

Стандартная ЭЭГ и ЭЭГ-мониторинг сна: минимальные требования к технике и методике регистрации. Рекомендации Российской ассоциации специалистов функциональной диагностики (РАСФД)

М.В. Александров¹, С.А. Лытаев², Л.Б. Иванов³, Е.М. Трошина^{4, 5}

¹ ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Российская Федерация

² ФГБОУ «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет», Санкт-Петербург, Российская Федерация

³ ГБУЗ «Детская городская клиническая больница № 9 им. Г.Н. Сперанского Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва, Российская Федерация

⁴ ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. академика Н.Н. Бурденко» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

⁵ ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования России», Москва, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

В статье представлены минимальные требования к технике и методике выполнения стандартного ЭЭГ исследования бодрствования и ЭЭГ-мониторинга сна. В основу положены Минимальные стандарты регистрации рутинной ЭЭГ и ЭЭГ исследования сна, предложенные Международной федерацией по клинической нейрофизиологии и Международной лигой по борьбе с эпилепсией. В рекомендациях приведены основные показания к выполнению исследований, даны минимально необходимые требования к техническим условиям. Описаны протоколы функциональных активирующих проб, выполняемых при базовых исследованиях. Рекомендована методика депривации сна в разных возрастных группах. Рекомендации адресованы врачам функциональной диагностики, выполняющим ЭЭГ-исследования, а также специалистам, направляющим пациентов на данные исследования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: функциональная диагностика, клиническая нейрофизиология, электроэнцефалография, биоэлектрическая активность головного мозга, эпилепсия, нервные болезни, центральная нервная система.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Standard EEG and EEG sleep monitoring: minimum requirements for recording techniques and techniques. Recommendations of the Russian Association of Functional Diagnostics Specialists (RAFDS)

M.V. Aleksandrov¹, S.A. Lytaev², L.B. Ivanov³, E.M. Troshina^{4, 5}

¹ Federal State Budgetary Institution «Almazov National Medical Research Centre» of the Ministry of Health of the Russian Federation, St. Petersburg, Russian Federation

² Federal State Budgetary Educational Institution «Saint Petersburg State Pediatric Medical University», St. Petersburg, Russian Federation

³ State Budgetary Institution of Science «Children's City Clinical Hospital No. 9 named after G.N. Speransky of the Moscow Department of Health», Moscow, Russian Federation

⁴ Federal State Autonomous Institution «National Medical Research Center of Neurosurgery named after Academician N.N. Burdenko» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

⁵ Federal State Budgetary Educational Institution of Additional Professional Education «Russian Medical Academy of Continuing Professional Education» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

SUMMARY

The article presents the minimum requirements for the technique and methodology of performing standard EEG studies of wakefulness and EEG monitoring of sleep. It is based on the minimum standards for recording routine EEG and EEG sleep studies proposed by the International Federation of Clinical Neurophysiology and the International League against Epilepsy. The recommendations provide the main indications for conducting research, and provide the minimum necessary requirements for technical specifications. The protocols of activating probe performed in basic studies are described. The method of sleep deprivation in different age groups is recommended. The recommendations are addressed to physicians in functional diagnostics who perform EEG examinations, as well as to medical specialists who refer patients to these studies.

KEYWORDS: functional diagnostics, clinical neurophysiology, electroencephalography, bioelectric activity of the brain, epilepsy, nervous diseases, central nervous system.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare that they have no conflicts of interest.

Введение

В основу Рекомендаций положен совместный документ, разработанный в 2023 г. Международной федерацией по клинической нейрофизиологии (IFCN) и Международной лигой по борьбе с эпилепсией (ILAE): «Рутинная ЭЭГ и ЭЭГ сна: минимальные стандарты регистрации Международной федерации по клинической нейрофизиологии и Международной лиги по борьбе с эпилепсией (Routine and sleep EEG: Minimum recording standards of the International Federation of Clinical Neurophysiology and the International League Against Epilepsy) [1]. Целью совместного документа IFCN-ILAE является предоставление специалистам рекомендаций по минимальным стандартам (требованиям) к выполнению стандартной ЭЭГ и ЭЭГ-мониторинга сна (*термин «стандартной» – использован в оригинальном документе как синоним термина «рутинный»*).

При разработке Минимального стандарта рабочей группой IFCN-ILAE была использована методология систематического обзора и метаанализа научных публикаций (подробно методология изложена в преамбуле документа). Авторы признают, что включенные в анализ научные публикации имели средний и низкий уровень доказательности, что привело к разработке рекомендаций, основанных на консенсусе экспертов, т. е. требования к проведению ЭЭГ-исследований носят условный рекомендательный характер. Тем не менее, разработчики документа обоснованно считают, что широкое внедрение рекомендательных минимальных стандартов необходимо для повышения эффективности и надежности ЭЭГ-исследований, а также для достижения сравнимости результатов исследований, выполненных в разных лабораториях. Введение таких рекомендаций является важным шагом на пути разработки глобальных стандартов регистрации ЭЭГ, основанных на систематическом анализе научных данных и объединяющих работу международных экспертов.

В этой связи в совместном документе IFCN-ILAE указано: «стратегии реализации минимальных стандартов должны быть адаптированы местными организациями специалистов или национальными отделениями IFCN» [1]. Предлагаемые Рекомендации разработаны рабочей группой РАСФД и Национального комитета физиологов – национального представителя РФ в IFCN. Рекомендации являются практической реализацией идеологии развития ЭЭГ, которая задекларирована IFCN.

Область применения

Клиническая ЭЭГ – клинко-инструментальное исследование биоэлектрической активности головного мозга, выполняемое для диагностики заболеваний и/или поражений центральной нервной системы.

Целевой аудиторией документа являются специалисты, выполняющие клинические ЭЭГ-исследования (регистрацию, анализ результатов и формирования на их основе заключения о выполненном исследовании), а также медицинский персонал, который направляет пациентов на ЭЭГ.

В Рекомендациях приведены минимально необходимые требования к выполнению двух видов (уровней) клинических ЭЭГ-исследований: 1) базовое исследование – стандартная (рутинная) ЭЭГ, включающая регистрацию спонтанной биоэлектрической активности головного мозга в состоянии пассивного бодрствования и при выполнении активирующих функциональных проб, 2) расширенное исследование – ЭЭГ-мониторинг сна, включающий непрерывную регистрацию биоэлектрической активности головного мозга при засыпании, во время физиологического сна, при пробуждении, и выполняемый вторым этапом после базового ЭЭГ-исследования.

