

ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ
ДЕПАРТАМЕНТ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ГОРОДА МОСКВЫ

СОГЛАСОВАНО

Рекомендовано

Главный внештатный нейрохирург
Департамента здравоохранения
города Москвы А.А. Гринь

Экспертным советом
по науке Департамента
здравоохранения города Москвы *н 7*

« *18* » *XI* 2018 года

« *14* » *12* 2018 года



ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИЯ У ПОСТРАДАВШИХ С
ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМОЙ

Методические рекомендации. *н 38*

Москва, 2018

УДК

ББК

С-

Организации – разработчики:

Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города г.Москвы НИИ скорой помощи им. НВ Склифосовского Департамента Здравоохранения города Москвы.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города г.Москвы Научно-практический психоневрологический центр им. З.П. Соловьева Департамента Здравоохранения города Москвы.

Составители: Владимир Викторович Крылов - главный нейрохирург МЗ РФ, руководитель клинического центра МГМСУ им. А.И. Евдокимова, академик РАН; Андрей Анатольевич Гринь - главный нейрохирург Департамента здравоохранения города Москвы, руководитель научного отдела нейрохирургии НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, ведущий научный сотрудник, д.м.н.; Михаил Владимирович Синкин - старший научный сотрудник научного отдела нейрохирургии НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, к.м.н.; Александр Эрнестович Талыпов – ведущий научный сотрудник НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского; Алла Борисовна Гехт – директор научно-практического центра им. З.П. Соловьева., д.м.н.; Игорь Сергеевич Трифонов - ассистент кафедры нейрохирургии и

нейрореаниматологии МГМСУ им. А.И. Евдокимова; Ольга Олеговна Кордонская – врач-нейрохирург отделения неотложной нейрохирургии НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского; Ирина Борисовна Алейникова – врач-нейрохирург и врач функциональной диагностики отделения неотложной нейрохирургии НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского.

Рецензенты:

Евзиков Григорий Юльевич - Заместитель директора НОКЦ по нейрохирургии, профессор кафедры нервных болезней и нейрохирургии ФГБОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова, доктор медицинских наук.

Шихкеримов Рафиз Каирович - Главный внештатный окружной специалист невролог ЮАО г. Москвы, врач-невролог ГБУЗ «ГП № 166 ДЗМ», доктор медицинских наук.

Предназначение: методические рекомендации посвящены применению метода электроэнцефалографии у пострадавших с тяжелой черепно-мозговой травмой, адресованы нейрохирургам, неврологам, анестезиологам-реаниматологам, врачам-специалистам функциональной диагностики.

Данный документ является собственностью Департамента здравоохранения города Москвы и не подлежит тиражированию и распространению без соответствующего разрешения. Авторы несут ответственность за представленные в методических рекомендациях данные.

ISBN

© : В.В. Крылов, А.А. Гринь, М.В. Синкин,
А.Э.Талыпов, А.Б. Гехт, И.С. Трифонов, О.О. Кордонская, И.Б.
Алейникова, 2018г.

Список использованных сокращений.

БСЭП – бессудорожный эпилептический приступ

БСЭС – бессудорожный эпилептический статус

ВЧД – внутричерепное давление

ВЧК – внутричерепное кровоизлияние

САК – субарахноидальное кровоизлияние

СДГ – субдуральная гематома

ССВП – соматосенсорные вызванные потенциалы

ЦПД – церебральное перфузионное давление

ШКГ – шкала комы Глазго

ЭДГ – эпидуральная гематома

ЭП – эпилептический приступ

ЭС – эпилептический статус

ЭЭГ – электроэнцефалография

кЭЭГ – количественная электроэнцефалография

ПТЭ – посттравматическая эпилепсия

МЭС – межэкспертное согласие

РПП – ритмичные и периодические паттерны

Общая характеристика метода.

Электроэнцефалография (ЭЭГ) – метод регистрации спонтанной биоэлектрической активности, возникающей на дендритах и телах пирамидных нейронов коры головного мозга в результате суммации синхронных колебаний тормозящих и возбуждающих постсинаптических потенциалов.

ЭЭГ – старейший метод оценки функционального состояния головного мозга. Первая запись была проведена в 1924 году Н. Berger. До широкого внедрения нейровизуализации в клиническую практику ЭЭГ служила для локализации фокальной патологии мозга, однако низкое пространственное разрешение, не превышающее 6 см^2 , и изгибы коры, в которых вектор электрического поля располагается параллельно поверхности черепа, значительно ограничивают применение ЭЭГ для данной цели.

В настоящее время метод ЭЭГ применяют для диагностики нарушений функционирования головного мозга или его отделов.

Существуют следующие разновидности ЭЭГ:

- Стандартная ЭЭГ – запись в течение 30 минут электродами, расположенными на скальпе.
- Продленная ЭЭГ – длительность регистрации свыше 30 минут, до нескольких суток в режиме мониторинга.
- Видео ЭЭГ – синхронная запись ЭЭГ и видеоизображения. Применяется как при стандартной регистрации, так и при продленном мониторинге.
- Количественная ЭЭГ (кЭЭГ) - математическая обработка данных с помощью быстрого преобразования Фурье или вейвлет-анализа.
- Инвазивная регистрация ЭЭГ – регистрация ЭЭГ электродами, установленными на кору или в паренхиму мозга.

Показаниями для проведения ЭЭГ у пострадавших с ЧМТ являются:

- диагностика бессудорожных эпилептических приступов и статуса,
- оценка эффективности противосудорожной терапии,
- определение риска развития посттравматической эпилепсии,
- прогноз функционального исхода лечения у пострадавших с тяжелой ЧМТ.

Проведение ЭЭГ пациентам с легкой ЧМТ, не переносивших эпилептический приступ, не показано.

Техника проведения электроэнцефалографии у пациентов с тяжелой ЧМТ.

Выбор вида электродов при проведении ЭЭГ у пациентов с ЧМТ зависит от цели проведения исследования, клинического состояния пострадавшего, состояния кожных покровов головы.

Для стандартных и продленных записей длительностью до 24 часов у пациентов без повреждения кожных покровов (возникших в результате первичной травмы или хирургической операции), используют электродные системы в виде шапочек или сеток с заранее установленными по международной системе «10-20» электродами (рис. 1А).

При поврежденных кожных покровах и наличии свежего послеоперационного рубца необходимо использовать отдельные чашечковые электроды, установленные на токопроводящую пасту и закрепленные биоклеем или коллодием (рис. 1Б). На голову обязательно накладывают фиксирующую повязку, предотвращающую смещение и отделение электродов от кожи во время манипуляций и гигиенических процедур, которые проводят в отделении реанимации. Такой же способ

крепления электродов применяют и для длительного (более 24 часов) мониторинга ЭЭГ.

Пациентам с тяжелой ЧМТ, сопровождающейся угнетением бодрствования до комы, для стандартной и продленной записи используют игольчатые монополярные субдермальные электроды. Их отличает простота и быстрота установки, возможность записи ЭЭГ непосредственно в области поврежденных кожных покровов, послеоперационного рубца.

Использование мостиковых электродов для регистрации ЭЭГ не рекомендуется в связи с низкой помехоустойчивостью и возникновением множественных артефактов даже при незначительных движениях пациента.

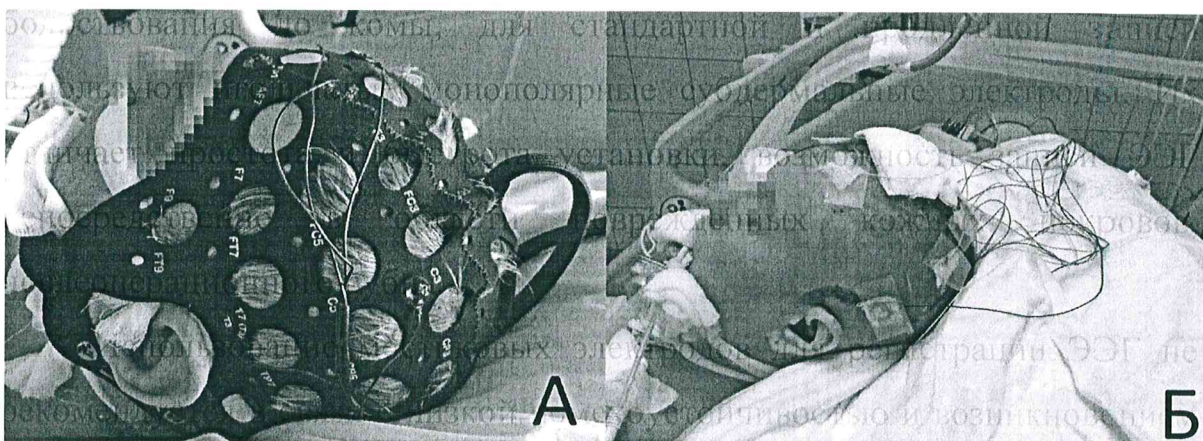


Рис. 1. А. Регистрация ЭЭГ системой с предустановленными электродами. Б. Чашечковые электроды при длительном мониторинге ЭЭГ у пациента после трепанации черепа. Место разреза закрыто стерильной марлевой салфеткой

Количество, локализация и способ коммутации электродов обозначают термином *монтаж*. Кривую на экране энцефалографа, отражающую электрическую активность между парой электродов, называют *каналом записи*. Количество электродов, устанавливаемых на кожу скальпа, определяет возможность локализации изменений ЭЭГ. Для стандартных записей достаточно установить 21 электрод. Увеличение количества отведений не дает дополнительной информации, задерживая

момент начала регистрации постольку пространственное разрешение метода из-за явления объемного проведения составляет 6 см^2 [19].

Использование монтажей с минимальным количеством электродов не позволяет выявлять патологическую активность участков мозга, в проекции которых нет регистрирующих элементов. Напротив, слишком большое их количество удлиняет установку, откладывая начало регистрации и увеличивает вероятность появления артефактной активности, затрудняющей анализ ЭЭГ.

Для локализации источника патологической биоэлектрической активности на ЭЭГ используют монтаж, позволяющий одновременно регистрировать 19 каналов записи. Электроды устанавливаются согласно международной схеме «10-20» (рис. 2). Такой монтаж признан «золотым стандартом» электроэнцефалографии. Меньшее количество электродов позволяет быстрее начинать запись, но снижает диагностическую точность электроэнцефалографии.

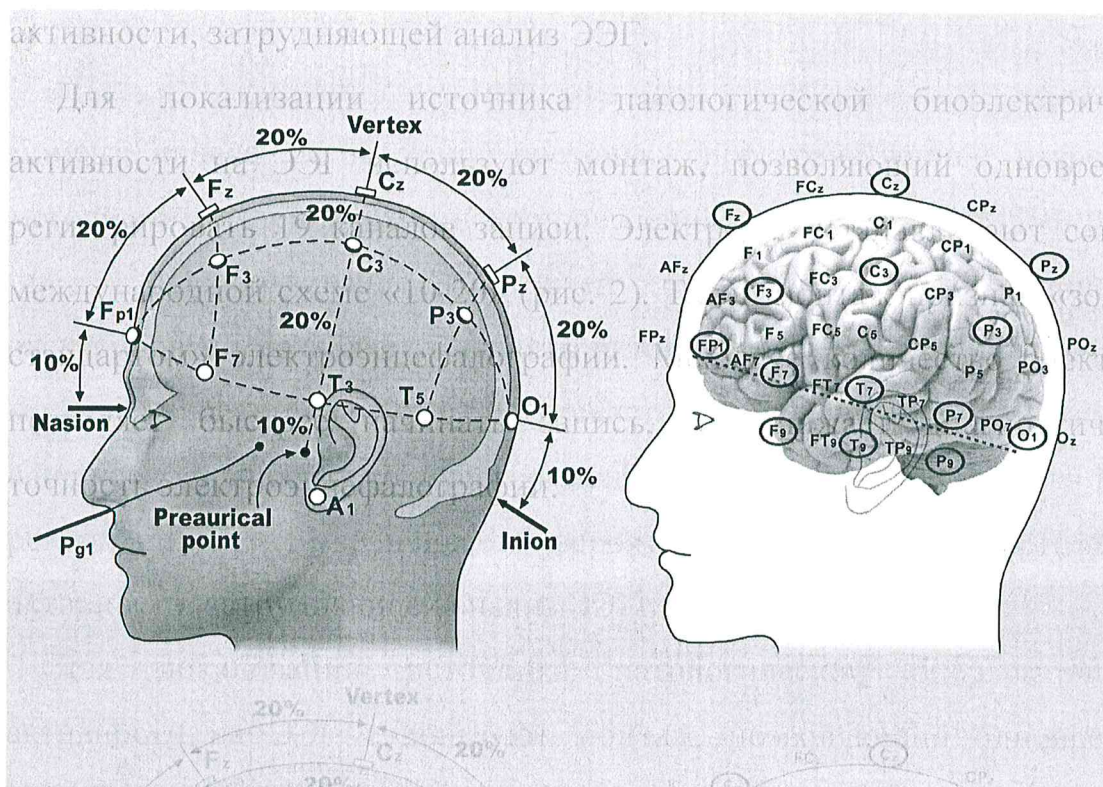


Рис. 2. Схема расположения электродов на голове «10-20»: А) вид сбоку, Б) вид сверху. Расположение электродов определяется следующим образом: Расстояние

между назеоном и инионом принимается за 100%. Первый и последний электроды накладывают на расстоянии, соответствующем 10% общей длины линии. Остальные электроды ставят на расстоянии, соответствующем 20% общей длины линии. Аналогично электроды располагают на линии, соединяющей козелки. Электроды, расположенные на левой половине головы обозначают нечетными цифрами, а справа четными. Буквенные обозначения соответствуют проекциям долей мозга над которыми расположены электроды – F – frontal (лобная), P – parietal (теменная) и т.д.

