

СПЕЦІАЛЬНИЙ ЗВІТ

Звичайне ЕЕГ та ЕЕГ сну: Мінімальні стандарти запису Міжнародної федерації клінічної нейрофізіології та Міжнародної ліги боротьби з епілепсією

Maria E. Peltola¹ | Markus Leitinger² | Jonathan J. Halford³ | Kollencheri Puthenveetil Vinayan⁴ | Katsuhiko Kobayashi⁵ | Ronit M. Pressler⁶ | Ioana Mindruta⁷ | Luis Carlos Mayor⁸ | Leena Lauronen¹ | Sándor Beniczky⁹

¹Діагностичний центр HUS, клінічна нейрофізіологія, клінічні нейронауки, епілепсія Гельсінкі, Університетська лікарня Гельсінкі та Університет Гельсінкі, Гельсінкі, Фінляндія

²Кафедра неврології, Університетська лікарня Крістіана Доплера, Медичний університет Парацельса, Зальцбург, Австрія

³Кафедра неврології, Медичний університет Південної Кароліни, Чарльстон, Південна Кароліна, США

⁴Відділення дитячої неврології, Інститут медичних наук Амріта, Кочин, Керала, Індія

⁵Кафедра дитячої неврології, Вища школа медицини, стоматології та фармацевтичних наук Університету Окаяма, Окаяма, Японія

⁶Клінічна неврологія, Інститут дитячого здоров'я Університету Грейт Ормонд-стріт та Відділення клінічної нейрофізіології, Дитяча лікарня Грейт Ормонд-стріт NHS Foundation Trust, Лондон, Великобританія

⁷Кафедра неврології, Університетська лікарня швидкої допомоги Бухареста та Університет медицини та фармації «Карол Давіла», Бухарест, Румунія

⁸Кафедра неврології, Університетська лікарня Santa Fe de Bogota, Богота, Колумбія

⁹Кафедра клінічної нейрофізіології, Університетська лікарня Орхуса, Орхус, та Данський центр епілепсії, Діаналунд, Данія

Адреса для листування

Maria E. Peltola, Stenbäckinkatu 9, PL290, Helsinki 00029, Finland. Email: maria.peltola@hus.fi

Інформація про фінансування

Евелін Траст; Центр біомедичних досліджень Національного інституту медичних досліджень (NIHR) при лікарні Грейт Ормонд-стріт; Управління у справах ветеранів (VA) з питань досліджень і розробок

Анотація

У статті наведено рекомендації щодо мінімальних стандартів запису рутинної («стандартної») електроенцефалографії (ЕЕГ) та електроенцефалографії сну. Спільна робоча група Міжнародної федерації клінічної нейрофізіології (IFCN) та Міжнародної ліги боротьби з епілепсією (ILAE) розробила стандарти відповідно до методології, запропонованої для клінічних настанов, пов'язаних з епілепсією, Робочою групою з розробки настанов з епілепсії. Ми проаналізували опубліковані доказові дані, використовуючи методику «Переважні елементи звітності для систематичного огляду та мета-аналізу» (PRISMA). Якість доказів щодо методів індукції сну оцінювали за допомогою методу Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluations (GRADE). Інструмент для оцінки якості діагностичних досліджень (QUADAS-2) використовувався для оцінки ризику упередженості в технічних і методологічних дослідженнях. За відсутності високоякісних опублікованих доказів ми використовували модифіковану методику Дельфі для досягнення експертного консенсусу. Для формулювання рекомендацій використовували систему GRADE. Якість доказів була низькою або помірною. Ми сформулювали 16 заснованих на консенсусі рекомендацій щодо мінімальних стандартів запису рутинної ЕЕГ та ЕЕГ уві сні. Рекомендації охоплюють такі аспекти: показання, технічні стандарти, тривалість запису, індукція сну та провокаційні методи.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

ЕЕГ-активації, ЕЕГ-провокації, технічні стандарти ЕЕГ, ЕЕГ з депривацією сну, стандартна ЕЕГ

Ця стаття також опублікована в журналі Міжнародної федерації клінічної нейрофізіології «Клінічна нейрофізіологія», що видається видавництвом Elsevier B.V. Всі права захищені.

© 2023 Міжнародна федерація клінічної нейрофізіології та Міжнародна ліга боротьби з епілепсією. Опубліковано Wiley Periodicals LLC.

1 ВСТУП

Неінвазивна електроенцефалографія (ЕЕГ) залишається важливим неінвазивним методом аналізу електрофізіологічної активності мозку при епілепсії та окремих порушеннях мозкової функції.^{1,2} Хоча практичним визначенням епілепсії є клінічне,³ скальпова ЕЕГ відіграє важливу роль не тільки в діагностиці епілепсії, але й у подальшому спостереженні за перебігом захворювання, а також у класифікації епілептичних синдромів.^{2,4,5}

Робоча група з нейрофізіології Міжнародної ліги боротьби з епілепсією (ILAE) нещодавно розглянула питання використання ЕЕГ у якості клінічного інструменту в класифікації епілептичних синдромів.^{4,5} Враховуючи різноманіття технологій запису ЕЕГ, вони виділили два рівні запису ЕЕГ: базовий і розширений. Базовому рівню відповідає звичайна ЕЕГ з процедурами активації, а на розширеному рівні запису використовується індукція сну. Епілептиформні розряди модулюються під час сну і демонструють вищу частоту під час сну без швидких рухів очей (NREM), ніж у стані неспання.⁶⁻⁸ Більшість клінічних досліджень свідчать про додаткову діагностичну цінність ЕЕГ уві сні порівняно зі стандартною ЕЕГ,⁹⁻¹² проте деякі дослідження ставлять під сумнів корисність ЕЕГ уві сні.^{13,14} Чутливість ЕЕГ до епілептиформних розрядів зростає при повторних записах,¹⁵ тому при повторному дослідженні рекомендується проводити ЕЕГ уві сні під час повторного обстеження. У деяких пацієнтів (особливо дітей) рутинний запис неспання може бути настільки затьмарений артефактами, що видно мало незміненої фонові активності, і в цьому випадку рекомендується зробити ЕЕГ уві сні.