Рекомендации регламентируют минимально необходимые условия к проведению стандартной ЭЭГ и ЭЭГ-мониторинг сна. Минимальные стандарты касаются следующих аспектов: показания к исследованию, технические условия и продолжительность регистрации, методика выполнения функциональных активирующих проб, методы индукции сна.

Рекомендации определяют минимально необходимые требования (минимальный стандарт) к технике и методике клинических ЭЭГ исследований, выполняемых амбулаторно и стационарно, в первую очередь, для диагностики эпилепсии и дифференциальной диагностики заболеваний нервной системы, в синдромальную структуру которых входят пароксизмальные расстройства (табл. 1). При ЭЭГ-исследованиях, выполняемых при обследовании пациентов с другими заболеваниями нервной системы методические приемы могут быть расширены и дополнены [2]. Рекомендации не содержат требований по технике и методике ЭЭГ-исследований, выполняемых у больных в критическом состоянии с угнетением сознания при выраженной церебральной дисфункции. Рекомендации не рассматривают методические аспекты регистрации ЭЭГ при полисомнографических исследованиях.

Таблица 1
Показания к проведению планового стандартного ЭЭГ исследования

1. Показания, связанные с эпилепсией	1.1. Диагностика эпилепсии:
	1.1.1. Первичная диагностика эпилепсии («клиническая картина, позволяющей предположить наличие эпилепсии»)
	1.1.2. Синдромальная классификация (характеристика) эпилепсии, характеристика семиологии приступов
	1.1.3. Оценка этиологии эпилепсии
	1.1.4. Изменение клинической картины: типа, характера приступов
2. Показания, связанные с дифференциальной диагностикой	1.1.5. Пересмотр (уточнение) первоначального диагноза эпилепсии
	1.2. Динамическое наблюдение за течением заболевания:
	1.2.1. Оценка эффективности противосудорожной терапии
	1.2.2. Динамическое наблюдение за специфическими эпилептическими синдромами (например, синдром инфантильных эпилептических спазмов, эпилептическая энцефалопатия с комплексами «пик-волна» во сне)
	1.3. Принятие решения о снижении дозы противосудорожных препаратов у пациентов с длительной ремиссией
2. Показания, связанные с дифференциальной диагностикой	2.1. Дифференциальная диагностика пароксизмальных состояний:
	2.1.1. Психогенные неэпилептические припадки
	2.1.2. Пароксизмальные изменения поведения
	2.2. Дифференциальная диагностика энцефалопатий неэпилептического генеза
	2.3. Острое и подострое развитие деменции

Комментарии. В настоящих Рекомендациях для характеристики базового ЭЭГ-исследования в состоянии спокойного бодрствования предпочтение отдается термину «стандартная ЭЭГ». В оригинальном англоязычном тексте совместного документа IFCN-ILAE термину «рутинная ЭЭГ» как синоним приводится термин «стандартная ЭЭГ». Термин «рутинный» в русском языке исторически приобрел негативную коннотацию. Как правило, в толковых словарях русского языка под рутинной (от фр. Routine – привычка) понимается бездумное следование устоявшемуся порядку, превратившееся в механическую привычку. Соответственно, прилагательное «рутинный» используется как эпитет, характеризующий однообразный, косный, лишенный творчества процесс.

Показания для проведения стандартной ЭЭГ и ЭЭГ-мониторинга сна

ЭЭГ является важным методом неинвазивного исследования биоэлектрической активности головного мозга при эпилепсии, а также при некоторых других заболеваниях головного мозга и состояниях, связанных с церебральной дисфункцией. Показания к плановому стандартному ЭЭГ исследованию (выполняемому пациенту по предварительной записи) включают две основные группы: показания, связанные с эпилепсией, и показания, связанные с дифференциальной диагностикой пароксизмальных расстройств, острых и подострых церебральных дисфункций (табл. 1). Рекомендации, основанные на консенсусе экспертов рабочей группы IFCN-ILAE, включают общие как для взрослых, так и для детей минимально необходимые показания для выполнения стандартной ЭЭГ.

Генерация интериктальной эпилептиформной активности, развитие икctalных событий носит вероятностный характер. Относительная непродолжительность стандартного ЭЭГ пассивного бодрствования не всегда позволяет зарегистрировать патологические виды активности. При недостаточной эффективности стандартного ЭЭГ пассивного бодрствования следует проводить повторные расширенные ЭЭГ-мониторинговые исследования сна, поскольку патологические формы активности гораздо чаще регистрируются в фазу медленного сна (в фазу ортодоксального сна без быстрого движения глаз).

При обследовании пациентов с диагностированным синдромом из группы самокупирующихся фокальных эпилепсий детского возраста, при синдроме инфантильных эпилептических спазмов следует отдавать предпочтение ЭЭГ-мониторингу сна.

Следует стремиться к тому, чтобы врач, направляющий пациента на ЭЭГ исследование, был знаком с перечнем противопоказаний для выполнения функциональных активирующих проб и указывал наличие таких заболеваний и состояний в направлении. При отсутствии таких указаний в направлении или в случае длительного интервала между направлением и выполнением исследования врач функциональной диагностики, выполняющий ЭЭГ, должен подробно расспросить пациента о наличии заболеваний и состояний, являющихся противопоказаниями к выполнению функциональных проб, и задокументировать ответ.

Технические условия

В таблице 2 приведены рекомендуемые минимально необходимые технические условия выполнения стандартного ЭЭГ исследования.