Особенностью регистрации ЭЭГ у пациентов с тяжелой ЧМТ является необходимость максимально быстрого начала записи для выявления патологических паттернов и определения тактики лечения. Это обуславливает возможность использования монтажа, состоящего из 8-9 отведений у пациентов отделений реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ). Сокращенный 8-канальный монтаж обладает 95% чувствительностью в диагностике важных для выбора тактики лечения электрографических приступов и ритмичных и периодических паттернов [10]. По нашему опыту, при использовании электродных систем с предустановленным 8-канальным монтажом возможно уже через 5-7 минут после поступления пациента в ОРИТ.

Выбор способа регистрации ЭЭГ у пострадавших с ЧМТ

Наиболее часто применяют стандартную 30 минутную запись ЭЭГ. Во время записи оценивают фоновую ритмику, проводят стандартные функциональные пробы – оценку реакции активации, фотостимуляцию и гипервентиляцию. У пациентов с угнетением уровня бодрствования оценивают реактивность ЭЭГ, при необходимости проводят лекарственные пробы.

Запись продлевают, переводя её в режим мониторинга, при сомнениях в оценке электрографической картины или её несоответствии клиническим проявлениям. Для выявления электрографических признаков бессудорожного эпи-статуса у пациентов в сознании мониторинг ЭЭГ проводят в течение 24 часов. У пациентов, находящихся в коме, длительность записи увеличивают до 48 часов.

Показанием к началу продленной регистрации ЭЭГ являются нарушения сознания или появления очаговой неврологической симптоматики, которые нельзя объяснить характером и тяжестью ЧМТ [11, 12]. Пациентам с эпилептическим статусом и частыми судорогами мониторинг ЭЭГ проводят для контроля глубины терапевтической медицинской седации.

Порядок анализа ЭЭГ у пациентов с тяжелой ЧМТ.

Протокол ЭЭГ у пациентов с ЧМТ включает описание *фоновой биоэлектрической активности, эпилептиформных графо-элементов, и паттернов ритмичных или периодических разрядов* (рис. 3). Каждый из них может иметь самостоятельное диагностическое и прогностическое значение.

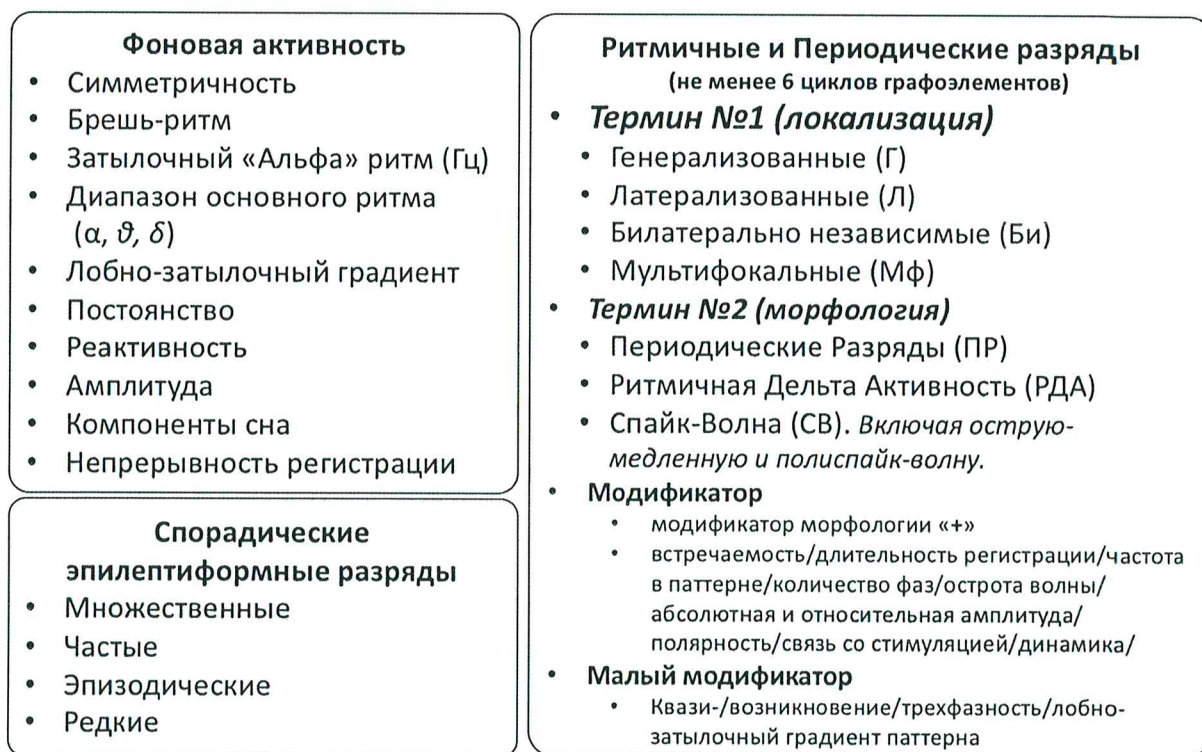


Рис. 3. Протокол регистрации ЭЭГ.

В основе анализа ЭЭГ лежит оценка частоты и амплитуды колебаний кривых, отражающих биоэлектрическую активность головного мозга.

Исследуемый диапазон частот находится в пределах от 0 до 35 Гц, который условно разделяют на 4 поддиапазона (табл. 1).

Таблица 1. Диапазоны частот, регистрируемых при электроэнцефалографии

Наименование	Частотный диапазон	Тип активности
Дельта	От 0 до < 4 Гц.	Медленно-волновая активность.
Тета	От 4 до < 8 Гц.	
Альфа	От 8 до 13 Гц.	Альфа-активность
Бета	Больше 13 Гц.	Быстро-волновая активность

В норме фоновая биоэлектрическая активность у взрослых представлена альфа-ритмом, доминирующим в затылочных областях. Быстрые и медленные формы активности всегда присутствуют на энцефалограмме, но их доля невелика и зачастую они имеют артефактный генез (рис. 4).

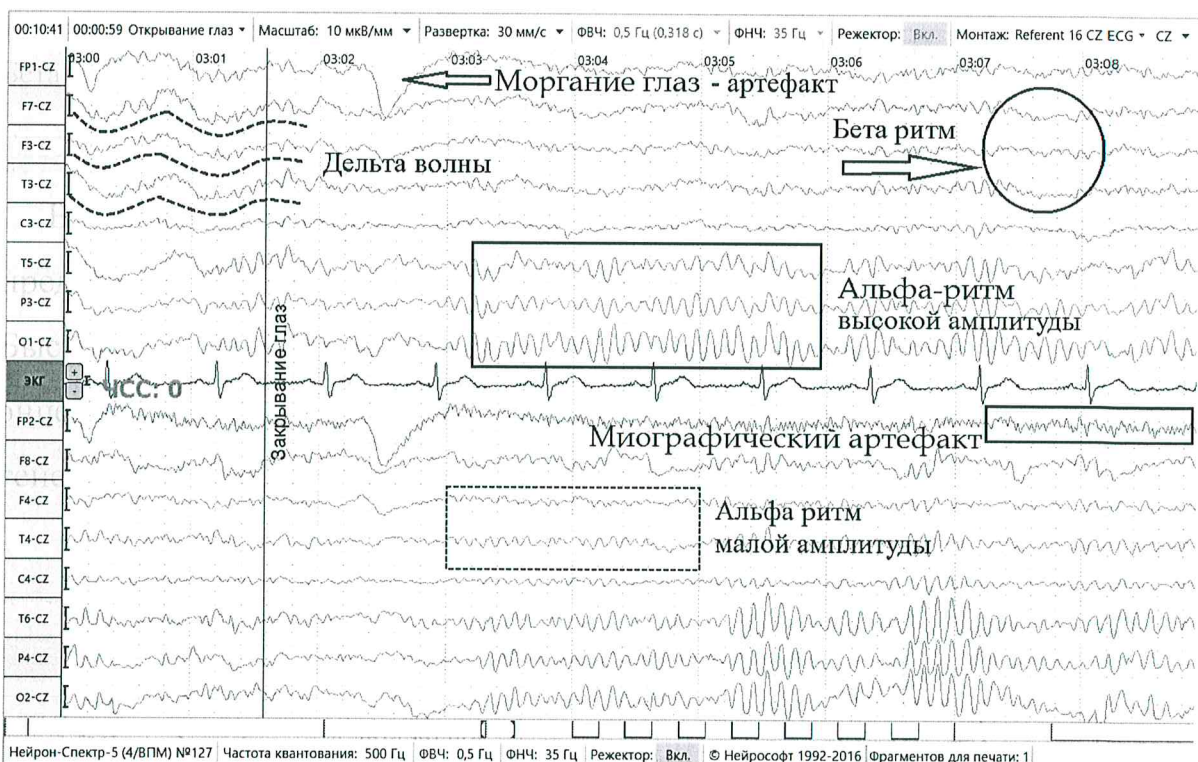


Рис. 4. Нормальная ЭЭГ, референтный монтаж, 16 каналов. Сплошной большой прямоугольник – нормальный α -ритм затылочной локализации, пунктирный

прямоугольник – α -ритм низкой амплитуды в лобных и височных отделах. Пунктирные линии слева подчеркивают колебания дельта-диапазона. Круг справа – β -ритм. Вверху – артефакт, возникающий при вертикальном движении глаз во время моргания. Малый сплошной прямоугольник – артефакт миограммы, часто напоминающий β -ритм.

Патологические изменения биоэлектрической активности у пациентов с тяжелой и среднетяжелой ЧМТ при снижении уровня бодрствования, характеризует диффузное, полушарное или ограниченное несколькими отведениями замедление фонового ритма, снижение амплитуды колебаний, вплоть до их полного исчезновения и спорадическое появление эпилептиформных графо-элементов или их устойчивых сочетаний (паттернов), специфичных для определенной клинической патологии и прогноза течения травмы. Возможно сочетание всех перечисленных форм патологии на протяжении одной записи.

Фоновая биоэлектрическая активность. Методология описания и клиническое значение.

При описании фоновой ритмики оценивают следующие признаки:

Симметричность. Сравнение амплитуды и частоты колебаний проводят между гомологичными отведениями левой и правой стороны. Легкой асимметрией считают измеренную в референтном монтаже разницу амплитуд $<50\%$, и разность частот $<0.5-1$ Гц. Значимой называют асимметрию, превышающую эти показатели. Амплитудная асимметрия не имеет самостоятельного диагностического значения и может являться вариантом нормы. Асимметрия частоты колебаний – всегда признак патологии. Для её обозначения используют термины «*фокальное или региональное замедление*», указывая сторону с меньшими показателями. Субкортикальные травматические повреждения мозга, затрагивающие белое вещество, проявляются на ЭЭГ в виде локализованной высоко амплитудной медленно-волновой полиморфной активности, преимущественно, дельта-диапазона, возникающей при повреждении

таламокортикального пути. Такие нарушения, выявляемые у пациентов с ЧМТ, обнаруживают при очагах ушиба или наличии внутримозговой гематомы, расположенной в области внутренней капсулы. Однако, они не специфичны и регистрируются при любых объемных образованиях, затрагивающих белое вещество (рис. 5).