Встановлення та підтримка технічних стандартів має на меті забезпечити високу якість досліджень. Мінімальні стандарти являють собою набір рекомендацій, які можуть бути легко адаптовані країнами і застосовані до ЕЕГ-лабораторій на будь-якому рівні системи охорони здоров'я.¹⁶

У 2002 році Комісія з європейських справ ILAE опублікувала рекомендації щодо запису ЕЕГ по всій Європі,¹⁷ але з тих пір вони не оновлювалися. Опитування, організоване у 2017 році серед 28 членів Європейської референтної мережі з рідкісних та складних епілепсій (ERN EpiCARE), показало, що майже всі центри використовують місцеві рекомендації для запису ЕЕГ.¹⁸ Крім того, відсутність єдиних стандартів для запису рутинної ЕЕГ перешкоджає проведенню високоякісних багатоцентрових дослідницьких проектів, як це спостерігалось в нещодавно завершеному проекті Human Epilepsy Project 1 (неопубліковані дані).

Ключові тези

1. Необхідні мінімальні стандарти для підвищення точності, ефективності та надійності реєстрації електроенцефалографії (ЕЕГ) рутинної та під час сну.
2. Загальна якість доказів досліджень була низькою, що призвело до умовних рекомендацій, заснованих на консенсусі.
3. Ми сформулювали 16 рекомендацій щодо мінімальних стандартів для запису стандартної ЕЕГ та ЕЕГ уві сні.
4. Стратегії впровадження повинні бути адаптовані місцевими організаціями або відділеннями.

Кілька товариств, включаючи Американське товариство клінічної нейрофізіології, Канадське товариство клінічної нейрофізіології, Французьке товариство клінічної нейрофізіології та Французьку лігу боротьби з епілепсією, нещодавно опублікували оновлені національні рекомендації щодо стандартів запису ЕЕГ.¹⁹⁻²¹ Відсутність мінімальних стандартів запису ЕЕГ, які базуються на систематичних оглядах та об'єднують роботу міжнародних експертів, перешкоджає розробці глобальних стандартів належної клінічної практики.²²

Міжнародна федерація клінічної нейрофізіології (IFCN) та ILAE визначили необхідність створення спільної робочої групи для визначення мінімальних стандартів запису ЕЕГ відповідно до цих стандартів. Робоча група ILAE з розробки настанов затвердила Робочий протокол, який базувався на методології, рекомендованій ILAE для розробки клінічних настанов.²³ Протокол відповідав положенням «Переважні елементи звітності для систематичних оглядів і мета-аналізів» (PRISMA) (Додаток S1), як прийнятні (Додаток S2).

Метою цієї спільної настанови IFCN та ILAE є надання рекомендацій щодо мінімальних стандартів запису рутинної ЕЕГ та ЕЕГ уві сні. Цільовою аудиторією настанови є медичний персонал, який направляє пацієнтів на ЕЕГ, відповідає за запис ЕЕГ, виконує, аналізує та звітує про ЕЕГ.

2 МЕТОДИ

2.1 Створення робочої групи

IFCN та ILAE призначили членів до спільної робочої групи. Робоча група IFCN-ILAE складалася з 10 експертів, які були дорослими та дитячими неврологами зі спеціалізацією в епілептології та клінічними нейрофізіологами. Члени групи представляли чотири з шести регіонів Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ). Робоча група IFCN-ILAE була затверджена Робочою групою з розробки рекомендацій ILAE.

2.2 Розробка клінічних питань

Для досягнення загальної мети Робоча група IFCN-ILAE визначила п'ять питань, які розглядалися п'ятьма підгрупами, кожна з яких складалася з двох-трьох членів робочої групи (Таблиця 1). Для упорядкування клінічних питань, де це було можливо, використовували формулювання «пацієнт/популяція», «втручання, порівняння та результат» (PICO).

2.3 Стратегія пошуку

Літературний пошук був розроблений відповідно до рекомендацій PRISMA. Ми провели електронний пошук англійської літератури в базах даних PubMed та Embase за період з 1990 року по вересень-грудень 2019 року. Повна стратегія пошуку в PubMed та дати останнього доступу до бази даних представлені в Додатку S2.

2.4 Відбір досліджень, збір даних та узагальнення результатів

Для кожного з п'яти клінічних питань були визначені конкретні критерії включення. Дослідження неонатальної ЕЕГ, екстреної ЕЕГ, моніторингу інтенсивної терапії та довготривалого моніторингу епілепсії були виключені, оскільки вони виходили за рамки цієї настанови. Ми включили наступне:

1. Було проведено пошук досліджень, які стосувалися корисності не ургентної ЕЕГ у діагностиці або спостереженні за пацієнтами; рандомізованих контрольних досліджень, а також досліджень, які оцінювали корисність ЕЕГ за умови використання належної контрольної групи (без ЕЕГ) та подальших заходів (вплив на догляд за пацієнтом).

2. Дослідження, в яких розглядалися масив електродів для запису і кріплення, імпеданс електродів, син-

хронізоване відео, частота дискретизації і частотний діапазон, допоміжне обладнання, налаштування дисплея, зберігання даних і формат даних ЕЕГ.

3. Дослідження, які порівнювали ефективність різної тривалості записів ЕЕГ і використовували наявність відхилень від норми ЕЕГ як первинний показник результату, а вартість-користь - як вторинний показник.