Таблица 2

Минимальные требования к техническим условиям регистрации стандартного ЭЭГ исследования и ЭЭГ-мониторинга сна

Технические условия		Рекомендации
Тип электродов		Электродный шлем с интегрированными чашечковыми электродами; золотые или серебряные/хлорсеребряные чашечковые электроды с электродной пастой или гелем. В определенных обстоятельствах: МРТ-совместимые электроды
Размещение электродов		Электроды размещаются в соответствии с Международной системой «10–20%». При возможности использовать 25-электродный монтаж с 6 дополнительными нижневисочными электродами (по 3 с каждой стороны), установленными по системе «10–10%»
Полиграфические каналы		Одно отведение ЭКГ При подозрении на возможность развития двигательной активности, представляющей клинический интерес: не менее двух каналов ЭМГ. При необходимости выявления артефактов движения глаз: не менее одного канала ЭОГ
Импеданс электродов		< 5 кОм рекомендуется < 10 кОм считается приемлемым
Минимальная частота дискретизации		256 Гц
Полоса пропускания	ЭЭГ	0,5–70 Гц
	ЭОГ	0,3–35 Гц
	ЭМГ	10–100 Гц
Видеорегистрация		Не менее одной камеры для регистрации событий, представляющих клинический интерес
Визуализация		Разрешение: 7 мкВ/мм для ЭЭГ взрослых, 10 мкВ/мм для ЭЭГ детей Возможность независимой настройки параметров каждого канала: усиление, временное разрешение, фильтрация. Возможность добавлять комментарии при регистрации и просмотре Возможность отображения карт мощности
Хранение данных		В полном объеме ЭЭГ и видеорегистрации клинически значимых событий
Экспорт данных		В одном из форматов: формат данных, разделенных запятыми (CSV), Европейский формат данных (EDF) формат цифровой связи в медицине (DICOM)
Длительность регистрации		Стандартная ЭЭГ: не менее 20 мин. ЭЭГ-мониторинг сна: не менее 30 мин. При необходимости – индивидуальный выбор длительности регистрации ЭЭГ, особенно в тех случаях, когда увеличение длительности повышает вероятность регистрации патологической активности

ЭЭГ-электроды

Для выполнения стандартного ЭЭГ и ЭЭГ-мониторинга сна рекомендуется использование электродных шлямов, содержащих 19–24 чашечковых электродов. При правильном выборе размера шляма, соответствующего размеру головы пациента, интегрированные в шляме электроды размещаются на конвексимальной поверхности головы в соответствии с Международной системой «10–20%». Для снижения импеданса используются специальные токопроводящие гели.

Могут использоваться золотые или серебряные/хлор-серебряные чашечковые электроды. Для снижения импеданса применяются электродные пасты или гели. Электроды размещаются на конвексимальной поверхности головы в соответствии с Международной системой «10–20%».

По возможности следует стремиться к использованию 25-электродного монтажа, предложенного IFCN, который включает в себя 6 дополнительных нижневисочных электродов (по 3 с каждой стороны), установленных по системе «10–10%» [2, 3]. Данный монтаж повышает вероятность регистрации как икталных, так и интерикталных событий.

При специальных ЭЭГ исследованиях, выполняемых одновременно с магнитно-резонансной томографией (МРТ), применяются электродные системы, совместимые с МРТ.

Регистрация выполняется в одном из общепринятых монополярных или биполярных монтажей. Современные аппаратно-программные комплексы для ЭЭГ исследований производят аналогово-цифровое преобразование сигнала, позволяющее по окончании регистрации проводить анализ ЭЭГ в необходимом монтаже.

Качество установки электродов оценивается по уровню импеданса, который проверяется перед началом регистрации и постоянно контролируется в течение всего исследования. Оптимальным является значение импеданса ниже 5 кОм. Максимально допустимым для регистрации ЭЭГ является уровень импеданса до 10 кОм, поскольку при таких параметрах современные аналогово-цифровые преобразователи позволяют выполнять устойчивую регистрацию сигнала и выполнять его анализ. Импеданс ниже 100 Ом недопустим, так как указывает на «шунтирование» сигнала между электродами через «солевой мостик» на коже головы. Уровень импеданса должен быть примерно одинаков под всеми электродами, поскольку несбалансированный импеданс может поставить под угрозу способность усилителя ЭЭГ адекватно регистрировать и преобразовывать сигнал на электродной паре за счет разной степени усиления потенциалов (подавление синфазного сигнала).

Полиграфические каналы

При выполнении как стандартной ЭЭГ, так и ЭЭГ-мониторинга сна настоятельно рекомендуется выполнять синхронизированную с ЭЭГ видеорегистрацию состояния пациента для документирования возможных клинически значимых событий, а также для выявления источников артефактов.

С целью исключения артефактов следует выполнять регистрацию ЭКГ в одном из стандартных биполярных отведений. Как правило, с этой целью ЭКГ регистрируется в I стандартном отведении.

В тех случаях, когда существует вероятность развития двигательных реакций, представляющих клинический интерес, следует выполнять регистрацию электромиограммы (ЭМГ). Регистрация ЭМГ выполняется не менее, чем в двух отведениях, расположенных билатерально на верхних или нижних конечностях в зависимости от анамнестических данных. Регистрация ЭМГ объективную фиксацию движений конечностей и всего тела, что позволяет определить симптоматику элементарных двигательных приступов (миоклонусы, спазмы, клонические, тонические, тонико-клонические приступы, проводить дифференциальную диагностику тонических и атонических приступов.

Для определения фаз сна может выполняться регистрация электроокулограммы (ЭОГ). ЭОГ регистрируется в биполярном монтаже: один электрод устанавливается справа на 1 см латеральнее и выше наружного угла глазной щели, другой – слева на 1 см латеральнее и ниже наружного угла глазной щели. Регистрация ЭОГ позволяет дифференцировать артефакты движения глаз и медленные волны ЭЭГ.

Параметры регистрации и визуализации

Минимальная частота дискретизации сигнала при регистрации ЭЭГ составляет 256 Гц. Это условие определяется существующими представлениями о клинической значимости частотного состава биоэлектрической активности. Исходя из теоремы Нейквиста частота дискретизации сигнала должна быть в два раза выше частоты анализируемой активности. На практике частота дискретизации должны быть в 2,5 раза выше верхнего анализируемого частотного диапазона. Поскольку в настоящее время анализ активности частотой выше 100 Гц пока не представляет практического интереса, дискретизация сигнала выше 250 Гц не находит применения.