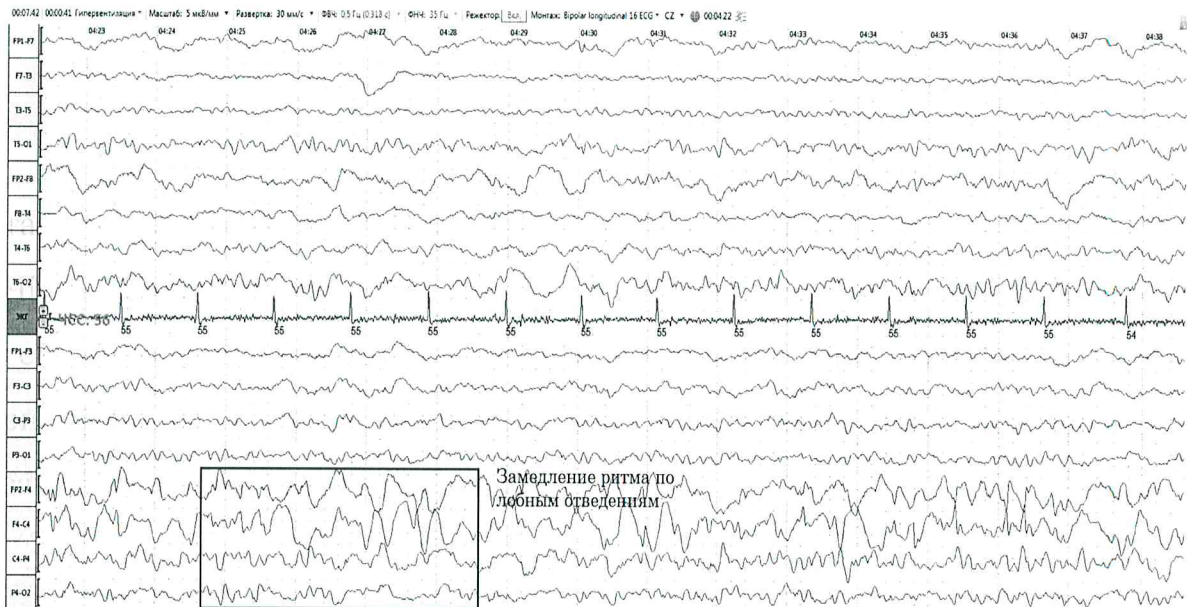


Рис. 5. Региональные изменения ЭЭГ в правой лобно-височной области у пациента с ушибом глубоких отделов лобной доли. Черной рамкой обозначена высокоамплитудная полиморфная медленно-волновая активность по двум каналам, электроды которых расположены над правой лобно-теменной областью.

Брешь-эффekt. Изменения ЭЭГ, регистрируемые над местом трепанации черепа, носят название *брешь-эффект* (БЭ) (от англ. breach rhythm). Их наблюдают в отведениях, расположенных над дефектом костей черепа, не редко даже после его закрытия (рис. 6). Морфологически БЭ представляет фокальную асимметричную высокоамплитудную активность в диапазоне частот от 6 до 11 Гц, иногда сочетающуюся с более быстрыми или медленными компонентами. БЭ может быть представлен и высокоамплитудными спайками или острыми волнами, что в ряде случаев не верно расценивают, как признак патологической активности над областью травматического повреждения коры мозга. Однако это физиологическое явление, не требующее

Доминирующий диапазон фонового ритма. Проводят визуальный анализ, указывая в заключении букву греческого алфавита, отражающую соответствующий частотный диапазон. Если в записи доминирует две частоты, например частое сочетающиеся тета- и дельта-ритмы у пациентов с угнетением бодрствования, то указывают обе. Замедление ритмики до тета-диапазона и ниже – неспецифический признак патологии, охватывающей полушария мозга, за исключением случаев, когда человек находится в состоянии сна или во время медикаментозной седации.

Метаболические нарушения при первичном и вторичном повреждении мозга вызывают изменения функционального состояния пирамидных нейронов коры, так и подкорковых ядер, обуславливающих регуляторные процессы в неокортексе. Это проявляется изменениями ЭЭГ, одновременно регистрируемыми над всей поверхностью скальпа [21]. Такие нарушения называют *«общемозговыми»*.

Общемозговые изменения при ЧМТ зависят от тяжести повреждения мозга и коррелируют с уровнем угнетения бодрствования. Чем тяжелее травма, тем меньше в фоновой активности волн альфа- и бета-диапазона и тем выше индекс медленных волн, который у здоровых людей минимален (рис. 7).

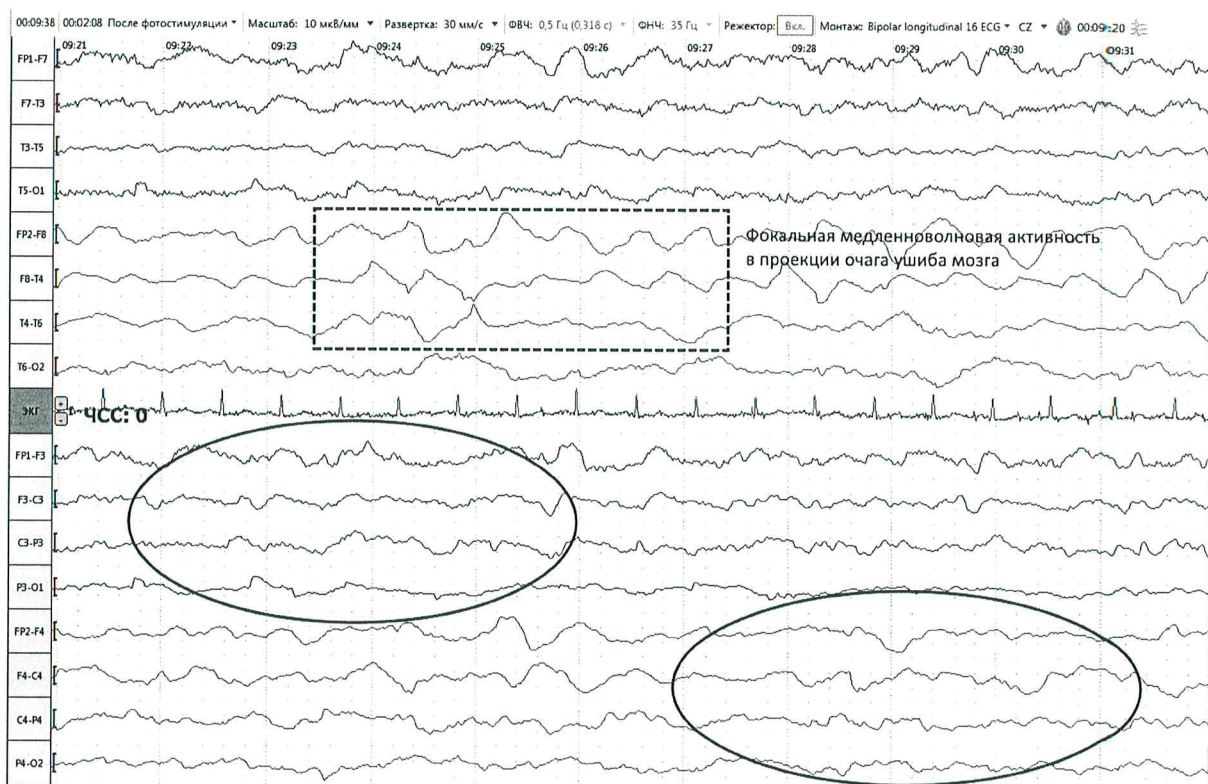


Рис. 7. Общемозговые и фокальные изменения ЭЭГ у пациента с ЧМТ в коме. Биполярный монтаж, 16 каналов. Симметричная полиморфная медленно-волновая активность над височными отделами обоих полушарий головного мозга (кривые от полушарий обведены овалами). Фокальные изменения – высокоамплитудная дельта-активность над правыми лобными отведениями парасаггитально (пунктирный прямоугольник).

Лобно-затылочный градиент. На нормальной ЭЭГ заметно постепенное симметричное замедление частоты с одновременным увеличением амплитуды активности по направлению от лобных отделов к затылку. Отсутствие этого признака – неспецифическое свидетельство общемозгового поражения, которое может возникать вследствие метаболических нарушений, ишемии, травмы. Инвертированный лобно-затылочный градиент – признак тяжелого поражения мозга, относящийся к злокачественным паттернам, однако его изолированное выявление не обязательно прогнозирует неблагоприятный исход [28].

Вариабельность ЭЭГ. Термин отражает изменения частоты и амплитуды ЭЭГ, связанные с медленными колебаниями функционального состояния мозга и степени бодрствования. Её точная оценка возможна лишь с помощью спектрального анализа в количественной ЭЭГ при

анализе длительных записей, во время которых можно заметить эти изменения [9, 16]. Отсутствие спонтанных или индуцированных стимулами изменений ЭЭГ характерно для паттернов альфа, бета, и тета-комы и является неблагоприятным прогностическим признаком. При невозможности её оценки, например из-за малой продолжительности записи, используют термин «оценить невозможно».

Реактивность ЭЭГ. Реактивность - значимое и воспроизводимое визуальное изменение электрографической картины в ответ на любую внешнюю стимуляцию (рис. 8). Это обязательный этап исследования у пациентов с повреждением мозга, который служит для оценки частоты и амплитуды кривых и динамику распространения графо-элементов.

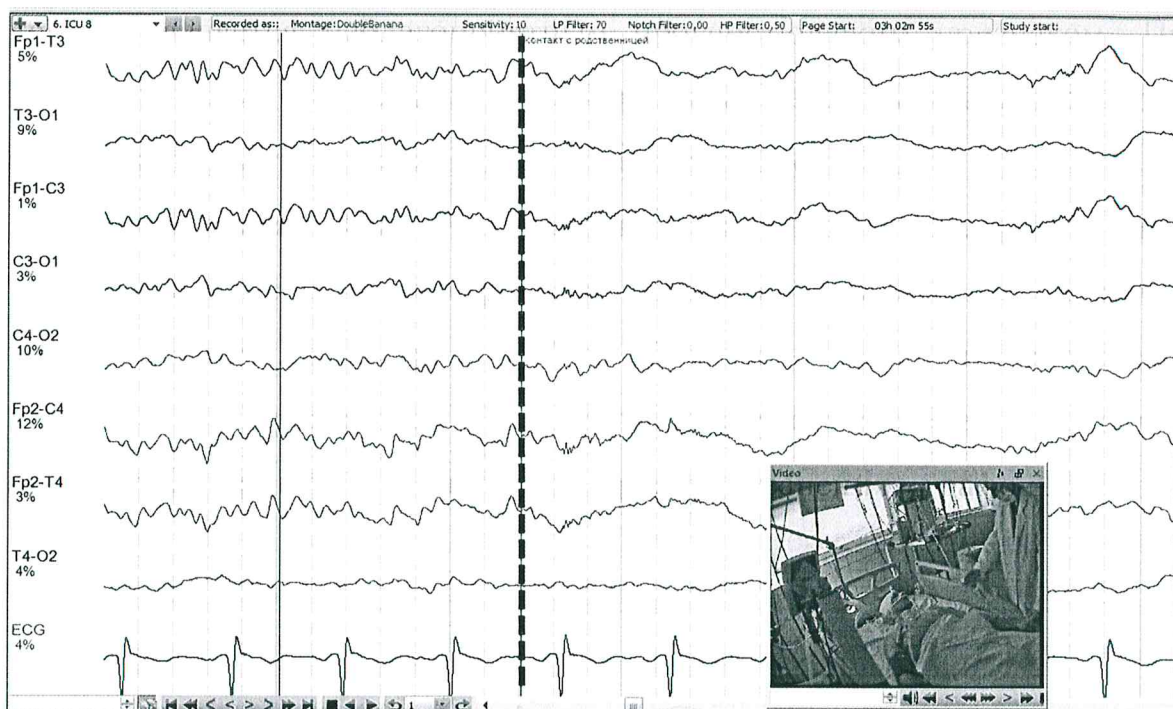


Рис. 8. Видеомониторирование ЭЭГ, сокращенный биполярный монтаж. Пациент Н., тяжелая ЧМТ. Угнетение уровня бодрствования до умеренной комы. Изменение фоновой частоты и амплитуды фоновой ритмики в ответ на прикосновение родственника пациента (момент прикосновения отмечен вертикальной пунктирной чертой).

Регистрация реактивности ЭЭГ у пациентов с угнетением бодрствования является благоприятным прогностическим признаком за исключением появления эпилептиформных графоэлементов в ответ на

стимуляцию [26]. Протокол стимуляции, применяемый в отделении неотложной нейрохирургии НИИ СП им НВ Склифосовского, приведен в таблице 2.

Таблица 2. Протокол стимуляции для оценки реактивности ЭЭГ.