ТАБЛИЦЯ 1 Клінічні питання та групи «Пацієнт/популяція, втручання, порівняння та результати» (PICO)

Питання	Популяція	Втручання	Порівняння	Результат
1. Які є показання для проведення звичайної ЕЕГ та ЕЕГ сну пацієнта?	Пацієнт з ЕЕГ	Запис ЕЕГ	Без запису ЕЕГ	Вплив на діагностику, менеджмент або прогноз
2. Які мінімальні технічні стандарти для проведення звичайної ЕЕГ та ЕЕГ сну пацієнта?	На практиці не застосовується			
3. Які методи провокації слід використовувати в звичайній ЕЕГ та ЕЕГ уві сні і яким чином?	Пацієнт з ЕЕГ	Фотостимуляція Гіпервентиляція Інша провокація	Без провокації	Епілептиформні феномени Напади: - Епілептичні - Не епілептичні Побічні реакції
4. Якою має бути мінімальна тривалість звичайної ЕЕГ та ЕЕГ сну для оптимальної діагностики?	Пацієнт з ЕЕГ	Тривалість ЕЕГ 1	Тривалість ЕЕГ 2	Відхилення від норми на ЕЕГ
5. Чи слід використовувати депривацію сну (часткову або на всю ніч/24 години) для отримання результатів ЕЕГ сну?	Пацієнт з ЕЕГ	Депривація сну	Звичайний сон	Сон Побічні реакції Економічна доцільність
6. Чи може застосовуватися мелатонін або інші препарати для стимуляції сну?	Пацієнт з ЕЕГ	Мелатонін Інші снодійні препарати	Депривація сну Снодійний препарат	Сон Побічні реакції Економічна доцільність

4. Дослідження, в яких порівнювали записи ЕЕГ з депривацією сну (24 години або частковою), дослідження без депривації сну, дослідження, в яких порівнювали депривацію сну з фармакологічною індукцією сну, дослідження, в яких порівнювали ЕЕГ з різними фармакологічними індукторами сну, а також дослідження, в яких вихід зі сну був кінцевим результатом. Вторинні результати включали побічні ефекти та співвідношення витрат і користі від індукції сну.

5. Дослідження, в яких розглядалася корисність активаций, відмінних від сну, і результатом яких були епілептиформні порушення, епілептичні напади та психогенні неепілептичні стани. Вторинні результати включали побічні ефекти.

Щонайменше два члени підгруп незалежно один від одного переглянули назви та анотації статей, щоб визначити чи вони потенційно придатні для аналізу в дослідженні. Посилання на відібрані статті були перевірені на предмет потенційно придатних досліджень. Повні тексти статей були переглянуті двома незалежними рецензентами для включення. Вилучення даних було розроблено незалежно для кожного клінічного питання.

2.5 Оцінка якості окремих досліджень та аналіз результатів

Ми використовували метод Оцінки переконливості результатів (GRADE) для оцінки ризику упередженості окремих досліджень індукції сну, які були фармакологічними та нефармакологічними інтервенційними дослідженнями.^{23,24} В інших (неінтервенційних) дослідженнях ризик упередженості оцінювали за допомогою інструменту оцінки якості досліджень діагностичної точності (Quality Assessment of Diagnostic Studies [QUADAS-2]), розробленого для первинних досліджень діагностичної точності, який краще враховує потенційні обмеження, пов'язані з технічними та методологічними дослідженнями ЕЕГ, хоча і не є дослідженнями діагностичної точності.²⁵ Оцінку ризику упередженості проводили два рецензенти, які вирішували можливі розбіжності шляхом обговорення.

Крім того, ми класифікували дослідження як мета-аналіз, систематичні огляди, рандомізовані контрольовані дослідження (РКД) та обсерваційні дослідження, включаючи дослідження діагностичної точності, серії випадків та настанови. Обсерваційні досліджен-

ня були додатково класифіковані з використанням заздалегідь визначених критеріїв для оцінки доказів, що відображають ризик упередженості, враховуючи недостатню кількість доказів високого рівня^{2,26}. Обсерваційні дослідження категорії I включали великі ($N > 50$) проспективні дослідження широкого спектру і великі сліпі технічні дослідження з прийнятим золотим стандартом. Дослідження категорії II - це великі проспективні дослідження вузького спектру, великі ретроспективні дослідження широкого спектру і невеликі ($N = 10-50$) сліпі технічні дослідження з прийнятим золотим стандартом. Дослідження категорії III - це великі ретроспективні дослідження вузького спектру, невеликі проспективні та ретроспективні дослідження або технічні дослідження, які не були сліпими або не мали прийнятного референтного стандарту.

Категорія IV - це дослідження математичного моделювання.

Через значну гетерогенність досліджень провести мета-аналіз було неможливо, і наш аналіз був якісним.

2.6 Методи рекомендацій

Ми оцінили загальну якість доказів для методів індукції сну та виходу сну під час запису EEG за допомогою підходу GRADE, а також для результатів інших клінічних питань за ризиком упередженості та класифікацією і категорією окремих досліджень. Через низьку загальну якість доказів для формування рекомендацій кожної підгрупи використовувався модифікований процес Дельфі.²⁷ Модифікований процес Дельфі складався з серії письмових опитувальників, відповіді на які надавалися анонімно (Додаток S3), після чого проводилося відкрите консенсусне обговорення кожного клінічного питання. Ітерація продовжувалася до тих пір, поки не було досягнуто згоди щонайменше двох третин членів Робочої групи IFCN-I LAE. Один член кожної підгрупи розробляв питання Дельфі, проводив допоміжний аналіз літератури, не відповідав на письмові запитання, але аналізував результати і головував на консенсусному обговоренні, яке було організовано у вигляді відеоконференції. Переконливість рекомендацій оцінювалася відповідно до Настанови ILAE з розробки клінічних рекомендацій.²³

3 РЕЗУЛЬТАТИ

3.1 Показання до проведення рутинного EEG та EEG уні сні

Ми знайшли 121 статтю за допомогою пошуку в базі даних і шість додаткових статей з інших джерел. Після видалення дублікатів залишилося 99 статей для скринінгу анотацій. Чотирнадцять повнотекстових статей були оцінені на відповідність критеріям. Було включено три керівництва. Жодне з 11 досліджень не відповідало критеріям відбору. Причиною виключення була відсутність належного дизайну дослідження та методології для вивчення показань до проведення рутинної EEG та EEG уні сні. Відібрані дослідження описували результати EEG при певних захворюваннях, що свідчить про непрямі докази корисності EEG. Однак розширення систематичного огляду за рахунок включення конкретних захворювань у пошукові терміни зробило б роботу більш упередженою і менш об'єктивною. Діаграма PRISMA включена в Додаток S4A.