Регистрацию активности рекомендуется выполнять при следующих параметрах фильтрации: фильтр низких частот (отображение высоких частот) – 70 Гц, фильтр высоких частот (отображение низких частот) – 0,5 Гц. Для визуализации сигнала разрешение дисплея составляет 7 мкВ/мм, при регистрации ЭЭГ у детей – 10 мкВ/мм. Аппаратно-программный комплекс должен обеспечивать возможность независимого изменения усиления для каждого канала, настройки частотного разрешения, применения режекторных фильтров, добавления и изменения комментариев во время регистрации и анализа ЭЭГ.

Комментарии. Полоса пропускания сигнала 0,5–70 Гц является, скорее, не минимально необходимым требованием, а идеальным условием. Многолетняя практика эксплуатации цифровых комплексов для регистрации ЭЭГ показывает, что в условиях агрессивной электромагнитной среды, составляющей неизбежный фактор в лечебных учреждениях, получить устойчивую безартефактную регистрацию сигнала ЭЭГ при фильтре низких частот 70 Гц не всегда удается даже при использовании режекторных фильтров. Выходом из таких ситуаций является сокращение полосы пропускания до 35 Гц. Данный методический прием является допустимым и не приводит к потере значимой информации при ЭЭГ исследованиях, выполняемых для диагностики

эпилепсии. Спайк минимальной длительности 50 мс имеет частоту 20 Гц. При частоте дискретизации 256 Гц спайк имеет не менее 13 точек опроса, следовательно, фильтр 35 Гц не искажает его морфологию и амплитудно-частотные параметры. Искажение может происходить при слишком пологом фронте фильтрации, но в современных системах такие фильтры не применяются.

Хранение и экспорт данных

Рекомендуется архивировать всю запись ЭЭГ, а также синхронизированное по времени результаты видеорегистрации. Желательно создание резервной копии результатов исследования.

Для экспорта ЭЭГ рекомендуется использовать следующие форматы: формат значений, разделенных запятыми (CSV) или европейский формат данных (EDF).

Комментарий. В настоящее время IFCN работает над созданием современного формата для хранения и обмена данными ЭЭГ в формате цифровой связи в медицине (DICOM – Digital Imaging and Communications in Medicine). Планируется, что данный формат станет доступен в ближайшие годы.

Продолжительность регистрации

Рекомендуемая продолжительность безартефактной технически удовлетворительной регистрации ЭЭГ составляет: 1) для стандартной ЭЭГ – не менее 20 мин;

2) для ЭЭГ-мониторинга сна – не менее 30 мин. После пробуждения регистрация ЭЭГ пассивного бодрствования может быть продолжена до 10 мин для повышения диагностической эффективности.

ЭЭГ исследования рекомендуется проводить в утреннее время. Данное условие особенно актуально при обследовании пациентов с подозрением на юношескую миоклоническую эпилепсию

Функциональные активизирующие пробы

Функциональная проба – стандартизированное воздействие, направленное на изменение функционального состояния центральной нервной системы (ЦНС) и, в следствие этого, на активацию патологических изменений на ЭЭГ. Функциональные пробы могут быть разделены на активизирующие, т.е. повышающие уровень активности ЦНС, и модулирующие ее активность. При стандартном ЭЭГ в состоянии пассивного бодрствования минимальный объем исследования включает выполнение следующих активизирующих функциональных проб: проба с открыванием и закрыванием глаз, ритмическая фотостимуляция, гипервентиляция (табл. 3). Физиологический сон является по сути функциональной пробой, модулирующей внутрицентральные отношения, что в некоторых случаях приводит к «растормаживанию» очагов патологической активности.

Таблица 3
Порядок выполнения активизирующих функциональных проб

Проба	Рекомендации по методике выполнения
«Открыть-закрыть глаза»	Стандартная ЭЭГ: проба выполняется в начале исследования после регистрации ЭЭГ пассивного бодрствования при закрытых глазах. ЭЭГ-мониторинг сна: проба выполняется до засыпания и после пробуждения в период пассивного бодрствования. Методика: попросить пациента на несколько секунд открыть глаза, потом – закрыть, повторить пробу 2–3 раза. У детей может выполняться пассивное открывание и закрывание глаз. Оценивается основной доминирующий ритм. Определяется наличие скотосенситивности, сенситивности на закрывание глаз. Противопоказания: нет.
Ритмическая фотостимуляция	Стандартная ЭЭГ, ЭЭГ-мониторинг сна у взрослых: проба выполняется в начале исследования после регистрации ЭЭГ бодрствования при закрытых (2,5 мин) и открытых (2,5 мин) глазах. У детей младшего возраста: проба выполняется после пробуждения в конце исследования. Методика: базовый уровень выполнения пробы в соответствии с пересмотренной методологией проведения ритмической фотостимуляции, рекомендованной ILAE (2012) Используются частоты стимуляции в следующей последовательности: 1–2–8–10–15–18–20–25–40–50–60 Гц. На каждой частоте серия вспышек предъявляется при трех положениях: при открытых глазах – 5 с, при закрывании глаз, при открытых глазах – 5 с. Интервал между сериями вспышек разной частоты – 5–10 с. При ограничении времени исследования стимуляция проводится по 7 с на каждой частоте. В начале серии вспышек глаза закрываются по команде, открываются по окончании серии. При регистрации генерализованной эпилептиформной активности на определенной частоте фиксируется нижний порог фотопароксизмального ответа. Ритмическая фотостимуляция сразу же прекращается, и все последующие восходящие частоты для стимуляции пропускаются. Стимуляция возобновляется с частоты 60 Гц и далее выполняется на нисходящих частотах (60–50–40–25 Гц...), пока снова не вызовет генерацию генерализованной эпилептиформной активности. Частота, на которой зарегистрирован фотопароксизмальный ответ, фиксируется как верхний порог. Следует дифференцировать фотомиогенную реакцию и фотопароксизмальный ответ. При возникновении икотального события внимательно оценить клиническую картину. Провести обследование (тестирование) пациента. Противопоказания: беременность, недавняя отслойка сетчатки, послеоперационный период хирургических вмешательств на глазах, кератит, мириаз.
Гипервентиляция	Выполняется не ранее 3 мин после окончания ритмической фотостимуляции. Исключение: при ЭЭГ-мониторинге сна у пациентов с идиопатической генерализованной эпилепсией проба с гипервентиляцией выполняется в конце исследования. Методика. Пациент выполняет 15–20 глубоких дыхательных движений в минуту в течение не менее 3 мин. При исследовании детей для эффективного выполнения пробы может использоваться игрушка по типу «вертушки». Специалист, выполняющий исследование, должен контролировать адекватность выполнения пробы и при необходимости подбадривать пациента. По окончании гипервентиляции регистрация ЭЭГ покоя продолжается не менее 2 мин. При возникновении икотального события внимательно оценить клиническую картину. Провести обследование (тестирование) пациента. Противопоказания: серповидно-клеточная анемия или схожая с ней форма анемии, болезнь и синдром Моя-Моя, церебральные артериовенозные мальформации и аневризмы, недавно перенесенные (за последние 3 мес) нарушения мозгового кровообращения, инфаркт миокарда, сердечные аритмии и другие тяжелые формы заболеваний сердца, тяжелые легочные заболевания. С осторожностью – при беременности.

