по типу холтеровского мониторинга.

Нами проводились различные виды исследования для решения различных клинических и научных задач:

- Телеметрический мониторинг в палатах интенсивной терапии (ПИТ) и реанимации.
- Нейромониторинг и мониторинг церебральных функций с контролем: амплитудно-интегрированной ЭЭГ (аЭЭГ), динамики сжатых спек-

тров, выраженности гипоксической ишемической энцефалопатии, кроме того обеспечивалась автоматическая классификация типовых паттернов.

- Телеметрический мониторинг в операционных для контроля состояния мозга и других физиологических показателей, а также для оценки глубины анестезии.

- Автономно-телеметрический мониторинг в палатных условиях.

- Автономный (амбулаторный) мониторинг в естественных условиях в палате или дома в естественных условиях.

- Автономно-телеметрические полисомнографические (ПСГ) исследования в палате или на дому у пациента.

Рисунок 3.

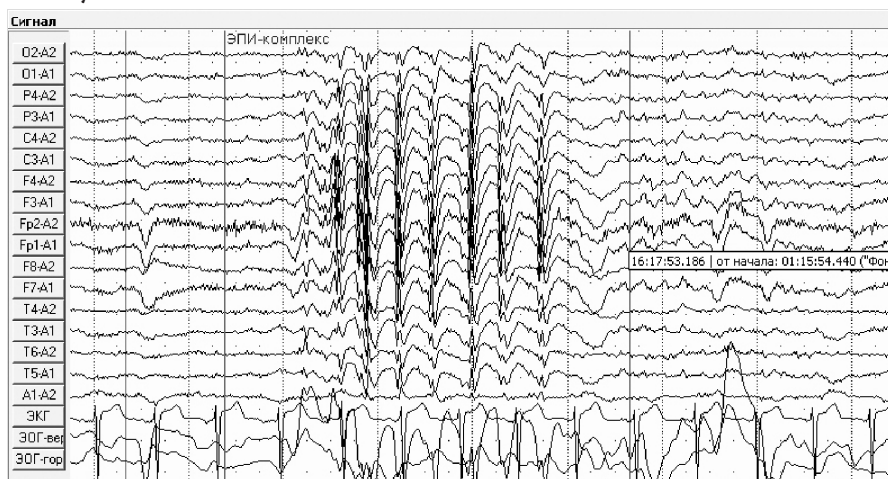
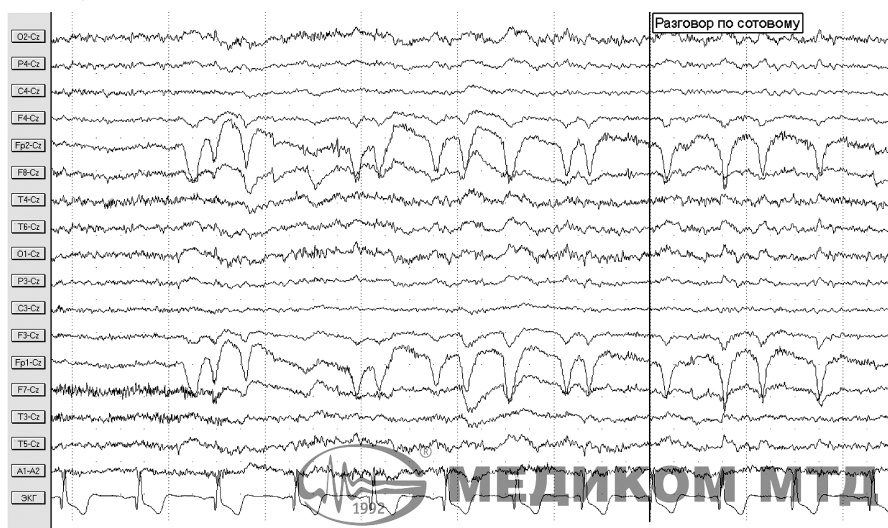


Рисунок 4.



При необходимости телеметрический мониторинг может сопровождаться синхронным с регистрацией ЭЭГ-видеомониторингом. Такой вид исследования является «золотым стандартом» для дифференциальной диагностики эпилептических и неэпилептических пароксизмальных состояний. При необходимости используются одновременно несколько программно управляемых видеокамер для фиксации общего вида палаты или комнаты и детального наблюдения за пациентом или какой-то частью его тела. Дополнительно фиксируются звуки в палате пациента и комментарии врача. При ночных исследованиях камеры работают в режиме инфракрасного освещения.

Результаты исследований

Представленные примеры по проведенным исследованиям, иллюстрируют взгляд авторов на перспективы использования АМЭЭГ в широкой клинической практике.