Действия исследователя	Параметры
Пассивное открывание глаз пациента	Не менее 2х раз
Назвать пациента по имени	Не менее 2х раз, интервал 30 секунд.
Звуковая стимуляция – громкие хлопки ладонями	Не менее 2х раз.
Болевая стимуляция (надавливание на грудину, сжатие большого пальца руки)	Не менее 2х раз, интервал 30 секунд
<i>Оценивается любые воспроизводимые изменения на ЭЭГ, а также возникновение клинических проявлений в виде судорог, миоклонических подергиваний и др.</i>	

Амплитуда. Амплитуду фоновой биоэлектрической оценивают согласно следующим градациям. Превышающую 20 мкВ/мм, считают нормальной, находящуюся в диапазоне 10-20 мкВ/мм – сниженной, а ниже 10 мкВ/мм, - подавленной. Если амплитуда ЭЭГ подавлена лишь частично, измеряют её максимально выраженные участки. Регистрация подавленной амплитуды по всем отведениям свидетельствует о неблагоприятном прогнозе исхода коматозного состояния, развившегося вследствие длительной ишемии мозга во время сердечно-лёгочной реанимации [28]. Диффузно подавленная ЭЭГ у пострадавшего с ЧМТ является однозначным признаком тяжелого общемозгового поражения головного мозга – диффузно-аксонального повреждения (ДАП).

Биоэлектрическое молчание мозга. Это частный случай подвальной фоновой активности, при котором амплитуда записи не превышает 2 мкВ/мм на протяжении всей регистрации ЭЭГ, которую проводят субдермальными игольчатыми электродами в течение не менее 30 минут для подтверждения смерти мозга [4] (рис. 9). Согласно порядку

констатации смерти человека на основании диагноза смерти мозга, законодательно принятому в Российской Федерации, ЭЭГ проводят при невозможности полной оценки клинической картины перед проведением селективной церебральной ангиографии [3].

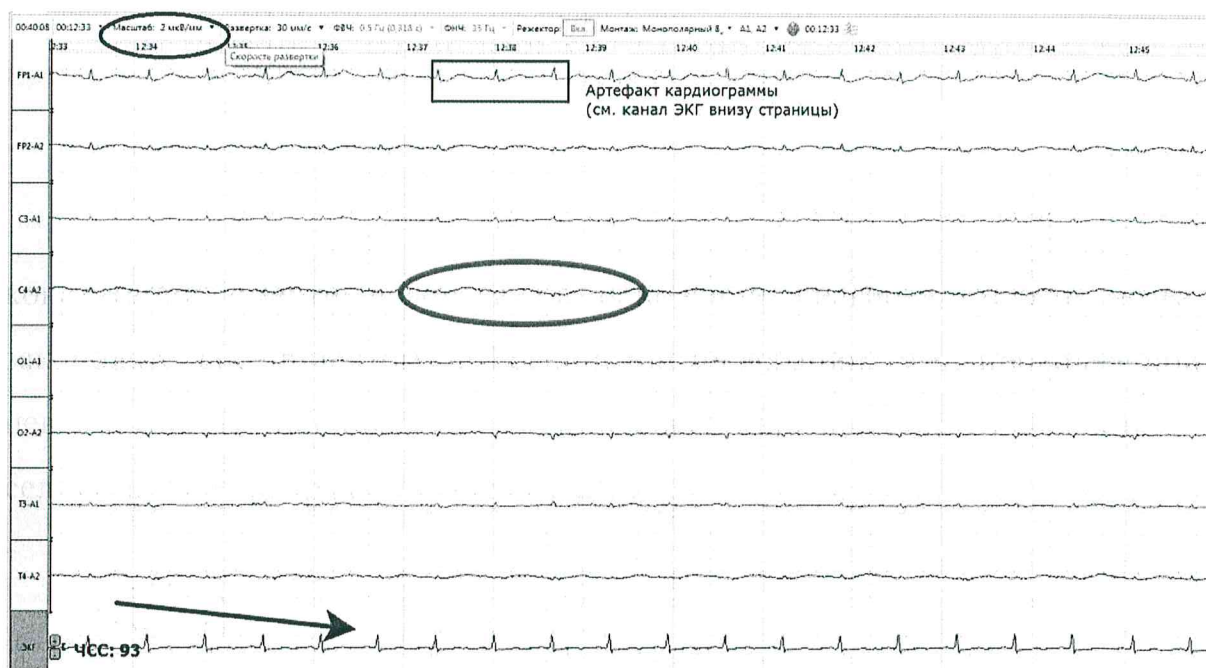


Рис. 9. Биоэлектрическое молчание мозга. Стрелка вниз – канал ЭКГ, синхронный с артефактом (верхний прямоугольник). Овал – артефакт реограммы. Левый верхний угол – максимальное усиление 2 мкВ/мм (при стандартных записях используют 7-10 мкВ/мм)

Компоненты II стадии сна. Их оценка возможна лишь в случае продленной регистрации ЭЭГ, включающей запись в течение ночи. Нормой считают сохранность К-комплексов и сонных веретен, а при наличии лишь одного из них, используют термин «изменены». Сохранность электрографических компонентов II стадии сна свидетельствует о благоприятном прогнозе восстановления сознания, у пациентов с травматическим поражением головного мозга. Их оценку используют для дифференциальной диагностики минимального состояния сознания и вегетативного статуса [1].

Непрерывность ЭЭГ. Показатель, отражающий наличие в записи ЭЭГ участков выраженного снижения амплитуды, вплоть до уровня изолинии. Нарушение постоянства фоновой ЭЭГ рассматривают, как признак угнетения жизнедеятельности головного мозга, поскольку он отражает прогрессирующее повреждение восходящих активирующих систем [5]. Динамика изменений является одним из инструментальных признаков неблагоприятного течения первичного и вторичного повреждения мозга, проявляясь снижением амплитуды биоэлектрической активности и появлением участков, на которых колебания потенциалов отсутствуют. По мере прогрессирования патологических процессов, длительность плоских участков увеличивается, приводя к появлению визуальной картины паттерна вспышка–подавление. Этот паттерн не всегда отражает необратимое нарушение функционирования головного мозга. Обратимый ПВП развивается при воздействии медикаментов или физических факторов, обладающих угнетающим воздействием на центральную нервную систему или гипотермии [23].

Возможны следующие варианты описания нарушения постоянства фоновой активности:

- *Непрерывная активность.* Запись не содержит участков значимого снижения амплитуды сигнала.
- *Активность, близкая к непрерывной:* ЭЭГ с участками снижения или подавления амплитуды, длительность которых не превышает 10% всей записи. *Снижением* называют уменьшение амплитуды более, чем на 50%, а её абсолютный показатель равен или превышает 10 мкВ/мм. Ниже этого уровня активность называют *подавленной*.
- *Прерывающаяся активность:* от 10 до 49% записи содержит участки снижения или подавления амплитуды фоновой ЭЭГ.

- *Вспышка-Снижение/Вспышка-Подавление:* участки снижения/подавления амплитуды 50% всей записи, постоянно перемежаясь с вспышками нормальной амплитуды (рис. 10).

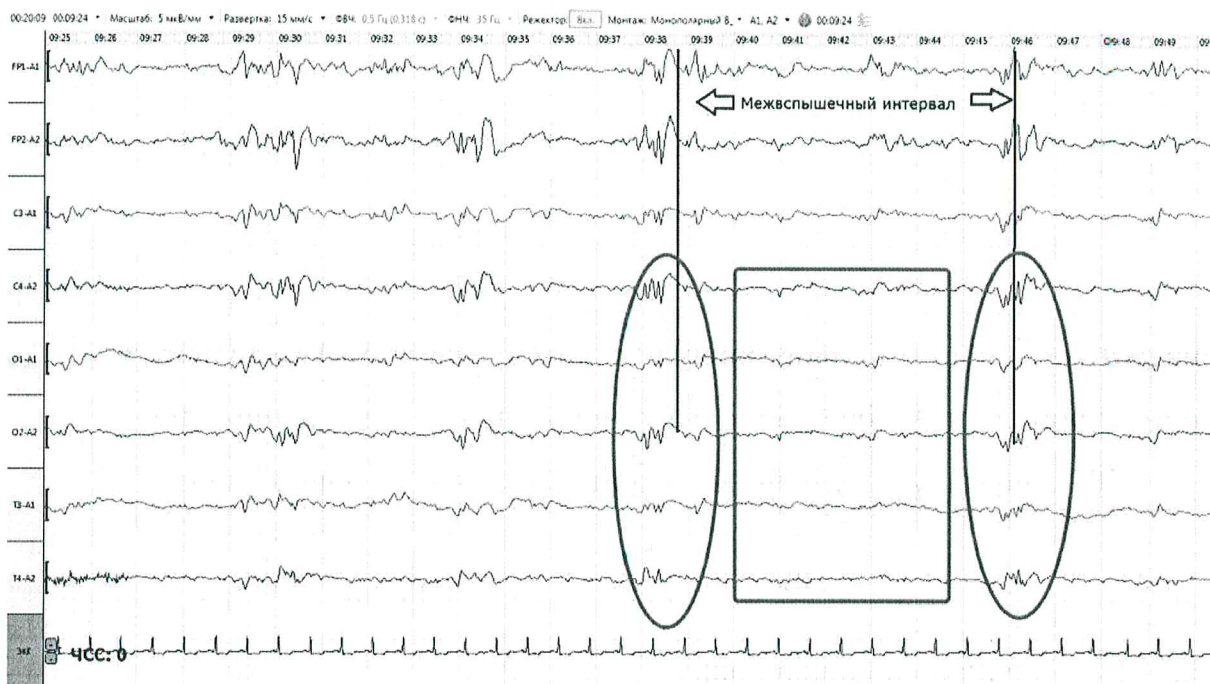


Рис. 10. Вспышка-подавление. Овалы – вспышки электрической активности. Прямоугольник – участок подавления. Межвспышечный интервала обозначен стрелками.

В клинической практике у пациентов с ЧМТ анализ непрерывности ЭЭГ используют для прогнозирования исхода травмы, сопровождающейся угнетением бодрствования до комы, и оценки глубины медикаментозной седации во время терапии острой внутричерепной гипертензии и рефрактерного эпилептического статуса.

Регистрация прерывистой ЭЭГ у пациента с угнетением уровня бодрствования до глубокой комы, которому не проводят медикаментозную седацию или гипотермию, является неблагоприятным прогностическим признаком с низкой вероятностью восстановления сознания и выживания [25].

Препараты, угнетающие степень бодрствования, вызывают динамические изменения на ЭЭГ в зависимости от их концентрации в

плазме крови. Для терапии злокачественной внутричерепной гипертензии скорость их введения повышают до момента появления паттерна вспышка-подавление. Основное значение в оценке глубины наркоза имеет длительность интервала подавления, которая прямо пропорциональна глубине наркоза (рис. 10).

В таблице 3 приведены параметры фоновой ЭЭГ, которые необходимо отразить в отчете исследования, и возможные варианты их написания.

Таблица 3. Параметры фоновой ЭЭГ и варианты их описания.

Раздел	Варианты значения			
Симметричность активности	симметрична	лёгкая асимметрия ≤50% амплитуда, 0.5-1Гц частота	значимая асимметрия >50% амплитуда >1Гц частота	
Бреши эффект	нет	есть	нечеткий	
Затылочный «альфа» ритм	сохранен (частота, Гц)	отсутствует		
Доминирующая частота	≥ альфа	тета	дельта	
Лобно-затылочный градиент	сохранен	отсутствует	инвертирован	
Реактивность ЭЭГ	сохранена	только СИ паттерны	отсутствует	неясно
Амплитуда фона	Нормальная ≥ 20 мкв/мм	Снижена 10-20 мкв/мм	Подавлена <10 мкв/мм	БЭММ <2 мкв/мм
Непрерывность кривой	Непрерывная	Близко к непрерывной ≤10% эпохи снижена/подавлена	Прерывающаяся. 10-49% снижена/подавлена	Вспышка-подавление ≥ 50% снижена/подавлена
Эпилептиформные графоэлементы и паттерны	отсутствуют	Зарегистрированы (описать характеристики)		

Оценку фоновой используют для прогнозирования функционального исхода у пострадавших с тяжелой ЧМТ.

Наиболее широкое распространение получила шкала Synek [25]. В её основе лежит регистрация замедления фоновой ритмики, которое происходит по мере углубления комы, и регистрация особых

патологических паттернов, наличие или отсутствие реактивности ЭЭГ (табл. 4).

Таблица 4. Шкала Synes (1988 г.) для оценки степени нарушения биоэлектрической активности мозга, наблюдаемой при угнетении сознания.

Степень	Характеристика паттерна	Реактивность
1 степень	Преобладает альфа-ритм с небольшим индексом тета-ритма	Реактивные паттерны
2 степень.	Преобладает тета-активность с сохранными паттернами сна. Может наблюдаться фронтальная ритмическая дельта-активность (РДА-ф).	
3 степень.	Низкоамплитудная диффузная нерегулярная дельта-активность	Непостоянная реактивность
4 степень	Альфа/тета кома, паттерны вспышка-подавление, генерализованные или латерализованные периодические эпилептиформные разряды (PLED, GPED)	Ареактивные паттерны
5 степень	Биоэлектрическое молчание мозга.	