Попередні консенсусні рекомендації щодо найкращих практик запису та формування звітів EEG у дорослих та дітей включають загальні показання до проведення EEG.^{1,17,21} Всі вони підкреслювали, що «клінічна підозра на епілепсію є основним показанням для проведення EEG-досліджень. Нещодавно опубліковані клінічні огляди визначають цінність EEG для діагностики нападів і епілепсії та моніторингу епілепсії».^{2,4,5,28} Вони розглядають чутливість і специфічність міжприступних епілептиформних розрядів, значення EEG уні сні та вдень для діагностики та класифікації типу епілепсії, а також роль EEG у прийнятті рішень щодо відміни протиепілептичних препаратів.

3.1.1 Рекомендація

Ми дійшли висновку, що якість доказів щодо показань рутинної EEG та EEG уні сні є дуже низькою. За допомогою модифікованої методики Дельфі ми досягли консенсусу щодо показань до проведення рутинної EEG та EEG уні сні, що обґрунтовує слабку (умовну) рекомендацію щодо показань до проведення EEG, записаної за призначенням у неекстрених ситуаціях (табл. 2).

3.2 Технічні стандарти

В результаті пошуку було знайдено вісімнадцять статей і 14 додаткових статей було знайдено в інших джерелах. Після видалення дублікатів 30 анотацій були перевірені на відповідність критеріям включення, а 10 повнотекстових статей були включені до якісного синтезу. Таблиця PRISMA включена в Додаток S4B. Чотири статті були настановами^{17,21,29,30} і шість - обсерваційними дослідженнями категорії III³¹⁻³⁶ (Таблиця S1). Окремі дослідження мали низький ризик упередженості (Таблиця S2). Однак низька категорія обсерваційних досліджень і гетерогенність (варіабельність результатів) знизили якість доказів. У попередніх настановах з реєстрації EEG,^{17,21,29} технічні стандарти ґрунтувалися на експертній думці без систематичного огляду або оцінки якості наукових досліджень.

Таблиця 2 Показання до проведення не ургентної електроенцефалографії (EEG), що проводиться за попереднім записом

Показання при епілепсії	Інші показання для диференційної діагностики
Клінічна підозра на епілептичний напад або епілепсію	Психогенні неепілептичні напади
Перегляд первинного діагнозу епілепсії	Пароксизмальні зміни поведінки
Посиндромна класифікація епілепсії	Підозра на енцефалопатію
Зміни в структурі нападів (типу або семіології нападів)	Гостра або підгостра деменція
Етіологічна оцінка епілепсії	
Ви рішення питання про зниження дози ASM у пацієнтів з ремісією.	
Систематичний контроль конкретних епілептичних синдромів (синдром епілептичних спазмів та епілептична енцефалопатія з активацією комплексу пік-хвиля під час сну), протиепілептичної терапії	

ТАБЛИЦЯ 3 Резюме мінімальних стандартів для запису звичайної ЕЕГ та ЕЕГ під час сну

Типи електродів	Золоті або срібно- хлоридні чашкові електроди, нанесені електродною пастою або гелем, електродні ковпачки, електроди, сумісні з МРТ, та голчасті електроди за певних обставин
Електродний масив	25-електродний масив МФКН, якщо можливо. В іншому випадку: 10-20 масив
Поліграфічні канали	Одне ЕКГ Мінімум два канали ЕМГ, якщо підозрюються рухові події, що представляють клінічний інтерес Мінімум один канал ЕОГ, якщо необхідна допомога в диференціації між рухами очей та повільною ЕЕГ-активністю
Електродний імпеданс	<5кОм рекомендується <10 кОм вважається прийнятним
Мінімальна частота дискредитації	256 Гц
Фільтрування для візуалізації	
ЕЕГ	Високочастотні 0,5 Гц; Низькочастотні 70 Гц
ЕОГ	Високочастотні 0,3 Гц; Низькочастотні 35 Гц
ЕМГ	Високочастотні 10 Гц; Низькочастотні 100 Гц
Відео	Мінімум одна камера при підозрі на подію, що становлять клінічний інтерес
Відображення	Роздільна здатність 7 мкВ/мм для ЕЕГ дорослих, 10 мкВ/мм для ЕЕГ дітей Можливість налаштування параметрів перегляду, посилення кожного каналу, часової роздільної здатності, фільтрів та анотацій Можливість відображення карт вольтажу
Зберігання даних	Повна ЕЕГ та відео з клінічних подій
Експорт даних	Формат даних Comma Separated Value (CSV), або Європейський формат даних (EDF), або формат Digital Communication in Medicine (DICOM)
Тривалість запису	Звичайна ЕЕГ 20 хв ЕЕГ під час сну 30 хв Індивідуалізуйте час і тривалість запису ЕЕГ уві сні, коли очікується більший ефект. Постпрандіальний Період після годування збільшує шанси на сон у немовлят і дітей.
Індукція сну	Часткова депривація сну для дорослих та дітей ≥ 12 років Мелатонін або депривація сну у дітей <12 років Доза мелатоніну: 1-3 мг вводять за 30-60 хв до запису ЕЕГ. Якщо мелатонін недоступний, можна використовувати хлоралгідрат, коли часткова депривація сну не призводить до засинання.