Пример 1. После того как в рутинном исследовании у пациента не было зафиксировано ни одного эпилептического комплекса при использовании стандартных провоцирующих проб на гипервентиляцию и фотостимуляцию, ему было назначено проведение автономного мониторинга ЭЭГ. На рисунке 3 представлен фрагмент зарегистрированной у пациента эпилептической активности по дороге домой непосредственно после проведения рутинного ЭЭГ-исследования.

Пример 2. Большое внимание нами было уделено особенностям проведения исследования АМЭЭГ, трактовке различных паттернов, встречающихся при длительной регистрации ЭЭГ, их дифференцировке от артефактных потенциалов, неизбежно встречающихся при регистрации ЭЭГ в свободном поведении, особенностям выделения и идентификации паттернов сна и патологических знаков, оценке их клинической значимости. Следует отметить высокое качество продолжительной записи ЭЭГ при естественном поведении пациента с помощью электродных шапочек «Энцефалан КЭ» и электроэнцефалографа-анализатора

Рисунок 5.

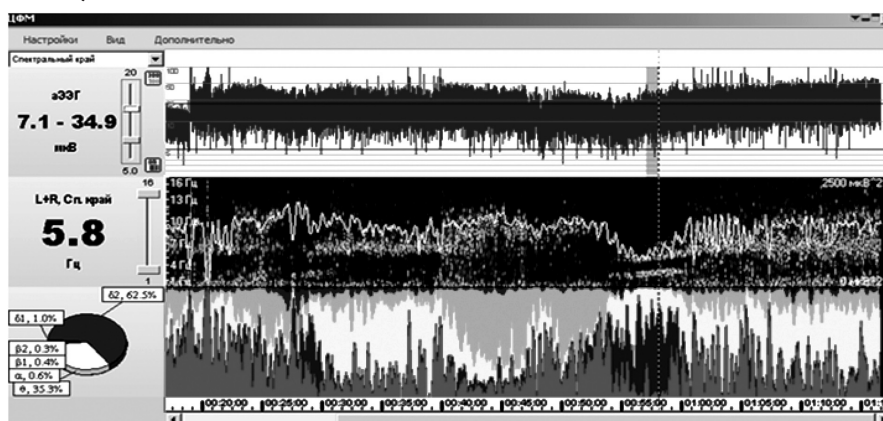


Рисунок 6.



«Энцефалан-ЭЭГР-19/26». Например, мы были приятно удивлены тем, что разговоры по сотовому телефону (рис. 4) существенно не влияют на регистрацию ЭЭГ в отличие от записей, проведенных на стационарных приборах, в связи с этим пациенты при АМЭЭГ могут вести привычный образ жизни.

Пример 3. Наличие специальных обработок и форм представления данных, таких как тренды мониторинга церебральных функций (аЭЭГ, сжатые спектры ЭЭГ, динамика спектральных индексов ЭЭГ), обеспечивает эффективное проведение АМЭЭГ в операционной с контролем глубины наркоза. На рисунке 5 видно, что углубление наркоза отражается снижением графика частоты спектрального края на сжатом спектре и изменениями на трендах спектральных индексов.

Пример 4. Использование в процессе АМЭЭГ в телеметрическом режиме синхронизированного видеомониторирования у пациента с наличием эпилептической активности позволяет соотнести ее с судорожными проявлениями, а дополнительные возможности по обработке данных и их представлению в виде трендов рассмотреть процесс в течение большого промежутка времени. На рисунке 6 видно, что на фоне значительно дезорганизованной нерегулярной альфа-активности регистрируются разряды эпилептиформной активности (на рис. 6 слева), которые свидетельствуют о наличии у пациента эписиндрома. Видимые на трендах всплески (на рис. 6 справа) соответствуют эпиразрядам, показывают частоту и длительность этих проявлений эпилептиформной активности на продолжительном участке записи.

Рисунок 7.