Стандартное ЭЭГ исследование может дополняться выполнением других активирующих проб: прикосновение, внезапный звук, чтение вслух сложного текста и др. Расширение протокола необходимо проводить в тех случаях, когда из анамнеза пациента известно, какие виды стимуляции провоцируют приступы.

Пациент и/или его сопровождающий должны быть заранее проинформированы о потенциальных рисках при выполнении активирующих проб. Пациент также должен знать о возможности отказаться от выполнения активирующих проб. Врачу функциональной диагностики, выполняющему ЭЭГ-исследование, следует иметь в виду, что информирование пациента о потенциальных рисках в свою очередь может способствовать возникновению неэпилептических (психогенных) приступов.

Проба «открыть-закрыть глаза»

Протокол выполнения пробы. На фоне регистрации устойчивого паттерна активности в состоянии спокойного бодрствования (покоя) при закрытых глазах пациента просят открыть на 5–10 с глаза и затем закрыть их. Пробу следует выполнить 2–3 раза с интервалом 10–20 с. Критерием выполнения пробы является регистрация окулографического артефакта.

Выполнение пробы позволяет дать характеристику доминирующего затылочного ритма, дифференцировать альфа-ритм. При закрывании глаз возможно кратковременное увеличение частоты альфа-ритма, поэтому его параметры следует оценивать не ранее, чем через 1–2 с после закрывания глаз.

По результатам выполнения пробы «открыть-закрыть глаза» могут быть выявлены следующие патологические феномены: 1) чувствительность к закрыванию глаз – кратковременный эпизод генерации генерализованной эпилептиформной активности после закрывания глаз; 2) скоточувствительность – продолженная генерация на ЭЭГ эпилептиформной активности при закрывании глаз и нахождении в темноте, 3) асимметрия блокады альфа-ритма – отсутствие реакции десинхронизации с одной стороны.

Проба с открыванием глаз может дополняться пробой с «расфокусировкой» («нефиксацией») взора. С этой целью используются специальные очки, например, очки Френзеля.

Противопоказания к выполнению пробы «открыть-закрыть глаза» отсутствуют.

Ритмическая фотостимуляция

В основу техники и методики выполнения пробы с ритмической фотостимуляцией (РФС) положена методология, рекомендованная ILAE в 2012 [4]. Выделяются два уровня выполнения пробы: базовый и расширенный. Базовый (первый) уровень исследования выполняется при проведении стандартной ЭЭГ бодрствования и/или ЭЭГ-мониторинга сна с целью выявления фоточувствительности. Протокол включает проведение РФС на 11 частотах, что позволяет у лиц с фоточувствительностью определить нижний и верхний порог формирования фотопароксизмального ответа. Расширенный (второй) уровень исследования, обладающий более высокой точностью, выполняет-

ся у лиц с диагностированной фоточувствительностью. Для специализированного исследования применяется протокол РФС на 16 частотах, а также другие визуальные стимулы: свет разной длины волны, структурированные изображения, видеоигры, экраны телевизоров и др. Выполнение исследования позволяет дать развернутую характеристику фоточувствительности и оценить индивидуальные риски развития фотопароксизмальных реакций.

Подготовка к исследованию. Первичное исследование рекомендуется выполнять после физиологического сна обычной для пациента продолжительности. Повторные исследования могут выполняться на фоне депривации ночного сна, поскольку в этих условиях вероятность регистрации фотопароксизмального ответа и клинически значимых событий возрастает. При этом следует настойчиво посоветовать пациенту на кануне исследования на фоне депривации сна воздержаться от чрезмерной зрительной стимуляции, например, от ночных видеоигр, танцев на дискотеке и проч. Следует напомнить пациенту, что употребление алкоголя, психостимуляторов, а также алкогольная и токсикоманическая абстиненция существенно повышают риск развития приступов сами по себе, а при выполнении РФС – особенно.

Перед исследованием отменять или снижать дозу противосудорожных препаратов не рекомендуется.

Протокол выполнения пробы. При стандартной ЭЭГ у взрослых пациентов и у детей старших возрастных групп РФС рекомендуется выполнять в начале исследования. До выполнения пробы проводится регистрация ЭЭГ спокойного бодрствования (покоя) не менее 2,5 мин с открытыми глазами и 2,5 мин с закрытыми глазами, что позволяет различать эпилептиформную активность, возникающую спонтанно и вызванную РФС.

У лиц с выраженной тревожностью выполнение гипервентиляции может предшествовать проведению РФС, поскольку гипервентиляция снижает аффективную напряженность.

Проба с РФС вызывает существенную активацию ЦНС, поэтому при выполнении ЭЭГ-мониторинга сна у детей выполнение РФС рекомендуется проводить в конце исследования после пробуждения.

Фотостимулятор должен располагаться на расстоянии 30 см от глаз пациента. Для РФС могут использоваться специальные очки со встроенными фотостимуляторами. Интенсивность светового потока должна быть не менее 0,7 Дж, в идеале – близка к 1,0 Дж.

Исследование выполняется в затемненном помещении с «приглушенным» до минимального уровня освещением, которое позволяет наблюдать за состоянием пациента и фиксировать клинически значимые события. Проведение РФС в условиях минимальной освещенности не снижает вероятность регистрации фотопароксизмального ответа по сравнению с выполнением исследования в полной темноте.