ТАБЛИЦЯ 3 (продовження)

Гіпервентиляція (ГВ)	На початку звичайної ЕЕГ або ЕЕГ уві сні ≥ 3 хв після фотостимуляції. Винятки: якщо ЕЕГ свідчить про генетичну генералізовану епілепсію, виконайте ГВ наприкінці запису. Запишіть ЕЕГ стані неспання через протягом 2 хв після ГВ. Методика: 15-30 глибоких вдихів/хв протягом ≥ 3 хв У дітей корисно використовувати вітрячок для посилення дихання. ЕЕГ-технолог повинен заохочувати пацієнта пацієнта і оцінювати дихальні зусилля як адекватні або неадекватні. Використовуйте контрольний список протипоказань. Протестувати пацієнта, якщо виник судомний напад.
Ритмічне світлове подразнення (РСП)	Проведіть РСП на початку звичайної ЕЕГ або ЕЕГ уві сні за ≥ 3 хв до ГВ. У дітей виконуйте РСП наприкінці ЕЕГ уві сні. Метод: Настанова ILAE щодо переглянутої методики фотостимуляції ² -Негайно припиніть візуальний стимул, як тільки з'являється генералізована епілептиформна розряди. Фотоміогенну реакцію не слід плутати з нападом. -Використовуйте частоти спалахів: 1-2 - 8 - 10 - 15 - 18 - 20 - 25 - 40 - 50 - 60 Гц. Якщо виникає генералізована реакція на певній частоті (нижній поріг): пропустіть решту серії і почніть знову з 60 Гц і зменшуйте частоту (60 - 50 - 40 - 25 Гц - ...), поки знову не виникне генералізована фотопароксизмальна реакція (верхній поріг). -Визначте чутливість РСП за допомогою окремих серій спалахів тривалістю 5 с кожна при заплюснених, розплюснених і відкритих очах. Якщо час обмежений, оберіть закриття очей за командою на початку серії спалахів і стимулюйте протягом 7 с на кожну частоту спалаху -спостерігайте за клінічними ознаками та тестуйте напади. Протипоказання: вагітність
Попросіть пацієнта моргнути, заплющити та розплющити очі на кілька секунд	На початку звичайної ЕЕГ У період неспання в кінці сну ЕЕГ (оцінка заднього домінуючого ритму). Дітям може знадобитися додаткове змикання очей.

Скорочення: ЕКГ - електрокардіографія; ЕМГ - електроміографія; ЕОГ - електроокулографія; ГВ - гіпервентиляція; МФКН - Міжнародна федерація клінічної нейрофізіології; ІФС - інтермітуюча фотостимуляція; МРТ магнітно-резонансна томографія.

aKasteleijn-N olst Trenité D, Rubboli G, Hirsch E, Martins da Silva A, Seri S, Wilkins A, et al: Оновлений європейський алгоритм візуальної стимуляції в лабораторії ЕЕГ. Епілепсія, 2012;53(1):16-24.

3.2.2 Електродний імпеданс

На додаток до візуального контролю якості сигналу, рекомендується перевіряти імпеданс електродів для шкіри голови на початку кожного запису ЕЕГ. Імпеданс нижче 100 Ом є неприйнятним, оскільки часто вказує на шунтування через сольовий місток на шкірі голови. Для зменшення впливу збурень і отримання імпедансу скальп-електроду нижче 5 кОм все ще необхідна абразія шкіри, але в невеликій підгрупі випадків вона не пропонується.³¹ Існують деякі докази того, що імпеданс скальп-електроду 10 кОм або вище є прийнятним, оскільки сучасні підсилювачі ЕЕГ мають відносно високий вхідний опір.^{31,36} У цих дослідженнях вимірювали лише амплітуду ЕЕГ-сигналу, амплітуду артефакту 60 Гц та здатність відтворювати викликані потенціали між електродами з різним опором. Досліджень якості ЕЕГ-сигналу, що сприймається експертами при використанні електродів з різним імпедансом, не проводилося. Електроди з вищим імпедансом можуть бути більш схильні до впливу поту, руху та артефактів, пов'язаних з вискакуванням електродів. Крім того, допущення значень імпедансу до 10 кОм збільшує ймовірність того, що виникне значний дисбаланс між імпедансами масиву електродів. Незбалансовані імпеданси можуть поставити під загрозу здатність підсилювача ЕЕГ відкидати однакові потенціали на парі електродів, посилюючи при цьому різні потенціали (відкидання синфазної моди). Тому рекомендуються значення імпедансу нижче 5 кОм, а значення імпедансу <10 кОм вважається прийнятним.

3.2.3 Налаштування запису та оцінки.

Для звичайної ЕЕГ у сучасній клінічній практиці частоти понад 100 Гц наразі не розглядаються як такі, що становлять клінічний інтерес. Це може змінитися в майбутньому, з розширенням використання комерційних систем зменшення артефактів, що використовують сліпе розділення джерел сигналу, які можуть працювати краще, якщо подавати ЕЕГ-сигнали з більш високим вмістом частоти сигналу. Теорема Найквіста визначає, що найвища вимірювана частота дорівнює половині частоти дискретизації. Наприклад, при частоті дискретизації 256 Гц найвища частота, яка може бути вирішена, становить 128 Гц. Насправді, через вирівнювання фаз, необхідно дискретно дискретизувати (оцифровувати) сигнал зі швидкістю, що принаймні в 2,5 рази перевищує найвищу частоту складової сигналу.⁴⁷ Тому, виходячи з досвіду експертів та частотного вмісту клінічно значущих сигналів ЕЕГ, пропонується мінімальна частота дискретизації становить 256 Гц.

Для візуалізації (відображення) рекомендована частота низькопрохідного (високочастотного) фільтра - 70 Гц, а частота високопрохідного (низькочастотного) фільтра - 0,5 Гц. Значення 7 мкВ/мм є рекомендованою роздільною здатністю дисплея, за винятком дитячих записів, для яких рекомендується 10 мкВ/мм. Рекомендується, щоб оцінювачі ЕЕГ могли самостійно змінювати коефіцієнт підсилення каналів, налаштовувати часову роздільну здатність, відображати карти напружності в певній точці, додавати та змінювати анотації під час перегляду, застосовувати режекторні фільтри, а також налаштовувати фільтри низьких та високих частот, якщо це є необхідним.