Первая и вторая степень нарушений – благоприятный прогностический признак с высокой вероятностью выживания и восстановления сознания. Паттерны ЭЭГ, соответствующие третьей, четвертой и пятой степени нарушений, характерны для неблагоприятного прогноза. Длительно регистрируемое биоэлектрическое молчание мозга (5 степень нарушений) является предиктором неблагоприятного прогноза выживания при условии не применения препаратов, угнетающих нервную систему.

Эпилептиформные разряды.

К эпилептиформным разрядам относят спайк, полиспайк, острую волну, спайк-волну. Описание их морфологии и характеристик представлены в таблице 5.

Таблица 5. Эпилептиформные графоэлементы и их характеристики.

Название графоэлемента	Отличительные признаки
Спайк	Острый пик, выделяющийся из фоновой записи продолжительность которого, измеренная на уровне пересечения изолинии не превышает 70 мкс. (Рис. 11)
Полиспайк	Графоэлемент, длительностью до 70 мкс, состоящий из нескольких пересечений изолинии.
Острая волна	Заострённый пик, длительность которого на уровне изолинии находится в диапазоне от 70 до 200 мкс. Клиническое значение спайка и острой волны одинаково.
Спайк-волна	Устойчивый графический паттерн, в котором за спайком, полиспайком или острой волной немедленно следует медленная волна той же полярности

Для классификации графо-элементов как эпилептиформные, кроме соответствующей морфологии, они должны удовлетворять следующими признакам:

- ЭР возникают пароксизмально и явно выделяются из фоновой активности.
- ЭР всегда визуализируют более, чем по одному отведению, обязательно с амплитудным градиентом в референтных монтажах или реверсией фазы в биполярных.
- Спайки и острые волны в подавляющем большинстве случаев имеют отрицательную полярность (отклонение кривой выше изолинии в референтных монтажах и реверсию фазы в биполярных), однако следует помнить, что в монтаже с

усредненным референтным электродом могут быть как отрицательно, так и положительно направленные графоэлементы.

- Большинство спайков сопровождается следующей за ними медленной волной.



Рис. 11. Интериктальная ЭЭГ. Монтаж Double Banana Split, Масштаб 15 мкВ, скорость 30 мм/сек. Комплекс спайк-медленная волна с реверсией фазы под электродами С4, Т4, Сз (черные прямоугольники) расположенными в проекции моторной коры правого полушария. Клиническая картина посттравматической Epilepsia Partialis Continua с судорожными сокращениями мышц левых конечностей.

При описании эпилептиформных разрядов следует указывать их морфологию согласно стандартным определениями, приведенным выше [20].

Для оценки перехода спорадических ЭР в эпилептический приступ важным является градация частоты наблюдения ЭР в записи. У пациентов с ЧМТ это необходимо для прогнозирования эпилептических приступов и

их перехода в эпилептический статус. В таблице 6 представлены термины для описания количества ЭР в записи, которые следует использовать при написании заключения ЭЭГ.

Таблица 6. Градация частоты возникновения спорадических эпилептиформных разрядов.

Количество разрядов в единицу времени.	Термин.
Чаще, чем в 10 сек (один графоэлемент на стандартном экране ЭЭГ)	Множественные
Реже, чем 1 раз в 10 сек, чаще чем 1 раз в 1 минуту.	Частые
Реже, чем 1 раз в 1 мин., чаще чем 1 раз в час.	Эпизодические
Реже, чем 1 раз в час	Редкие

В случае, когда частота ЭР превышает 2,5 Гц, картину ЭЭГ расценивают как электрографический эпилептический приступ, и, если она не сопровождается выраженными двигательными проявлениями, рассматривают, как бессудорожный. Если его длительность превышает 10 минут, то бессудорожный эпи-приступ считают бессудорожным эпилептическим статусом, что требует немедленного начала интенсивной противосудорожной терапии [7]. Регистрация спорадической эпилептиформной активности без клинических проявлений у пациентов, перенесших ЧМТ, является возможным предиктором развития посттравматической эпилепсии [27].

Ритмичные и периодические паттерны ЭЭГ

У пострадавших с тяжелой ЧМТ при угнетении бодрствования ЭЭГ часто содержит отдельные графоэлементы и их паттерны, которые не соответствуют критериям ЭР, но обладают при этом самостоятельным диагностическим и прогностическим значением [13, 14]. Трудность клинической диагностики, причины угнетения бодрствования и высокая

частота бессудорожных приступов у пациентов с тяжелой ЧМТ придают особую важность систематизации и анализу этих нарушений. Для их описания используют особую схему, включающую обозначение их локализации, морфологию и ряд дополнительных признаков, называемых модификаторами (рис. 12) [15]. Её внедрение позволило стандартизировать описание ЭЭГ, увеличив уровень межэкспертного согласия (МЭС), и провести ряд кооперативных исследований, выявивших клиническую значимость отдельных паттернов [20, 24].

<p>Локализация (термин 1)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Генерализованные (Г) <ul style="list-style-type: none"> ~ с лобным/ ~ затылочным/ ~ центральным доминированием • Латерализованные (Л) <ul style="list-style-type: none"> ~ односторонние/ ~ билатерально - асимметричные • Билатерально независимые (Би) <ul style="list-style-type: none"> ~ односторонние/ ~ билатерально - асимметричные • Мультифокальные (Мф) <ul style="list-style-type: none"> ~ односторонние/ ~ билатерально - асимметричные 	<p>Морфология (термин 2)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Периодические Разряды (ПР) <ul style="list-style-type: none"> ~ + быстрая активность (+Б) ~ + ритмичная активность (+Р) ~ + быстрая ритмичная активность (+БР) • Ритмичная Дельта Активность (РДА) <ul style="list-style-type: none"> ~ + быстрая активность (+Б) ~ + спайковидная (+С) ~ + быстрая и спайковидная активность (+БС) • Спайк – Волна (СВ) • Мультифокальные (Мф)
<p>Малые модификаторы</p> <ul style="list-style-type: none"> • «Квази» • Развитие паттерна • Трехфазная морфология (для ПР и РДА) • Лобно-затылочный градиент 	<p>Основные модификаторы</p> <ul style="list-style-type: none"> • Встречаемость паттерна в записи • Длительность регистрации паттерна • Частота графоэлементов в паттерне, • Фазы разряда (для ПР и СВ) • Острота формы (для ПР и СВ) • Амплитуда. абсолютная/относительная(для ПР) • Полярность (для ПР и СВ) • Связь с внешней стимуляцией • Эволюция/флюктуация/статичность

Рис. 12. Форма описания ритмичных и периодических паттернов.

Методология описания ритмичных и периодических паттернов.

Схема описания РПП представляет собой использование двух главных терминов, отражающих локализацию и морфологию графоэлементов, к которым при необходимости добавляют дополнительные, описательные термины – «модификаторы». Для

создания баз данных, особенно при проведении кооперативных исследований, необходимо заполнение всех возможных параметров, однако в клинической практике обязательно следует указать оба основных термина, а модификаторы использовать, исходя из принципа разумной достаточности. Схема включена в стандартную электронную систему описания ЭЭГ (SCORE) и переведена на русский язык [6].

Основные термины для описания РПП.

- **Основной термин №1. Локализация.** Существует 4 возможных варианта описания:

1. *Генерализованные (Г)*. (рис. 15). Это любой билатеральный, бисинхронный и обязательно симметричный паттерн. При его амплитудном доминировании над одной из областей описание дополняют одним из вариантов:

а. *С лобным доминированием* – в случае превышения амплитуды разрядов по лобным отведениям над затылочными на 50% и более.

б. *С затылочным доминированием*. Вариант, обратный лобному.

в. *С центральным доминированием*. Дополнение используют при амплитудном преобладании по парасагиттальным отведениям.

2. *Латерализованные (Л)* (рис. 13). Это односторонние или асимметричные, но синхронные билатеральные паттерны, включая фокальные, региональные и полушарные. Различают:

а. *Односторонние*

б. *Билатеральные асимметричные*.

В последнем случае, указывают сторону, долю мозга и полушарие, над которыми отмечена максимальная амплитуда разрядов.

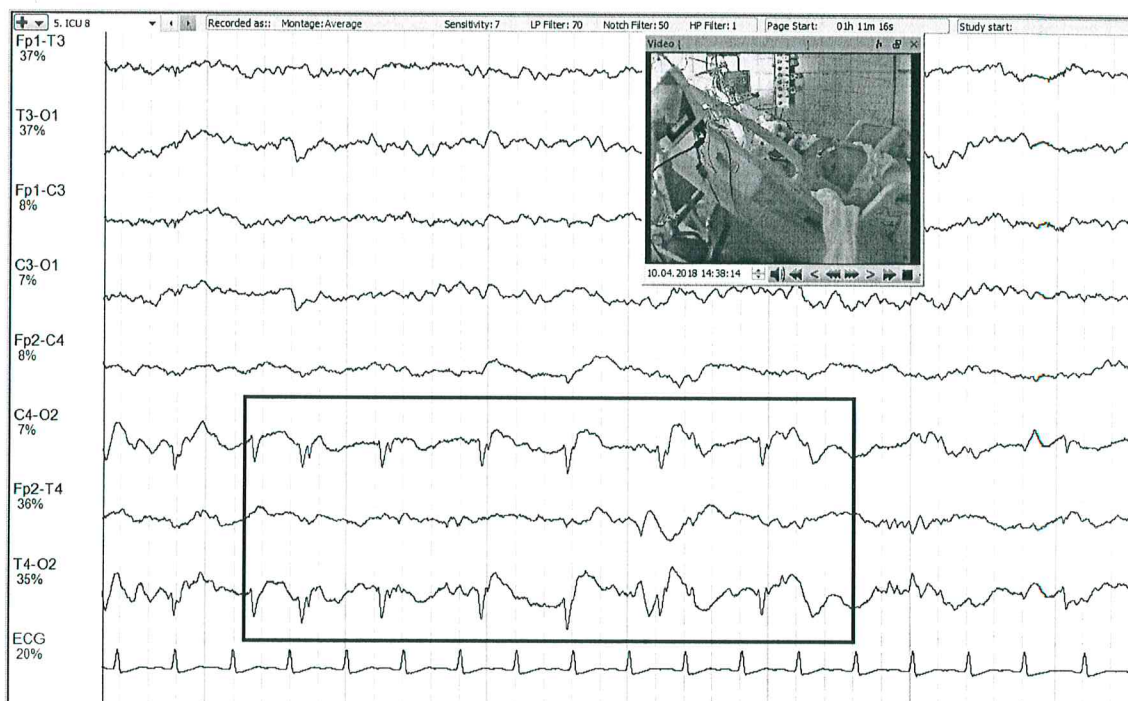


Рис. 13. Латерализованные односторонние асимметричные Периодические Разряды, спайковидные (ЛПР +С).

3. *Билатерально независимые (Би)*. В этом случае разряды возникают над обоими полушариями, но независимо друг от друга (рис. 14).
4. *Мультифокальные (Мф)*. Такие ритмичные или периодические разряды наблюдают над разными долями мозга

Билатерально независимые и мультифокальные разряды требуют описания симметричности амплитуды разрядов с указанием наиболее вовлеченной доли мозга в каждом из полушарий.