При обоснованном подозрении на наличие фоточувствительности (например, при указании в анамнезе) РФС может дополняться пробами, направленными на контроль сознания и изменения постурального тонуса: устный счет

в слух, в положении пациента с вытянутыми вперед или вверх руками, в положении пациента сидя без опоры на спинку кресла, в положении пациента стоя (под контролем персонала). Видеорегистрацию рекомендуется сфокусировать на лицо для фиксации движений век и изменений активности мимической мускулатуры.

Во время проведения пробы с РФС пациент должен находиться под непрерывным наблюдением для выявления клинически значимых реакций, а также в целях его безопасности, особенно в тех случаях, когда исследование по показаниям (!) выполняется стоя или сидя без опоры на спинку кресла.

Следует немедленно прекратить фотостимуляцию при регистрации на ЭЭГ генерализованной эпилептиформной активности. Регистрация ЭЭГ при этом не прекращается. При развитии иктального события проводится обследование (тестирование) пациента (раздел 7).

Протокол РФС. При стандартной ЭЭГ проба выполняется на базовом уровне: РФС проводится сериями вспышек на 11 частотах. Рекомендуется выполнять фотостимуляцию в следующей последовательности частот: 1–2–8–10–15–18–20–25–40–50–60 Гц.

На каждой частоте стимуляция выполняется серией вспышек общей длительностью 10–12 с, интервал между сериями 5–10 с. В каждой серии РФС проводится при трех состояниях: глаза открыты, закрывание глаз, глаза закрыты. Закрывание глаз на фоне РФС обладает наибольшим провокативным действием. Стимуляция начинается при открытых глазах в течение 5 с, затем пациент закрывает глаза и стимуляция продолжается при закрытых глазах в течение 5 с. По окончании стимуляции глаза открываются и остаются открытыми в период паузы между сериями вспышек. Общее время пробы при стимуляции на 11 частотах не превышает 5 мин.

При ограничении времени РФС может выполняться при двух состояниях: закрывание глаз и закрытые глаза. Глаза закрываются (по команде) в начале серии РФС и остаются закрытыми до ее окончания. По окончании серии вспышек глаза открываются. Длительность каждой серии вспышек составляет 7 с, интервал между вспышками – 5 с.

Определение порогов фотопароксизмального ответа. Выполнение РФС начинается с частоты 1 Гц и далее проводится на восходящих частотах. При формировании на ЭЭГ генерализованной эпилептиформной активности хотя бы при одном из состояний глаз фиксируется нижний порог фотопароксизмального ответа. Стимуляция на оставшихся восходящих частотах не выполняется, а продолжает выполняться с частоты 60 Гц и далее – на нисходящих частотах до тех пор, пока на ЭЭГ не будет зарегистрирована генерализованная эпилептиформная активность. Частота, на которой регистрируется фотопароксизмальный ответ, фиксируется как верхний порог.

Следует дифференцировать фотомиоклонический ответ (фотомиогенную реакцию) и фотопароксизмальный ответ. При регистрации фотомиоклонического ответа РФС не прекращается.

При наличии сомнительных реакций протокол может быть расширен: 1) длительность стимуляции на заданной

частоте может быть увеличена, 2) частота стимуляции может быть увеличена или уменьшена на 1–2 Гц по отношению к той частоте, на которой был получен сомнительный ответ, 3) переход с одной частоты стимуляции на другую может быть выполнен без паузы между сериями. Дополнительно могут использоваться дефокусирующие очки.

Противопоказанием для проведения РФС является беременность из-за высокого риска судорожного приступа. Также не рекомендуется выполнять пробу с РФС при недавней отслойке сетчатки, в послеоперационном периоде хирургических вмешательств на глазах, при кератите, при мидриазе.

Комментарии. Ответные реакции, формирующиеся на ЭЭГ при выполнении пробы с РФС, могут быть условно разделены на три регистра: физиологические реакции; электрофизиологические феномены, отражающие неспецифические изменения нейродинамики; патологические реакции, специфичные для эпилепсии.

Регистрация фотопароксизмального ответа принимается как инвариантный критерий для характеристики фотосенситивности. Фотопароксизмальный ответ – формирование в ответ на РФС генерализованной эпилептиформной активности в виде комплексов по типу «спайк-медленная волна», «полиспайк-медленная волна» [4].

Вариантом физиологической реакции на РФС является фотомиоклонический (фотомиогенный) ответ – ритмические подергивания мышц век (иногда и лба), возникающие синхронно со вспышками при РФС, сопровождающиеся генерацией на ЭЭГ миографических артефактов в виде ритмичных миогенных полиспайков в лобных и центральных отведениях, совпадающих по частоте с РФС; подергивания век начинаются и прекращаются одновременно с РФС, прекращаются, как правило, при открывании глаз.

Гипервентиляция

Гипервентиляцию, как правило, следует проводить в начале исследования не ранее, чем через 3 мин после прекращения РФС. У лиц с выраженной тревожностью выполнение гипервентиляции может предшествовать проведению РФС, поскольку гипервентиляция снижает аффективную напряженность. Если показанием для стандартной ЭЭГ является идиопатическая генерализованная эпилепсия, гипервентиляция выполняется только в конце ЭЭГ-исследования из-за повышенного риска развития приступа.

Проба выполняется в том же положении, в котором регистрировалась ЭЭГ в состоянии спокойного бодрствования (сидя или лежа).

Протокол выполнения пробы. Пациента просят дышать глубоко с частотой 16–20 раз в минуту в течение не менее 3 мин. При обоснованном подозрении на возможность регистрации клинически значимых паттернов активности следует продлить гипервентиляцию еще на 1–2 мин. Специалист, выполняющий ЭЭГ исследование, должен периодически проверять эффективность гипервентиляции и при неадекватных дыхательных усилиях просить пациента увеличить глубину или частоту дыхания. В некоторых случаях при гипервентиляции могут возникать