3.2.4 Зберігання даних та експорт

Ми рекомендуємо архівувати весь запис ЕЕГ, а також синхронізоване в часі відео, або весь запис, або відео тільки з клінічно значущих подій, бажано з резервною копією. Необхідно забезпечити належну політику безпеки даних. Ре-

комендується, щоб користувачі мали можливість експортувати дані ЕЕГ для досліджень у форматі Comma Separated Values (CSV) або European Data Format (EDF). IFCN співпрацює з Digital

Communication in Medicine (DICOM) над створенням сучасного формату для зберігання та обміну даними ЕЕГ, який стане доступним протягом наступних кількох років.⁴⁸

3.3 Тривалість запису

В результаті пошуку в базі даних було знайдено 156 статей, а також 19 додаткових статей з інших джерел. Після видалення дублікатів було відібрано 152 анотації. Сорок одна повнотекстова стаття була оцінена на відповідність критеріям прийнятності. Дванадцять статей, три з яких - керівництва з реєстрації ЕЕГ, були включені в якісний аналіз. Таблиця PRISMA включена в Додаток S4C.

Ми визначили дев'ять оригінальних досліджень, що відповідають критеріям, два з яких належать до категорії I^{49,50} і сім обсерваційних досліджень категорії II-I II⁵¹⁻⁵⁷. Характеристики досліджень узагальнені в Таблиці S3. Лише два дослідження категорії II оцінювали оптимальну тривалість ЕЕГ сну.^{51,54} Всі дослідження включали області QUADAS-2 з високим ризиком упередженості (Таблиця S4). Більшість досліджень мали високий ризик упередженості стандартів.

Попередні консенсусні рекомендації ILAE (Звіт Комісії з європейських справ: Підкомісія з європейських рекомендацій), Американського товариства клінічної нейрофізіології та Канадського товариства клінічних нейрофізіологів рекомендують щонайменше 20 хвилин технічно задовільного запису для рутинної ЕЕГ^{17,21,29} і 30 хвилин для ЕЕГ сну²¹

Дослідження I категорії у дітей та дорослих показало, що чутливість 15-хвилинної рутинної ЕЕГ порівняно з 25-хвилинною ЕЕГ для виявлення епілептиформних та неепілептиформних порушень становить 94,1% (довірчий інтервал [ДІ]: 88,7-97,4%), а специфічність - 99,3% (ДІ: 97,5-99,9%).⁴⁹ Чутливість 15-хвилинної ЕЕГ зростає, коли розглядаються тільки епілептиформні порушення (97,1%, ДІ: 92,6-99,2%). Автори оцінили 15-хвилинну рутинну ЕЕГ як економічно ефективну, але процедура запису повинна бути суворою, щоб також включати активації. Водночас, дослідження категорії II у дітей показало, що скорочення часу запису рутинної ЕЕГ з 20 до 15 хвилин може пропустити епілептиформні порушення у 2,36% (ДІ: 0,63-4,09%) ЕЕГ-досліджень.⁵² Найбільше ретроспективне дослідження II категорії, проведене в третинному епілептичному центрі, виявило значне зниження діагностичної цінності для записів тривалістю менше 20 хв.⁵⁴ Не було виявлено суттєвої різниці між цінністю 20- і 30-хвилинних рутинних ЕЕГ-досліджень або між цінністю 30- і 60-хвилинних ЕЕГ-досліджень уві сні у дорослих пацієнтів.

У дослідженні I категорії у дітей та дорослих міжприступні епілептиформні порушення стали помітними лише після перших 30 хвилин у 4,5% пацієнтів (81/1803).⁵⁰ Відносне збільшення частоти виявлення міжприступних епілептиформних порушень становило 19,1% (ДІ: 15,6-23%). Крім того, в дослідженні II категорії наявність епілептиформних порушень збільшився на 11% (p = 0,001) за рахунок подовження запису зі стандартних 20 хв до 40 хв.⁵⁵ У дослідженні II категорії спостерігали 51% епілептиформних порушень протягом 20 хв, 71% - протягом 30 хв і 93% - протягом 90 хв.⁵¹

3.3.1 Рекомендації

Якість доказів щодо оптимальної тривалості звичайної ЕЕГ та ЕЕГ уві сні є низькою. Тому наші рекомендації є відносними. Після проведення модифікованих дискусій Дельфі дійшли згоди в тому, щоб запропонувати тривалість 20 хв для рутинної ЕЕГ і 30 хв для ЕЕГ уві сні, без урахування підготовки (табл. 3).

Запис сну немовлят і дітей бажано проводити в період після годування, коли існує більша ймовірність засинання. На основі клінічного досвіду ми пропонуємо індивідуально відкоригувати час і тривалість запису, якщо це дозволить підвищити інформативність отриманих результатів.^{4,5} Резервування ранкового часу для пацієнтів з підозрою на ювенільну міоклонічну епілепсію, пріоритетність запису сну у пацієнтів з підозрою або діагнозом самообмеженої фокальної епілепсії дитячого віку або синдрому дитячих епілептичних спазмів, а також при підозрі на синдром дитячих епілептичних спазмів, продовження запису щонайменше на 10 хв після пробудження для збільшення ймовірності реєстрації епілептичних спазмів, ймовірно, збільшує інформативність ЕЕГ-дослідження.

3.4. Методи індукції сну

В результаті пошуку в базі даних було знайдено 360 статей, і ще 20 статей було знайдено з інших джерел. Після видалення дублікатів було відібрано 259 записів для аналізу. Шістдесят дев'ять повнотекстових статей були оцінені на відповідність критеріям. Сімнадцять досліджень відповідали критеріям прийнятності, а три з них - гайдлайни. Діаграма PRISMA наведена в Додатку S4D.