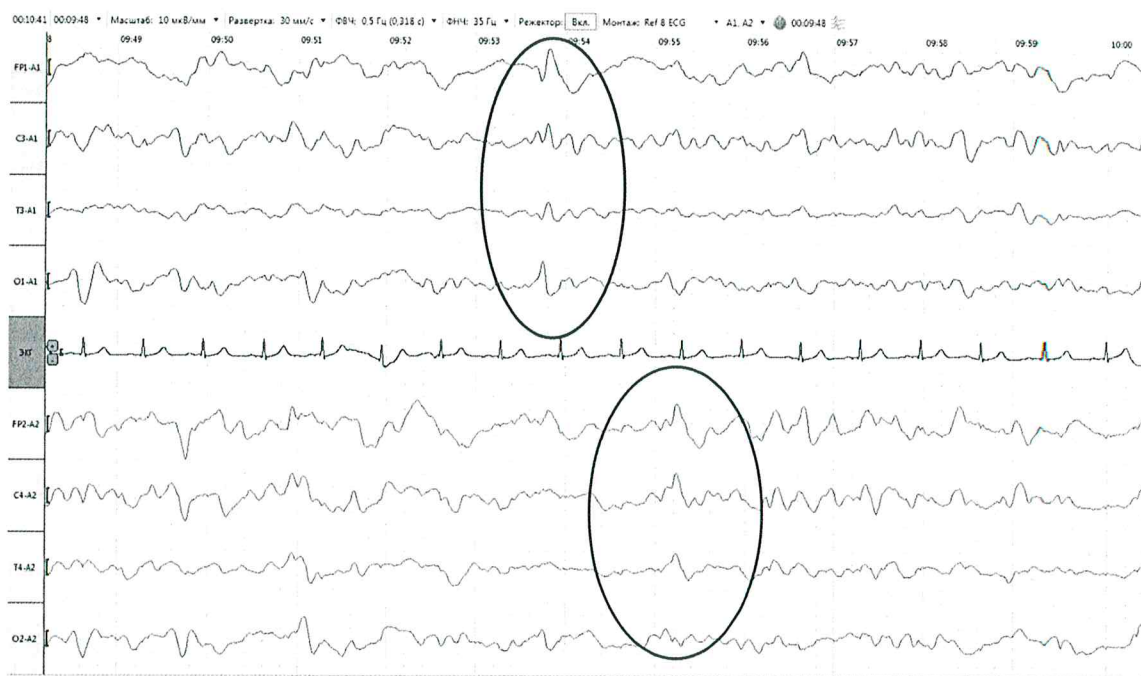


Рис. 14. Билатерально независимые Периодические Разряды (БиПР)

- **Основной термин №2. Морфология.** Её описывают одним из 3-х терминов:

1. **Периодические Разряды (ПР)** (рис. 15). Периодическими называют любые гомологичные графоэлементы, возникающие с близким к одинаковому интервалом. Близко к одинаковому называют интервал, длина которого варьирует в пределах 50% более, чем половине циклов паттерна. Разряд – это графоэлемент, длительностью короче 0.5 секунды и состоящий не более, чем из трех фаз. Его следует отличать от вспышки, в которой кривая пересекает изолинию более 3-х раз, а длительность составляет от 0.5 до 4 секунд.



Рис. 15. Генерализованные Периодические Разряды (ГПР). Черная стрелка – канал ЭКГ, доказывающий, что острые волны на ЭЭГ не являются кардиогенным артефактом.

2. Ритмичная Дельта Активность (РДА) (рис. 16). Ритмичной называют активность, состоящую из повторяющихся графоэлементов с относительно одинаковой морфологией (мономорфной) без интервалов между ними. Частота колебаний Дельта-диапазона не превышает 4 Гц. Паттерн удовлетворяет критериям ритмичности, если длительность каждого цикла варьирует в пределах 50% в большинстве (>50%) пар циклов.

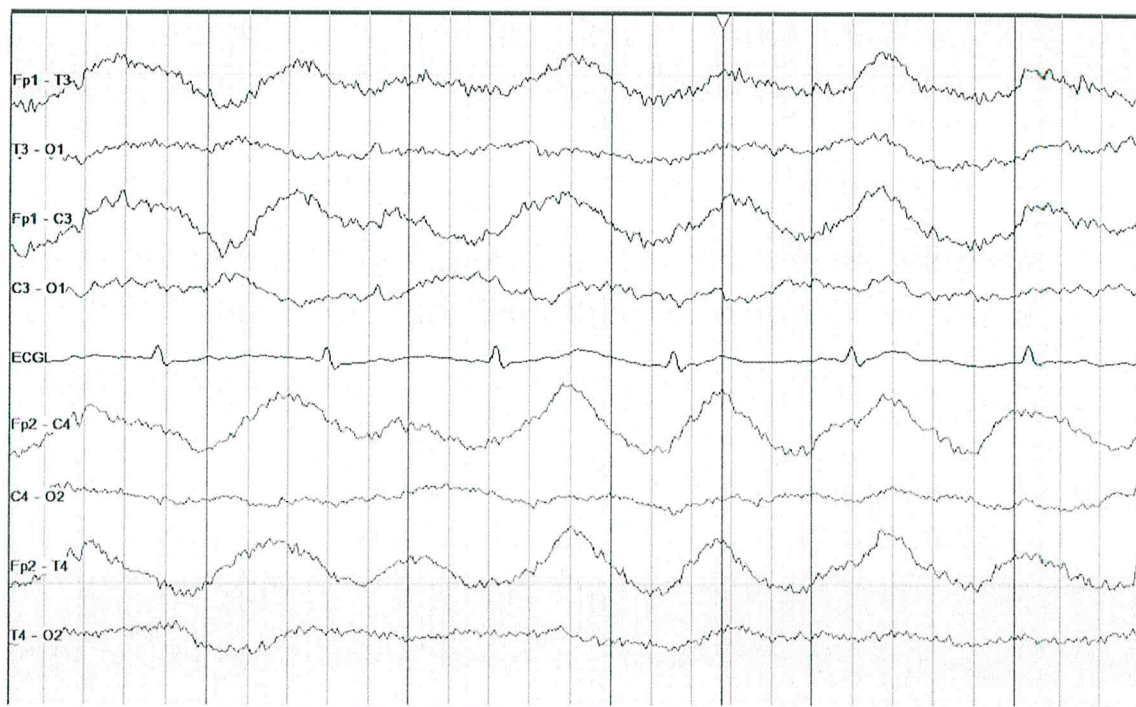


Рис. 16. Генерализованная Ритмичная Дельта Активность (ГРДА) с лобным доминированием.

3. *Спайк – Волна (СВ)*. Паттерн, состоящий из серии комплексных графоэлементов, сочетающих спайк (полиспайк) или острую волну с последующей медленной волной, возникающей постоянно и с одинаковым интервалом. Паттерн характеризует отсутствие интервала между комплексами, в противном случае его называют «Периодические Разряды (ПР) с морфологией спайков».

Для того, чтобы сочетание одинаковых графо-элементов ЭЭГ классифицировать как РПП, они должны быть зарегистрированы 6 и более раз подряд. Например, единичные ЭР, возникающие с одинаковыми интервалами с частотой 1 Гц, следует называть периодическими разрядами в случае их появления в течение 6 секунд подряд, а для мономорфных дельта-волн с частотой 3 Гц время, определяющее их, как РДА, составит 2 секунды.

Модификаторы основных терминов РПП.

В описании РПП различают модификаторы, уточняющие морфологию графо-элементов, называемые «*модификаторы плюс*» (рис. 12), и дополнительные термины, характеризующие остальные признаки.

Модификаторы морфологии “+”. Свидетельствуют о высокой вероятности иктальной природы паттерна. Применяют лишь для описания ПР или РДА [14].

Модификаторы “+” бывают следующих видов:

- а. + *Быстрая активность (Б)*. Суперпозиция ПР или РДА с колебаниями, превышающими частоту 4 Гц.
- б. + *Ритмичная (квази-ритмичная) дельта-активность (Р)* – используют только с паттерном ПР.
- в. + *Спайк, острая или остро очерченная волна (С)* – применяют при соответствующей форме графоэлементов РДА.
- г. *Сочетания модификаторов – + Быстрая Ритмичная (БР)* для ПР и *+Быстрая Спайковидная (БС)* для РДА.

Модификаторы основных признаков паттерна представлены в таблице 7. Для описания каждого из модификаторов приняты однозначные определения.

Таблица 7. Основные модификаторы РПП и их возможные значения.

Модификатор	Значения				
Встречаемость паттерна в записи	≥ 90% постоянно	50-89% множественно	10-49% часто	1-9% эпизодически	<1% редко
Длительность паттерна	≥ 1 часа крайне долго	5-59 мин продолжительно	1-4.9 мин средней длит.	10-59 сек. кратковременно	<10 сек. очень кратко
Частота РПП, Гц	≥4	3.5 – 3	2.5 – 2	1.5 – 1	0.5
Фазы ПР и СВ	>3	3	2	1	
Острота формы ПР	<70 мс. спайковидная	70-200 мс. островолновая	>200 мс. заостренная	>200 мс. сглаженная	
Абсолютная амплитуда РПП, мкВ/мм	≥200 высокая	50-199 средняя	20-49 низкая	<20 крайне низкая	
Относительная амплитуда ПР	>2	≤2			
Полярность	+	-	диполь	оценить невозможно	
Связь со стимуляцией	вызван стимулом	спонтанный	оценить невозможно		
Динамика паттерна	эволюция	флюктуация	статичный		

Встречаемость в записи. Отражает процентное содержание указанного РПП в течении всей записи или эпохи, выбранной для анализа. Поскольку на практике его точное цифровое значение определить невозможно, используют следующие текстовые градации (табл. 8).

Таблица 8. Встречаемость паттерна в записи или эпохе анализа.

Диапазон представленности в записи	Текстовое обозначение
Равно и более 90%	Постоянно
От 50 до 89%	Множественно
От 10 до 49%	Часто
От 1 до 9%	Эпизодически
Менее 1%	Редко

Длительность регистрации паттерна. Указывают продолжительность регистрации паттерна в выбранной эпохе записи. Термины, используемые для этого, указаны в таблице 9.

Таблица 9. Модификатор – длительность регистрации паттерна.

Диапазон представленности в записи	Термин
Дольше 1 часа	Крайне длительно.
От 5 до 59 минут	Продолжительно
От 1 до 4.9 минут	Средней длительности
От 10 до 59 секунд	Кратковременно
Менее 1 секунды	Очень коротко

Частота. Указывают частоту графо-элементов в паттерне, а также её максимальный и минимальный показатель. Цифровые значения округляют до 0.5 Гц.

Фазы разряда. Модификатор отражает количество пересечений изолинии в разряде, измеренное в продольном биполярном монтаже. Применим исключительно к ПР и СВ. В последнем случае в качестве фазы учитывают и медленно-волновой компонент. Возможные варианты описания: 1, 2, 3, >3.

Острота формы. Используют для дополнительного описания доминирующей фазы ПР и СВ. Если фаза с более острой формы волны не доминирует, следует описать оба пика графо-элемента. Возможны следующие варианты:

- а. *Спайковидная* – длительность графо-элемента на уровне изолинии менее 70 мс.
- б. *Остро-волновая* – длительность от 70 до 200 мс.
- в. *Заостренная* – применяют к волнам дельта- и тета-диапазонов, с характерной остро-волновой морфологией (быстрый подъем кривой, за которым следует медленный спуск), но длина которых превышает 200 мс.
- г. *Сглаженная* – форма волны имеет синусообразную форму.

Амплитуда РПП. Её измеряют в продольном биполярном монтаже с электродами, расположенными по схеме «10-20%», выбирая отведение, где паттерн наиболее выражен. Различают *абсолютную амплитуду* – разность (мкВ/мм) между положительным и отрицательным пиком графо-элемента, и *относительную*. Последняя применима только к ПР и отражает отношение высоты графо-элемента к усредненному показателю фоновой активности. Поскольку точные цифровые показатели абсолютной амплитуды варьируют от элемента к элементу, пользуются текстовыми градациями:

- а. <20 мкВ/мм - *крайне низкая*
- б. 20-49 мкВ/мм – *низкая*
- в. 50-199 мкВ/мм – *средняя*
- г. ≥ 200 мкВ/мм – *высокая*

Относительную амплитуду измеряют в том же канале записи, что и абсолютную, но описывают как ≤ 2 или > 2 .

Полярность определяют лишь у ПР и СВ в референтном монтаже по фазе разряда паттерна, с наибольшей амплитудой. Для описания возможны следующие варианты:

- а. *Положительная*
- б. *Отрицательная*
- в. *Диполь (горизонтальный или тангенциальный)* – для оценки в монтаже с усредненным референтным электродом.
- г. *Невозможно определить.*

Связь со стимуляцией. *Стимул-индуцированность (СИ)* обозначает воспроизводимое возникновение паттерна в ответ на одинаковую модальность стимуляции. Если паттерн появляется без связи с внешним воздействием, его называют *спонтанным*. Кроме стимулов, оцениваемых согласно протоколу, указанному в таблице 2, оценивают возможную связь с любыми внешними воздействиями (работа вентилятора, прикосновения медперсонала и т.д.). В отсутствие данных о проводимой

стимуляции или при неоднозначной интерпретации электрографической картины используют термин «оценить невозможно».

Динамика паттерна. Это один из важнейших модификаторов, который необходимо использовать при подозрении на иктальность наблюдаемого паттерна.

- *паттерн с эволюцией* (рис. 17). Это не менее двух последовательных изменений одного из признаков – *частоты, морфологии* или *локализации*. Их динамика должна удовлетворять следующим критериям.

Частота – минимум два последовательных одинаково направленных изменения частоты на 0.5Гц и более. Например, постепенное ускорение 2.5 – 3.0 – 3.5 Гц или замедление 2.0 – 1.5 – 1.0Гц графо-элементов паттерна.