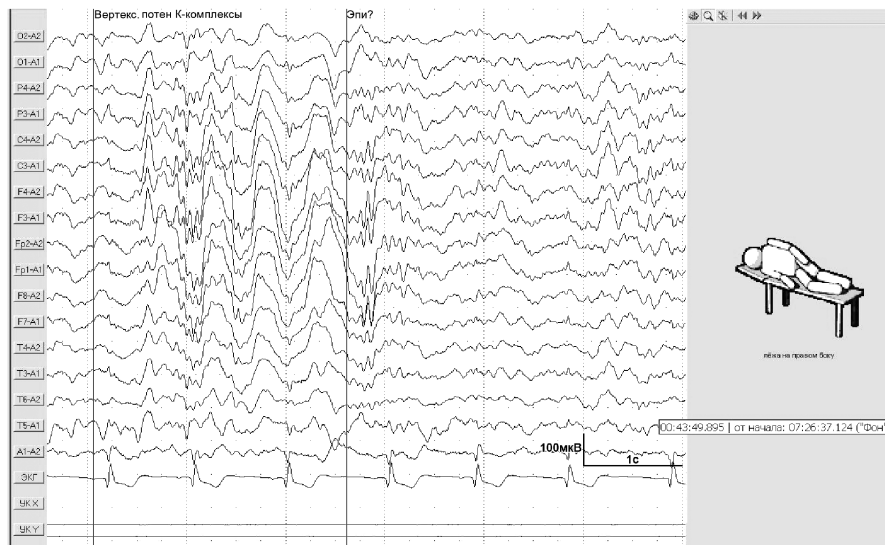
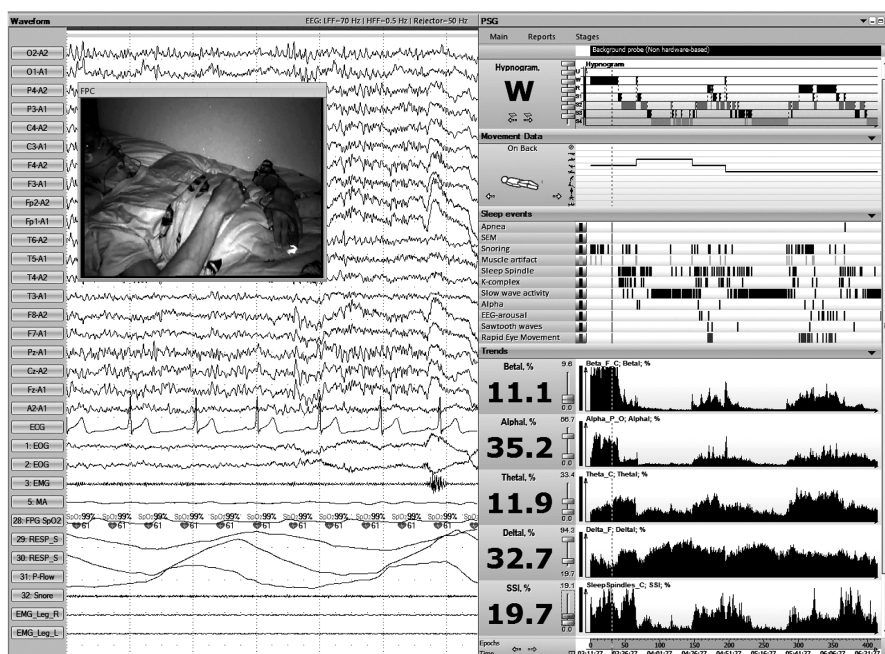


Рисунок 8.



Пример 5. Представлен фрагмент записи (рис. 7) показателей при АМЭЭГ в процессе сна. Наблюдается сложная конфигурация высокоамплитудных К-комплексов, сонные веретена между двух спаренных К-комплексов и возможно эпилепсия? Диффузная медленная активность и также более широкая топография К-комплексов и сонных веретен по областям мозга за счет вертексного отведения.

По результатам АМЭЭГ во время сна (рис. 8) строятся гипнограмма

и выделяются автоматически найденные события сна на нативной записи: фрагменты эпилептической активности, храп, апноэ, эпизоды десатурации, нарушения сердечного ритма, сонные веретена, К-комплексы, быстрые движения глаз и т.д., на основании которых рассчитываются отчеты по полисомнографическому исследованию.

Представленные примеры и опыт использования АМЭЭГ, полученный в Институте неврологии РАМН на про-

тяжении более чем 8 лет, подтверждает уникальные возможности метода регистрации показателей ЭЭГ и полиграфии в естественных условиях поведения человека, а также в условиях ПИТ и реанимации. Такие исследования повышают информативность ЭЭГ обследования и надежность дифференциальной диагностики. Значительно (до 50% случаев) увеличивается обнаружение эпилептиформных знаков, не выявляемых в обычной короткой стандартной дневной записи ЭЭГ.

Мониторинг ЭЭГ, включающий полисомнографию, становится обязательным, если при рутинных записях ЭЭГ у больного с эпилептическими приступами не выявляется эпилептиформная активность, или у больных имеются только ночные приступы, и в дневной записи ЭЭГ изменений нет, а также когда приступы эпилептической и неэпилептической природы возникают в определенных условиях естественного поведения. Практика ЭЭГ-обследования больных в лабораториях клинической нейрофизиологии или отделениях функциональной диагностики привела к тому, что практически не обследуются больные во время сна и не проводится длительная дневная запись, даже когда стандартные лабораторные записи ЭЭГ не дают необходимой информации о пароксизмальных проявлениях у больного с эпилептическими приступами. Отчасти это было связано с отсутствием аппаратуры и громоздкостью полисомнографических исследований. Появившаяся в настоящее время аппаратура для АМЭЭГ, как показывает наш опыт, может восполнить этот пробел и сделать доступными такие длительные обследования ЭЭГ, включая полисомнографические обследования.