Таблица 4
Методы индукции сна для проведения ЭЭГ-мониторинга сна

	Возрастная группа			
	Дети до 6 лет	Дети 6–12 лет	Дети старше 12 лет	Взрослые
Депривация ночного сна: инструкция	Сокращение сна на 1–3 часа или на время, индивидуально необходимое для засыпания во время ЭЭГ	Уложить спать на 2 часа позже обычного и разбудить на 2 часа раньше обычного. Не спать до ЭЭГ	Лечь спать на 2 часа позже, чем обычно, но не позднее 00:00. Подъем в 04:00. Не спать до ЭЭГ	Лечь спать в 00:00. Подъем в 04:00. Не спать до ЭЭГ
Фармакологическая индукция	Как альтернатива депривации сна: мелатонин 1–3 мг за 30–60 мин до ЭЭГ	Как альтернатива депривации сна: мелатонин 1–3 мг за 30–60 мин до ЭЭГ	При неэффективности депривации сна: мелатонин 1–3 мг за 30–60 мин до ЭЭГ	При неэффективности депривации сна: мелатонин 1–3 мг за 30–60 мин до ЭЭГ При недоступности мелатонина: хлоралгидрат внутрь 0,5–1 г за 30–40 мин до ЭЭГ
Время проведения ЭЭГ	Первая половина дня + постпрандиальный период			

парестезии (онемение, покалывание и др.) в области рта, в кистях. Следует успокоить пациента и предложить ему продолжить выполнение пробы.

У детей для создания заинтересованности в выполнении усиленных дыхательных движений может использоваться игрушка по типу «вертушки», вращение которой задается интенсивными и частыми выдохами.

Для оценки сознания пациента гипервентиляция может дополняться пробами с устным счетом дыхательных движений, повторением за специалистом коротких слов и др.

По окончании пробы с гипервентиляцией регистрация ЭЭГ продолжается непрерывно не менее 2 мин.

Противопоказания. Гипервентиляция не выполняется при наличии у пациента следующих заболеваний и состояний: 1) серповидно-клеточная анемия или схожая с ней форма анемии; 2) болезнь и синдром Моя-Моя; 3) церебральные артериовенозные мальформации и аневризмы; 4) недавно перенесенные (за последние 3 мес) нарушения мозгового кровообращения; 5) инфаркт миокарда, сердечные аритмии и другие тяжелые формы заболеваний сердца; 6) тяжелые легочные заболевания. С осторожностью, соизмеряя возможный диагностический эффект исследования и риск развития судорожного эпизода, следует выполнять гипервентиляцию у беременных во втором и особенно в третьем триместре.

Дополнительные методы активации

При анамнестических данных о наличии специфического для пациента триггера, протокол исследования может быть расширен за счет дополнительных проб, способных активировать эпилептический очаг. С этой целью могут, например, выполняться пробы с прикосновением, с внезапными звуковыми стимулами, с чтением пациентом вслух, с выполнением пациентом когнитивных задач и др. Выбор пробы определяется анамнестическими данными об индивидуальных факторах, способствующих провокации иктального события.

Методы индукции сна

Для взрослых пациентов и детей в возрасте старше 12 лет частичная депривация ночного сна рекомендуется в качестве основного метода индукции сна. Предлагаемые протоколы частичной депривации сна приведены в таблице 4.

Мелатонин или депривация сна рекомендуются в качестве основных методов индукции сна у детей младше 12 лет.

Мелатонин может использоваться в качестве основного метода индукции сна у детей и взрослых, которые не переносят депривацию сна, а также в тех случаях, когда депривация сна вызывает выраженный дискомфорт. В тех случаях, когда либо депривация сна, либо мелатонин не обеспечивают засыпание, комбинация этих двух методов может быть более эффективной.

Мелатонин рекомендуется принимать внутрь в дозе 1–3 мг за 30–60 мин до начала ЭЭГ-мониторинга сна. Однократный прием мелатонина в рекомендованной дозе не вызывает побочных эффектов. Мелатонин не снижает вероятность регистрации интериктальной эпилептиформной активности. При недоступности мелатонина для индукции сна у взрослых может использоваться хлоралгидрат: прием внутрь в дозе 0,5–1 г за 30–40 мин до обследования.

После частичной депривации ночного сна ЭЭГ-исследование следует планировать на утреннее время. Особенно это актуально для пациентов с юношеской миоклонической эпилепсией, с самокупирующейся фокальной эпилепсией детского возраста, с синдромом инфантильных эпилептических спазмов.

Исследование сна у детей младшего возраста целесообразно выполнять в постпрандиальный период, когда вероятность засыпания существенно повышается.

Проба с РФС повышает активность ЦНС и, как следствие, снижает вероятность засыпания. Гипервентиляция, как правило, имеет противоположный эффект. В этой связи при ЭЭГ-мониторинге сна у детей рекомендуется проводить гипервентиляцию в начале исследования до засыпания, а РФС – после пробуждения.

Наблюдение за состоянием пациента

Во время выполнения стандартной ЭЭГ и ЭЭГ-мониторинга сна пациент должен находиться под постоянным наблюдением. Специалист, выполняющий исследование, должен уметь оказать первую помощь, а в случае необходимости иметь возможность обратиться за квалифицированной медицинской помощью.

При развитии иктального события (судорожного приступа), при регистрации генерализованной эпилептиформной активности длительностью более 3–4 с проводится обследование пациента, направленное на оценку уровня сознания во время иктального события и когнитивно-мнестических нарушений в постиктальном периоде. Рекомендуется использовать упрощенную версию тестирования пациента, пред-

Таблица 5

Протокол обследования (тестирования) пациента во время икctalного события, развившегося при регистрации стандартной ЭЭГ и ЭЭГ-мониторинге сна

Период	Дети младше 6 лет	Дети старше 6 лет и взрослые
Иctalный период	Назвать пациента по имени	Назвать пациента по имени. Если реагирует, спросить: «Что вы чувствуете?» Если нет, дотронуться до руки
	Задать вопрос: «С тобой все в порядке?»	Попросить: «Поднимите руки вверх» Сначала только попросить; если не реагирует, показать
	Попросить: «Подними обе руки вверх» «Коснись игрушки правой и левой рукой» «Хлопни в ладоши». Сначала только сказать; если не реагирует, показать	Попросить: «Пожалуйста, повторите и запомните следующие слова: лошадь, стол...» (например)
Постикctalный период	Спросить: «Ты помнишь, что с тобой только что произошло?»	Спросить: «У вас был приступ?» «Можете описать, что произошло?» «Что вы чувствовали непосредственно перед приступом?в начале приступа?» «Можете вспомнить слова, которые Вам называли?» «Можете вспомнить, что Вас просили сделать?»