Морфология – последовательное появление не менее двух графоэлементов паттерна, каждый из которых имеет морфологию, отличную от предыдущего.

Локализация – постепенное распространение РПП более, чем на два соседних электрода, установленных по схеме 10-20%.

- *паттерн с флюктуацией* – динамическое состояние, включающее три и более изменения частоты, морфологии или локализации, но не соответствующих критериям эволюции, при этом длительность статичных участков паттерна не должна превышать 1 минуту. Так, паттерн РДА 1.5 Гц в течение 30 секунд, переходящий в РДА 2 Гц на 50 секунд с возвратом частоты к 1.5 Гц на 30 секунд, расценивают, как флюктуирующий, а ПР по отведениям С3 и Т3 в течение 40 секунд, затем расширившие присутствие на F3 на 3 минуты с обратным развитием на С3 и Т3 на 50 секунд – нет. Изолированное изменение амплитуды РПП следует расценивать, как эволюцию или флюктуацию.

- *Статичный паттерн* – отсутствие каких-либо изменений в течение всего времени его регистрации.

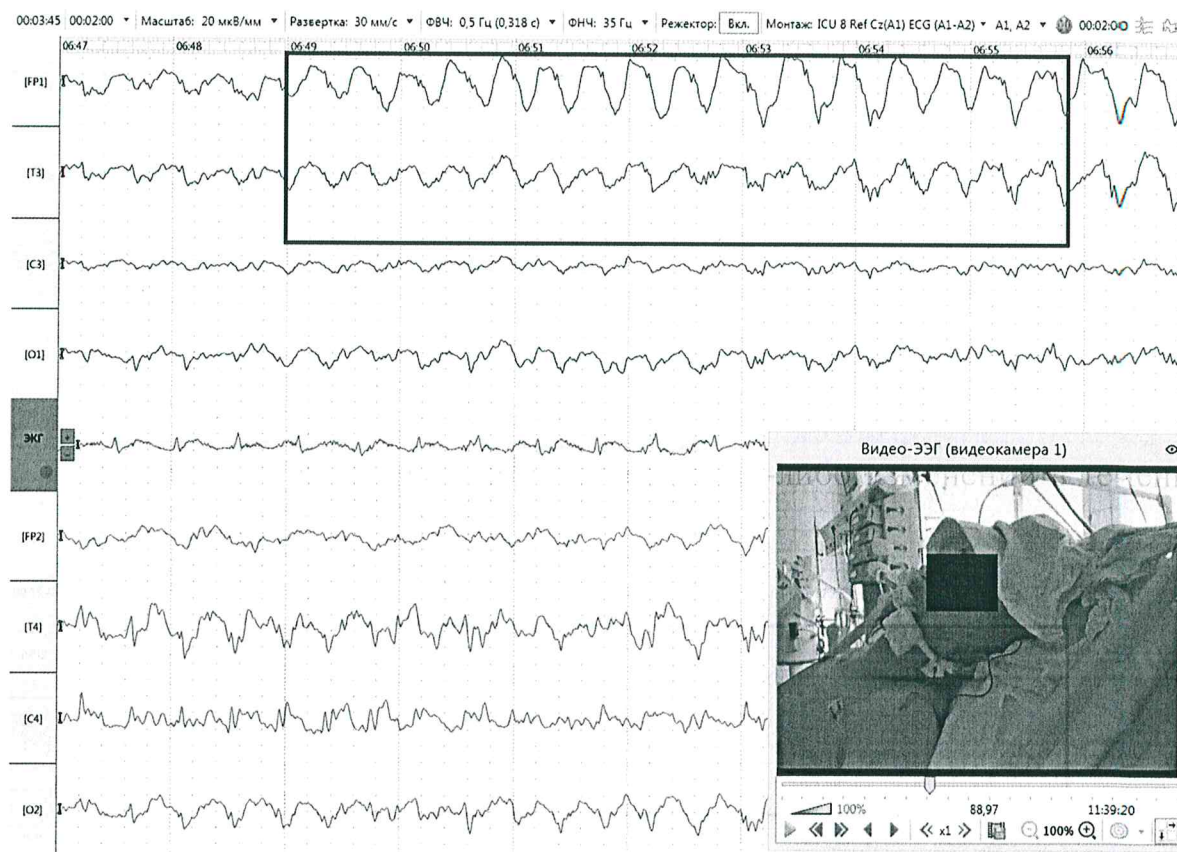


Рис. 17. Латерализованная билатерально асимметричная Ритмичная Дельта Активность (ЛРДА), + быстрая (+Б), эволюционирующая активность. Типичная эволюция частоты РДА без клинических проявлений свидетельствует о бессудорожном эпилептическом статусе.

Эволюция РПП является одним из главных электрографических признаков иктального характера ЭЭГ. У пострадавших с тяжелой ЧМТ с угнетением уровня бодрствования при подозрении на бессудорожный эпилептический статус следует пользоваться диагностическими критериями, предложенными S. Beniczky с соавторами, которые представлены в таблице 10.

Таблица 10. Диагностические критерии бессудорожного эпилептического статуса у пациентов, не страдающих эпилепсией. ПР – периодические разряды.

1. Частота ПР > 2.5 Гц.
2. Частота ПР < 2.5 Гц или паттерн РДА и один из следующих признаков:

a. Электрографическое (восстановление фоновой ритмики и ее реактивности) и клиническое улучшение при введении противоэпилептических препаратов
b. Незначительные клинические икральные признаки во время регистрации электрографического паттерна
c. Эволюционирующий паттерн ПР или РДА

При проведении кооперативных исследований для более детализированного описания ЭЭГ описывают и менее значительные признаки РПП, которые называют «**малые модификаторы**».

Существует 4 малых модификатора:

Квази. Применяют для описания ПР или РДА при количественном анализе ЭЭГ, выполняемом с помощью специального программного обеспечения. Он обозначает вариативность длины волны этих паттернов в пределах 25-50% в большинстве пар графоэлементов.

Возникновение. *Внезапное/Постепенное.* Отражает динамику появления паттерна в записи. Внезапным называют развитие паттерна быстрее, чем за 3 секунды.

Трехфазная морфология. Может присутствовать у ПР и РДА. Такой графоэлемент состоит из 2-х или 3-х фаз, в которых каждая последующая длиннее предыдущей, а пик с наибольшей амплитудой имеет положительную полярность.

Лобно-затылочный градиент. Используют для описания РПП, если его графо-элементы регистрируют по лобным отведениям более, чем на 100 мс раньше затылочных. Если зависимость обратная, то градиент считают отрицательным.

Показания к стандартной и продленной регистрации ЭЭГ у пациентов с ЧМТ.

ЭЭГ является информативным методом оценки функционального состояния головного мозга пострадавших с ЧМТ. У пациентов с лёгкой ЧМТ ЭЭГ показана лишь при возникновении клинических симптомов, которые можно расценить как эпилептические приступы или внезапном угнетении бодрствования, необъяснимого данными, полученными при КТ или МРТ [21].

В таблице 11 представлены рекомендации международной конференции, посвященной нейромониторингу в отделениях реанимации и интенсивной терапии, у пострадавших со среднетяжелой и тяжелой травмой мозга, которым проводят интенсивную терапию. Решение о проведении стандартной или продленной ЭЭГ и изменении тактики лечения на основании её результатов следует принимать только с учетом клинической картины и данных нейровизуализации [2, 18].

Таблица 11. Рекомендации по использованию ЭЭГ в комплексе мультимодального мониторинга в условиях нейрореанимации.

Рекомендация	Уровень доказательности
Регистрация ЭЭГ не менее 30 минут показана пациентам с любым острым повреждением головного мозга и сохраняющимся угнетением бодрствования или изменениями сознания, необъяснимым данными нейровизуализационными или лабораторными данными.	Обязательно к назначению. Малый объем доказательной базы.
Мониторирование ЭЭГ показано пациентам с судорогами, сохраняющимся дольше 60 минут с момента начала терапии эпилептического статуса.	Обязательно к назначению. Малый объем доказательной базы
Мониторирование ЭЭГ показано во время проведения терапевтической гипотермии и во время согревания пациентам после остановки сердца для исключения БСЭС	Обязательно к назначению. Малый объем доказательной базы
Мониторирование ЭЭГ рекомендовано пациентам без первичного повреждения мозга с необъяснимым нарушением	Исследование рекомендовано, желательно сопровождать синхронной регистрацией видео изображения.

сознания или возникновением неврологического дефицита.	Малый объем доказательной базы.
Мониторирование ЭЭГ рекомендовано для регистрации отсроченной ишемии мозга у пациентов с САК с угнетением бодрствования до комы.	Исследование рекомендовано. Малый объем доказательной базы.

В протоколе регистрации ЭЭГ обязательно указывают клиническое показание к исследованию, тип и количество использованных электродов, все монтажи, в которых проводили запись, её длительность, наличие и выраженность артефактов и их влияние на точность оценки биоэлектрической активности мозга. Отдельно отмечают применение медикаментов, например, противоэпилептических или препаратов для наркоза, на фоне которых проводили запись. Описывая фоновую активность, используют последовательность признаков, указанных в таблице 3, соблюдая стандартные термины. При выявлении патологии указывают локализацию согласно её расположению в проекции соответствующих долей мозга.

При регистрации спорадических эпилептиформных графо-элементов описывают их морфологию (табл. 5) и частоту возникновения, согласно градации, описанной в таблице 6.

При выявлении ритмичных или периодических паттернов их описывают, используя стандартную схему (рис.12) и модификаторы (табл. 7). Обязательно указывают два основных термина, отражающих локализацию и морфологию графо-элементов, а также модификаторы, указывающие на высокую вероятность иктальности РПП. Это модификатор «плюс» и динамика паттерна. Остальные признаки применяют лишь при клинической необходимости и для составления баз данных.

Заключение должно отражать наличие и выраженность неспецифических изменений биоэлектрической активности мозга, локализацию эпилептиформной активности и вид РПП. В качестве

дополнения, улучшающего взаимодействие между врачом диагностом и клиницистом, возможно написание клинического комментария, отражающего связь выявленных изменений с клинической гипотезой, по поводу которой было назначено исследование.

Список литературы

1. Гнездицкий, В.В. Нейрофизиология комы и нарушения сознания (анализ и интерпретация клинических наблюдений) / В.В. Гнездицкий, М.А. Пирадов.- Иваново: ПресСто, 2015.- 524 с.
2. Крылов, В.В. Нейрофизиологические методы в нейрохирургии / В.В. Крылов, М.В. Синкин, И.Б. Алейникова // Нейрохирургия и нейрореаниматология / под общ. ред. В.В. Крылова.- М.: АБВ-Пресс, 2018. – Гл.4. – С. 92 -127.
3. Российская Федерация. О Порядке установления диагноза смерти мозга человека. Приказ Минздрава России № 908н от 25.12.2014 [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://base.garant.ru/71021232/>
4. Диагностика смерти мозга / под ред. И.Д. Стулина; [авт. колл. И.Д. Стулин, М.В. Синкин, Д.С. Солонский и др.].- М., ГЭТАР-Медиа, 2010.- 112 с.- (Библиотека врача-специалиста).
5. Amzica, F. What does burst suppression really mean? / F. Amzica // *Epilepsy Behav.*- 2015.- Vol.49.- P.234–237.
6. Standardized computer-based organized reporting of EEG: SCORE–Second version / S. Beniczky, H. Aurlien, J.C. Brøgger [et al.] // *Clin Neurophysiol.*- 2017.- Vol.128, N11.- P.2334-2346.
7. Unified EEG terminology and criteria for nonconvulsive status epilepticus / S. Beniczky, L.J. Hirsch, P.W. Kaplan [et al.] // *Epilepsia.*- 2013.- Vol.54, Suppl 6.- P.28-29.
8. The breach rhythm / F. Brigo, R. Cicero, A. Fiaschi, L.G. Bongiovanni // *Clin Neurophysiol.*- 2011.- Vol. 122, N11.- P.2116-2120.
9. Predictive value of EEG in postanoxic encephalopathy: A quantitative model-based approach / E. Efthymiou, R. Renzel, C.R. Baumann [et al.] // *Resuscitation.*- 2017.- Vol.119.- P.27-32.
10. Gururangan, K. Diagnostic utility of eight-channel EEG for detecting generalized or hemispheric seizures and rhythmic periodic patterns / K. Gururangan, B. Razavi, J. Parvizi // *Clin Neurophysiol Pract.*- 2018.- Vol.3.- P. 65-73.
11. Consensus statement on continuous EEG in critically ill adults and children, part I: indications / S.T. Herman, N.S. Abend, T.P. Bleck [et al.] // *J Clin Neurophysiol.*- 2015.- Vol.32, N2.- P.87-95.