Применение в реанимации и ПИТ имеет особое значение при мониторинге состояния мозга больного в стадии формирования апалического синдрома, при прогнозе комы и выхода из комы (синдром Lock-in — «запертого человека»), а также при наличии дыхательной недостаточности и необходимости ее мониторинга и у больных в состоянии эпилепсии. Особую роль представляет и операционный мониторинг с оценкой

возможных гипоксических состояний и их контролем с целью не допустить неврологический дефект.

На наш взгляд, практически любая лаборатория клинической нейрофизиологии или отделение ФД, занимающиеся функциональной диагностикой нервной системы, должны иметь в своем арсенале прибор для амбулаторного мониторинга ЭЭГ, иначе диагностика может оказаться неполной. В последнее время в диагностике и контроле лечения эпилепсии все шире начинает использоваться видео ЭЭГ мониторинг, позволяющий записывать одновременно ЭЭГ и поведение (изображение) пациента. Эта методика несомненно имеет важную роль в установлении правильного диагноза и обычно проводится в крупных эпилептологических центрах. Исследование проводится в больничных условиях с использованием стационарных аппаратов с набором видеокамер, требует дорогостоящего оборудования, специальных палат и специально обученного медицинского персонала

В отличие от стационарного видео ЭЭГ-мониторинга во многих случаях применение АМЭЭГ с синхронизированным видеомониторингом в мобильном варианте представляется более целесообразным и экономически более эффективным. Наличие телеметрического канала связи при АМЭЭГ позволяет использовать компактные системы синхронизированного с ЭЭГ-видеомониторинга, по качеству не уступающие стационарным, а видео ЭЭГ-мониторинг также, как и АМЭЭГ, может проводиться в естественных для пациента условиях. Применение отдельно самого АМЭЭГ или в сочетании с компактной системой видео-

мониторинга может существенно расширить возможности для качественной дифференциальной диагностики не только в амбулаторных условиях, но и для палатного мониторинга, а также в условиях реанимационного отделения и операционной.

Выводы

1. Амбулаторный мониторинг значительно расширяет возможности обследования ЭЭГ и полиграфических показателей и позволяет получить новую информацию о состоянии мозга.

2. При дифференциальной диагностике эпилептических и неэпилептических форм припадков длительный мониторинг способствует корректной постановке диагноза.

3. В условиях реанимации мониторинг ЭЭГ позволяет более полно оценить состояния больных, находящихся в ареактивном (критическом) состоянии (апатический синдром; синдром lock-in), при нарушениях и коррекции дыхательных функций; при коррекции электролитного баланса и пр.

4. При палатном исследовании АМЭЭГ позволяет ответить на ряд вопросов, связанных с дифференциально-диагностическими задачами, которые возникают в неврологической практике.

5. Широкое внедрение в клиническую практику более углубленных нейрофизиологических методов обследования мозга одновременно с другими показателями делает диагностику более полной, повышает информативность обследований.

6. АМЭЭГ в настоящее время представляет возможность одновременной регистрации с одних и тех же электродов спонтанной ЭЭГ и вызванных по-

тенциалов, отражающих функциональное состояние мозга, а также уровней постоянных потенциалов, характеризующих сверхмедленную активность головного мозга и динамику метаболических изменений.

7. Современное оборудование для АМЭЭГ достаточно легко и комфортно позволяет проводить полисомнографические обследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гнездицкий В.В., Захаров С.М., Корепина О.С., Кошурникова Е.Е. Использование амбулаторного мониторинга ЭЭГ в клинической практике // Поликлиника. — 2009. — № 1.
2. Захаров С.М., Скоморохов А.А. Мониторинг ЭЭГ в клинической практике: ЭЭГ-видеомониторинг, полисомнография, нейромониторинг // Медицинский алфавит. Больница. — 2009. — № 3.
3. Гнездицкий В.В., Захаров С.М., Корепина О.С., Кошурникова Е.Е. Современные технологии длительного мониторинга ЭЭГ и полиграфических показателей в неврологической практике (ЭЭГ-холтер в неврологической практике) // Анналы неврологии. — 2009.
4. Кочетков А.В., Федин П.А., Бай Л.Я., Скоморохов А.А. Значение ЭЭГ-мониторинга в сложных клинических случаях в процессе нейрореабилитации. 1-й Международный конгресс по восстановительной медицине и реабилитации. — Москва, 20-21 сентября 2004.
5. Гнездицкий В.В., Кошурникова Е.Е., Корепина О.С., Скоморохов А.А. Анализ реакций ЭЭГ на гипервентиляцию (тренды и дипольная локализация) // Функциональная диагностика. — 2010. — № 1. — С. 13-25.