Усі дослідження, окрім одного, оцінювали ефективність індукції сну у дітей та молодих людей віком до 18 років.⁵⁸ Попередні гайдлайни з реєстрації ЕЕГ^{17,21,29} не рекомендують конкретного методу індукції сну у дорослих, але рекомендують природний сон у дітей,^{17,21} а якщо це не вдається, часткову депривацію сну або використання мелатоніну.²¹

Одне рандомізоване контрольоване дослідження (РКД) та три обсерваційні дослідження категорії II без суттєвих обмежень порівнювали записи ЕЕГ, де вдалося зареєструвати фазу сну після часткової депривації сну та без депривації сну у дітей та молодих людей (табл. S5-S8). У дослідження не були включені всі регіони ВООЗ. Вплив депривації сну на пацієнта, сім'ю та суспільство, найімовірніше, залежить від культурних особливостей. Жодне з досліджень не використовувало стресову 24-годинну депривацію сну. Десять досліджень, включаючи шість РКВ з високим ризиком упередженості та чотири обсерваційні дослідження з високим ризиком упередженості, вивчали ефективність мелатоніну чи іншого препарату, що індуктує сон (Таблиці S6-S11). Дослідження продемонстрували непослідовність і неточність через гетерогенні методи, невелику кількість досліджень і малий розмір вибірки в багатьох дослідженнях. Вважається, що можлива похибка публікацій щодо 24-годинної депривації сну та використання седативних препаратів, відмінних від мелатоніну, які були більш поширеними до 1990 року, але від них відмовилися через несприятливі наслідки.

Дані про побічні ефекти методів, що індукують сон, були оцінені в дев'яти дослідженнях з використанням препаратів, що викликають сон (Таблиці S9-S11). Однак дослідження мали серйозні обмеження (Таблиці S6-S7).

3.4.1 Ефективність індукції сну

Було показано, що часткова депривація сну збільшує ймовірність появи сну під час ЕЕГ^{9,13,14,59} (Таблиця S3).

Дослідження категорії I і категорії II показали, що мелатонін і часткова депривація сну однаково ефективні для індукції сну.^{60,61} Дослідження категорії II припустило, що мелатонін може бути більш ефективним у дітей молодшого віку від 1 до 4 років у порівнянні із дітьми старшого віку.⁶¹

Багатоцентрове дослідження категорії I виявило, що комбінація методів депривації сну та мелатоніну продемонстрували значно вищу ефективність для індукції сну, ніж кожен з методів окремо у пацієнтів дитячого віку.⁶² Також, менше дослідження категорії I виявило покращення якості сну, коли мелатонін поєднувався з частковою депривацією сну.⁶³

У дослідженні категорії I⁶⁰ латентний період до входження у фазу сну був значно коротшим при застосуванні мелатоніну (середня тривалість 21 хв) у порівнянні із частковою депривацією сну (середня тривалість 34 хв), але цей результат не був підтверджений іншим дослідженням I категорії.⁶³ Крім того, період засинання значно скорочувався при поєднанні мелатоніну з частковою депривацією сну порівняно з мелатоніном і лише частковою депривацією сну в дослідженні I категорії.⁶²

У жодному із включених досліджень не було виявлено різниці у частоті реєстрації епілептиформних патернів серед досліджуваних груп.

Значних побічних ефектів мелатоніну не було виявлено в обсерваційних дослідженнях категорії I та рандомізованих контрольованих дослідженнях, які систематично оцінювали їх у педіатричних пацієнтів.^{58,60,63,66} Недоліки депривації сну включали труднощі з утриманням дітей в стані бадьорості вночі та пробудженням вранці у 50% пацієнтів.⁶⁰ У двох дослідженнях генералізовані тоніко-клонічні напади виникли одночасно з депривацією сну у одного пацієнта.^{9,59}

Ми також зібрали дані про дозу мелатоніну, що використовувалася в дослідженнях, яка варіювалася від 2 мг до 10 мг. Немає досліджень присвяченим залежності гострого гіпнотичного або анксиолітичного ефектів мелатоніну від дози у дітей. У молодих здорових дорослих людей збільшення дози від 1 до 10 мг не продемонструвало значного зменшення тривалості періоду до настання сну або чи суб'єктивної сонливості.⁶⁴ Клінічна консенсусна рекомендація групи європейських дитячих неврологів пропонує дозу 1-3 мг за 30 хв до обстеження.⁶⁵

Немає жодних доказів переваги використання інших препаратів, що викликають сон, перед мелатоніном, в той час як потенційні переваги та побічні ефекти переважають (Таблиці S10, S11).^{58,66-70}

3.4.2 Рекомендації

Ми дійшли висновку, що якість доказовості ефективності часткової депривації сну для індукції сну під час запису ЕЕГ у дітей та молодих людей є помірною. Однак вона є дуже низькою для фармакологічних методів індукції сну через обмеження досліджень, неточність, спричинену невеликою кількістю досліджень і невеликими розмірами вибірок, а також побічні ефекти. Ми пропонуємо часткову депривацію сну як основний метод індукції сну у дорослих та дітей віком від 12 років, які можуть толерувати депривацію сну (Таблиця 3). Депривація сну є допустимим методом, не зважаючи на доступність ліків та персоналу, необхідного для введення препаратів. Приклад запропонованого протоколу

часткової депривації сну наведено в Таблиці 4. Однак важливо зазначити, що немає досліджень, які б оцінювали безпеку часткової або повної депривації сну для будь-якої вікової групи. Позбавлення сну може також спричинити значний дистрес для дитини та її сім'ї.