12. Consensus statement on continuous EEG in critically ill adults and children, part II: personnel, technical specifications, and clinical practice / S.T. Herman, N.S. Abend, T.P. Bleck [et al.] // *J Clin Neurophysiol.*- 2015.- Vol.32,N2.- P.96-108.
13. Hirsch, L. Atlas of EEG in Critical Care / L. Hirsch, R. Brenner.- John Wiley & Sons, 2010.- 346 p.
14. The ACNS subcommittee on research terminology for continuous EEG monitoring: proposed standardized terminology for rhythmic and 15c EEG patterns encountered in critically ill patients / L.J. Hirsch, R.P. Brenner, F.W. Drislane [et al.] // *J Clin Neurophysiol.*- 2005.- Vol.22, N2.- P.128-35.
15. American Clinical Neurophysiology Society's Standardized Critical Care EEG Terminology: 2012 version / L.J. Hirsch, S.M. LaRoche, N. Gaspard [et al.] // *J Clin Neurophysiol.*- 2013.- Vol.30, N1.- P.1-27.
16. Jansen, B.H. Quantification of EEG variability / B.H. Jansen, A. Hasman // *Int J Biomed Comp.*- 1978.- Vol.9, N4.- P.301-309.
17. Kellaway P. Orderly approach to visual analysis: Elements of normal EEG and their characteristics in children and adults / P. Kellaway // *Current Practice of Clinical Electroencephalography* / J.S. Ebersole, T.A. Padley.- New-York: Lippincott Williams and Wilkins, 2003.- P.100-159.
18. Consensus summary statement of the International Multidisciplinary Consensus Conference on Multimodality Monitoring in Neurocritical Care: a statement for healthcare professionals from the Neurocritical Care Society and the European Society of Intensive Care Medicine / P. Le Roux, D.K. Menon, G. Citerio [et al.] // *Neurocrit Care.*- 2014.- Vol.21, Suppl 2.- S1-26.
19. Libenson, M.H. Practical Approach to Electroencephalography / M.H. Libenson.- Elsevier Health Sciences, 2012.- 464 p.
20. Interrater reliability of ICU EEG research terminology / R. Mani, H. Arif, L.J. Hirsch [et al.] // *J Clin Neurophysiol.*- 2012.- Vol.29, N3.- P.203-212.
21. A revised glossary of terms most commonly used by clinical electroencephalographers and updated proposal for the report format of the EEG findings. Revision 2017 / N. Kane, J. Acharya, S. Beniczky [et al.] // *Clin Neurophysiol Pract.*- 2017.- Vol.2.- P.170-185.
22. Routine and quantitative EEG in mild traumatic brain injury / M.R. Nuwer, D.A. Hovda, L.M. Schrader, P.M. Vespa // *Clin Neurophysiol.*- 2005.- Vol.116, N9.- P.2001-2025.

23. Pagni, C.A. Electroencephalographic modifications induced by moderate and deep hypothermia in man / C.A. Pagni, J. Courjon // *Acta Neurochir Suppl.*- 1964.- Vol.14(Suppl. 13).- P.35-49.
24. Association of an Electroencephalography-Based Risk Score With Seizure Probability in Hospitalized Patients / A.F. Struck, B. Ustun, A.R. Ruiz [et al.] // *JAMA Neurol.*- 2017.- Vol.74, N12.- P.1419-1424.
25. Synek, V.M. Prognostically important EEG coma patterns in diffuse anoxic and traumatic encephalopathies in adults / V. Synek // *J Clin Neurophysiol.*- 1988.- Vol.5, N2.- P.161-174.
26. SIRPIDs: prevalence and outcome in critically ill patients / A.F. Van Straten, J.R. Fesler, R. Hakimi [et al.] // *J Clin Neurophysiol.*- 2014.- Vol.31, N5.- P.418-421.
27. Verellen, RM. Post-traumatic epilepsy: an overview / R.M. Verellen, J.E. Cavazos // *Therapy.*- 2010.- Vol.7, N5.- P.527-531.
28. Standardized EEG interpretation accurately predicts prognosis after cardiac arrest / E. Westhall, A.O. Rossetti, A.F. van Rootselaar [et al.] // *Neurology.*- 2016.- Vol.86, N16.- P. 1482-1490.

ВЫПИСКА ИЗ ПРОТОКОЛА

Заседания Ученого Совета Государственного бюджетного учреждения здравоохранения города Москвы «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения города Москвы»

29.11.2018

№ 10

Председатель – С.С. Петриков

Секретарь – Г.В. Булава

Присутствовали:

46 человек, из 56 членов Ученого Совета (явочный лист прилагается)

ПОВЕСТКА ДНЯ:

2. Утверждение методических рекомендаций «Энцефалография у пациентов с тяжелой черепно-мозговой травмой», подготовленных группой авторов в составе: В.В. Крылов, А.А. Гринь, М.В. Синкин, А.Э. Талыпов, А.Б. Гехт, И.С. Трифонов, О.О. Кордонская, И.Б. Алейникова.

Доклад ведущего научного сотрудника отделения неотложной нейрохирургии д.м.н. А.Э. Талыпова

№ п/п	Решили	Ответственный	Срок
1	2	3	4
1	Утвердить методические рекомендации: «Энцефалография у пациентов с тяжелой черепно-мозговой травмой», подготовленные группой авторов в составе: В.В. Крылов, А.А. Гринь, М.В. Синкин, А.Э. Талыпов, А.Б. Гехт, И.С. Трифонов, О.О. Кордонская, И.Б. Алейникова и представить их к печати.	А.А. Гринь	2018 г.

Председатель

С.С. Петриков

Секретарь

Г.В. Булава



Верно.

Ученый секретарь

Булава

Рецензия
на методические рекомендации:
«Электроэнцефалография у пострадавших с черепно-мозговой травмой»

Одной из важнейших задач здравоохранения любого крупного мегаполиса является усовершенствование диагностических и лечебных методик при оказании медицинской помощи пациентам, перенесшим черепно-мозговую травму (ЧМТ). В Российской Федерации ежегодно регистрируются более 1 млн. человек, получивших ЧМТ, которые составляют более 30 % в структуре всех травм. Учитывая эпидемиологические показатели ЧМТ, являющихся ведущей причиной смертности и тяжелых последствий среди населения молодого и среднего возраста, изучение различных аспектов при диагностике данной патологии имеет важное социально-экономическое значение.

Основной причиной нейротравмы в мегаполисе являются дорожно-транспортные происшествия, бытовые, спортивные, а также производственные травмы. В большинстве случаев смерть наступает вследствие травматического поражения нервной системы. Проблема лечения ЧМТ находится на стыке нескольких медицинских специальностей. В её диагностике принимают участие врачи лучевой, ультразвуковой и функциональной диагностики, а лечение пострадавших осуществляют нейрохирурги, реаниматологи, травматологи и неврологи. Это обуславливает актуальность создания учебно-методических пособий и рекомендаций по диагностике и лечению ЧМТ, ориентированных на широкий круг медицинских работников.

Одним из широко используемых методов оценки функционального состояния головного мозга у пострадавших с ЧМТ является электроэнцефалография (ЭЭГ). Показаниями к его назначению являются необходимость выявления и определение локализации патологической эпилептиформной активности, диагностика бессудорожного эпилептического статуса, прогнозирование выживания и восстановления уровня бодрствования.

В методических рекомендациях, представленных на рецензию, изложена методология выбора типа электродов для регистрации ЭЭГ у пациентов с ЧМТ различной степени тяжести и алгоритм их выбора в зависимости от планируемой длительности мониторинга. С позиции доказательной медицины перечислены показания для

проведения данного исследования у пострадавших с лёгкой, среднетяжелой и тяжелой ЧМТ. Подробно расписана методология анализа фоновой активности, классификация эпилептиформных графоэлементов, ритмичных и периодических паттернов в зависимости от тяжести повреждения мозга и перенесенного нейрохирургического вмешательства. Завершает рекомендации раздел, посвященный написанию заключения ЭЭГ у пострадавших с ЧМТ.

Используя схемы, таблицы и фотографии, авторы описали подходы к определению показаний для проведения и интерпретации результатов ЭЭГ у пациентов с ЧМТ. Целевая аудитория методических рекомендаций – это врачи крупных стационаров, в которых единой мультидисциплинарной командой работают нейрохирурги, неврологи, реаниматологи и врачи функциональной диагностики. Методические рекомендации помогут широкому кругу практикующих врачей сориентироваться в теоретических и практических аспектах регистрации ЭЭГ у пациентов с ЧМТ и принять решение о выборе лучшей лечебной тактики.

Структура методических рекомендаций построена в соответствии с логикой диагностического и лечебного процесса: от выбора типа электродов для регистрации до анализа результатов ЭЭГ и их использования в клинике.

Представленные на рецензию методические рекомендации: «Электроэнцефалография у пострадавших с черепно-мозговой травмой» имеют важное практическое значение и могут быть рекомендованы медицинским работникам стационаров мегаполисов, в которые поступают пострадавшие с ЧМТ, а также городских амбулаторных центров, которые проводят ЭЭГ пациентам с посттравматической эпилепсией и энцефалопатией. Они также будут полезны нейрохирургам, неврологам, анестезиологам-реаниматологам и врачам функциональной диагностики.

Главный внештатный окружной
специалист невролог ЮАО г. Москвы,
врач-невролог ГБУЗ «ГП № 166 ДЗМ»,
доктор медицинских наук

Шихкеримов Р.К.

Шихкеримов Р.К.
Шихкеримов Р.К. завершено

Рецензия
на методические рекомендации:
«Электроэнцефалография у пострадавших с черепно-мозговой травмой»

Черепно-мозговая травма (ЧМТ) является одной из наиболее трудных и задач здравоохранения, а из-за своей распространенности и тяжести последствий имеет важное социальное значение.

Черепно-мозговую травму в Российской Федерации ежегодно получают более 1 млн. человек. В структуре травматизма ЧМТ составляет 30-40%, а среди причин инвалидности, возникшей в результате нейротравмы — 25-30%. Основной причиной нейротравм в мирное время служат дорожно-транспортные происшествия, бытовые, производственные, реже спортивные травмы. Следует отметить, что в 50% случаев смерть в результате травмы наступает вследствие поражения нервной системы. ЧМТ является мультидисциплинарной проблемой на стыке многих клинических специальностей, в лечении пострадавших принимают участие нейрохирурги, реаниматологи, неврологи, травматологи, врачи лучевой, ультразвуковой и функциональной диагностики. Все это подчеркивает необходимость и актуальность создания учебно-методических рекомендаций для широкого круга медицинских работников.

Электроэнцефалография (ЭЭГ) - метод оценки функционального состояния головного мозга, который широко используют у пострадавших с черепно-мозговой травмой. Основными показаниями к его применению является выявление эпилептиформной активности, диагностика бессудорожного эпилептического статуса и прогнозирование выживания и восстановления сознания у пациентов с тяжелой ЧМТ.

В представленных на рецензию методических рекомендациях, изложены современные положения и показания к проведению ЭЭГ, освещена методология регистрации в зависимости от тяжести повреждения мозга и перенесенного нейрохирургического вмешательства, подробно описана методология описания фоновой активности, эпилептиформных разрядов и ритмичных и периодических паттернов. Отдельный раздел посвящён клинической интерпретации полученных результатов и их использования в лечебном процессе.

В методических рекомендациях, написанных для практикующих нейрохирургов, неврологов, реаниматологов и врачей функциональной диагностики сделана попытка в максимально концентрированной, алгоритмизированной форме представить подходы к показанию проведения и интерпретации результатов ЭЭГ, основанные на данных исследований, спланированных с учетом принципов доказательной медицины и подтвержденные многолетним опытом авторов по ведению таких пострадавших. Методические рекомендации должны существенно облегчить широкому кругу практикующих врачей ориентировку в теоретических и практических аспектах регистрации ЭЭГ у пациентов с ЧМТ.

Структура рекомендаций построена в соответствии с логикой диагностического и лечебного процесса от выбора типа электродов для регистрации до анализа результатов ЭЭГ и их имплементации для клинического применения.

Представленные на рецензию медицинские рекомендации: «Электроэнцефалография у пострадавших с черепно-мозговой травмой» имеют практическое значение и могут быть рекомендованы медицинским работникам стационаров, в которые доставляют пострадавших с ЧМТ, нейрохирургам, неврологам, анестезиологам-реаниматологам, врачам функциональной диагностики.

Заместитель директора НОКЦ
по нейрохирургии, профессор
кафедры нервных болезней и нейрохирургии
ФГБОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова,
доктор медицинских наук

Г.Ю. Евзиков