ложенную ILAE для оценки состояния пациента во время длительного видео-ЭЭГ-мониторинга [5]. Суть тестирования состоит в том, что пациенту задаются простые вопросы и предлагается выполнить простые команды, позволяющие оценить продуктивность контакта, а в постикctalном периоде пациента просят воспроизвести заданные вопросы, уточняют характер перенесенных им переживаний (табл. 5). Также оцениваются клинические проявления иctalного события и состояние пациента в постикctalном периоде.

Регистрация ЭЭГ во время иctalного события не прекращается. Устанавливаются маркеры начала и окончания иctalного события.

Заключение

Исследование биоэлектрической активности головного мозга играет важную роль в клинической диагностике эпилепсии и устанавливает нейрофизиологические корреляты церебральной дисфункции разной этиологии. Следует признать, что общий уровень и качество доказательной базы в отношении техники и методики выполнения стандартной ЭЭГ бодрствования и ЭЭГ-мониторинга сна остается су-

щественным ограничением в разработке полномасштабных стандартов. Предлагаемый минимальный стандарт представляет первый шаг на пути преодоления данного противоречия. Стандарт основан на консенсусе экспертов и носит рекомендательный характер. Тем не менее, не смотря на условный характер предложенных рекомендаций, их выполнение обеспечит сравнимость результатов исследований, выполненных в разных нейрофизиологических лабораториях.

Список литературы / References

1. Peltola M.E., Leitinger M., Halford J.J. et al. Routine and sleep EEG: Minimum recording standards of the International Federation of Clinical Neurophysiology and the International League Against Epilepsy. *Clin. Neurophysiology*. 2023; 147: 108-120. DOI: 10.1016/j.clinph.2023.01.002
2. Функциональная диагностика: национальное руководство / С.Н. Авдеев, А.С. Аксельрод, М.В. Александров, Н.Ф. Берестень, и др. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019; 784 с.
3. Seeck M., Koessler L., Bast T., Leijten F., Michel C., Baumgartner C., et al. The standardized EEG electrode array of the IFCN. *Clin Neurophysiol*. 2017;128(10): 2070-2077. DOI: 10.1016/j.clinph.2017.06.254
4. Kasteleijn-Nolst Trenité D., Rubboli G., Hirsch E., Martins Da Silva F., Seri S., Wilkins A., et al. Methodology of photic stimulation revisited: updated European algorithm for visual stimulation in the EEG laboratory. *Epilepsia*. 2012;53(1):16-24. DOI: 10.1111/j.1528-1167.2011.03319
5. Beniczky S., Neufeld M., Diehl B., Dobesberger J., Trinka E., Mameniskiene R., et al. Testing patients during seizures: a European consensus procedure developed by a joint taskforce of the ILAE – commission on European affairs and the European epilepsy monitoring unit association. *Epilepsia*. 2016;57(9):1363-1368. DOI: 10.1111/epi.13472

Статья поступила / Received 20.04.2025
Получена после рецензирования / Revised 21.04.2025
Принята в печать / Accepted 21.04.2025

Информация об авторах

Александров Михаил Всеволодович¹ – д.м.н., профессор, заведующий отделением клинической нейрофизиологии, член правления РАСФД
ORCID ID: 0000-0002-9935-3249

Лытаев Сергей Александрович² – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой нормальной физиологии
ORCID ID: 0000-0002-9935-3249

Иванов Лев Борисович³ – к.м.н., заведующий диагностическим отделением
ORCID ID: 0000-0001-5954-1520

Трошина Елена Михайловна^{4,5} – к.б.н., ведущий научный сотрудник лаборатории клинической нейрофизиологии, ассистент кафедры клинической физиологии и функциональной диагностики
ORCID ID: 0000-0002-6863-5868

¹ ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Российская Федерация

² ФГБОУ «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет», Санкт-Петербург, Российская Федерация

³ ГБУЗ «Детская городская клиническая больница № 9 им. Г.Н. Сперанского Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва, Российская Федерация

⁴ ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. академика Н.Н. Бурденко» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

⁵ ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования России», Москва, Российская Федерация

Контактная информация:

Александров Михаил Всеволодович, E-mail: mdoktor@yandex.ru

Для цитирования: Александров М.В., Лытаев С.А., Иванов Л.Б., Трошина Е.М. Стандартная ээг и ээг-мониторинг сна: минимальные требования к технике и методике регистрации. Рекомендации Российской ассоциации специалистов функциональной диагностики (РАСФД). Медицинский алфавит. 2025;(12):18–26. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-12-18-26>

Author information

Aleksandrov M.V.¹ – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Clinical Neurophysiology
ORCID ID: 0000-0002-9935-3249;

Lytaev S.A.² – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Normal Physiology
ORCID ID: 0000-0002-9935-3249;

Ivanov L.B.³ – Candidate of Medical Sciences, Head of the Diagnostic Department,
ORCID ID: 0000-0002-9935-3249

Troshina E.M.^{4,5} – Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher at the Laboratory of Clinical Neurophysiology, Assistant Professor at the Department of Clinical Physiology and Functional Diagnostics
ORCID ID: 0000-0002-6863-5868

¹ Federal State Budgetary Institution «Almazov National Medical Research Centre» of the Ministry of Health of the Russian Federation, St. Petersburg, Russian Federation

² Federal State Budgetary Educational Institution «Saint Petersburg State Pediatric Medical University», St. Petersburg, Russian Federation

³ State Budgetary Institution of Science «Children's City Clinical Hospital No. 9 named after G.N. Speransky of the Moscow Department of Health», Moscow, Russian Federation

⁴ Federal State Autonomous Institution «National Medical Research Center of Neurosurgery named after Academician N.N. Burdenko» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

⁵ Federal State Budgetary Educational Institution of Additional Professional Education «Russian Medical Academy of Continuing Professional Education» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

Contact information

Aleksandrov M.V. E-mail: mdoktor@yandex.ru

For citation: Aleksandrov M.V., Lytaev S.A., Ivanov L.B., Troshina E.M. Standard EEG and EEG sleep monitoring: minimum requirements for recording techniques and techniques. Recommendations of the Russian Association of Functional Diagnostics Specialists (RAFDs). Medical alphabet. 2025;(12):18–26. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-12-18-26>