Мелатонін або депривація сну належать до основних методів індукції сну у дітей молодше 12 років (Таблиця 3). Якщо депривація сну або мелатонін не викликають засинання, то

слід подумати про використання комбінації обох методів. Ми також пропонуємо мелатонін як основний метод індукції сну у дітей та дорослих, які не реагують на часткову депривацію сну. Запропонована доза мелатоніну становить 1-3 мг, що вводиться за 30-60 хв до початку запису ЕЕГ. Якщо мелатонін недоступний на ринку, можна використовувати хлоралгідрат, якщо часткова депривація сну не призводить до засинання, при умові перебування пацієнта під наглядом.

ТАБЛИЦЯ 4 Запропонований протокол часткової депривації сну для електроенцефалографії сну (ЕЕГ) в ранковий час

Вікова група	Діти віком <6 років	Діти віком 6-12 років	Діти віком >12 років	Дорослі
Вказівки	Скоротіть час сну на 1-3 години або на ту кількість, яку ви вважаєте потрібною для того, щоб дитина могла заснути під час проведення ЕЕГ.	Лягайте спати на 2 години пізніше, ніж зазвичай, і прокидайтеся на 2 години раніше, ніж зазвичай. Після пробудження не спіть до проведення ЕЕГ.	Лягайте спати на 2 години пізніше, ніж зазвичай, але не пізніше 00:00. Згодом прокиньтесь о 04:00 і не спіть до моменту проведення ЕЕГ.	Лягайте спати о 00:00, спіть із 00:00 до 04:00 і не засинайте після 04:00 до проведення ЕЕГ.

3.5. Провокативні методи

В результаті пошуку в базі даних було знайдено 3483 записи, а також 13 статей з інших джерел. Після видалення дублікатів було відібрано 3049 тез. Сто двадцять вісім повних текстів статей були розглянуті на предмет прийнятності. Сорок два оригінальних дослідження і чотири гайдлайни^{17,21,29,71} були включені в огляд. Діаграма PRISMA наведена в Додатку S4E. Вісімнадцять обсерваційних досліджень оцінювали використання гіпервентильації (Таблиця S12), 24 - інтермітуючої фотостимуляції (ІФС) (Таблиця S13), а дев'ять досліджень⁷²⁻⁸⁰ порівнювали інші методи провокації з ІФС, гіпервентильацією та/або сном. У деяких дослідженнях вивчали кілька методів провокації. Усі дослідження мали високий ризик упередженості через обмеження як в індексних, так і в референтних тестах (Таблиці S14 і S15).

3.5.1 Гіпервентильація

Протокол та технічні стандарти

Ми знайшли лише два дослідження, які оцінювали протокол гіпервентильації.^{81,82} У дослідженні категорії I 16% епілептичних нападів, 30,4% інтеріктальних патологічних змін на ЕЕГ і 30% епілептиформних розрядів, спровокованих гіпервентильацією, були зареєстровані протягом останніх 2 хв 5-хвилинної гіпервентильації.⁸¹ З іншого боку, 85,5% абсансів були викликані протягом 1,5 хв гіпервентильації в дослідженні категорії III.⁸²

Більш ранні рекомендації щодо проведення ЕЕГ рекомендували щонайменше 3 хв гіпервентильації, яку слід продовжити або повторити при високій підозрі на типові абсанси.^{17,21,29}

Інформативність гіпервентильації

Ми знайшли три великі дослідження категорії I, які показали додаткову діагностичну цінність гіпервентильації.^{81,83,84} Гіпервентильація індукувала появу епілептиформних порушень, які не були присутні в часі запису фоновій ЕЕГ у 0,92% (3/326)⁸³ 1,1% (10/877),⁸¹ або 3,0% (95/3170)⁸⁴ дорослих і дитячих пацієнтів. Ці результати були підтверджені двома дослідженнями категорії II, в яких епілептиформні порушення повторно виникали лише під час гіпервентильації у 0,86% (5/580)⁸⁵ і 5,7% (8/141) пацієнтів.⁸⁶ У дослідженні категорії III у пацієнтів із вперше діагностованою епілепсією гіпервентильація спровокувала епілептиформні порушення, яких не було зареєстровано на фоновій ЕЕГ, у 7,7% (25/325) пацієнтів.⁸⁷ Найвищий показник був у пацієнтів ві-

ком від 1 до 19 років (10,3%). При аналізі записів ЕЕГ 100 здорових молодих чоловіків, гіпервентильація не викликала епілептиформної активності.⁸⁸

Значне збільшення частоти епілептиформних розрядів порівняно з вихідним рівнем було виявлено у 23,7% (14/59) пацієнтів з генетичною генералізованою епілепсією в дослідженні III категорії.⁷⁵

Безпека

У дослідженні I категорії, що оцінювало безпеку гіпервентильації, не було виявлено жодних значущих цереброваскулярних, серцево-судинних або респіраторних порушень.⁸⁴ Напади під час гіпервентильації були відносно рідкими. Два дослідження I категорії повідомили про напади, які були спровоковані гіпервентильацією у 2,2% (69/3170) і виключно шляхом гіпервентильації в 2,9% (25/877) пацієнтів звернулися на ЕЕГ з підозрою на епілепсію.^{81,84} Лише 1 з 3170 пацієнтів мав генералізовані тоніко-клонічні напади.⁸⁴ У випадковій вибірці 580 звітів рутинної ЕЕГ з гіпервентильацією II категорії дослідження, повідомлялося про напади, спровоковані гіпервентильацією 2,1% (12/580) записів.⁸⁵ Порівняна або нижча частота повідомлялося про судоми під час гіпервентильації у менших дослідженнях Категорії II та Категорії III, включаючи

Вузкоспектральні дослідження на хворих з генетичними генералізованими епілепсіями.^{76,86}

Три дослідження Категорії I виявили психогенні неепілептичні стани в 1,1% (10/877) і 0,9% (31/3475) пацієнтів,^{81,84} і в жодного (0/326)⁸³ під час гіпервентильації. Дослідження Категорії III показало підвищення частоти психогенних неепілептичних станів, коли пацієнти були повідомлені про потенційну можливість провокації нападу гіпервентильацією.

3.5.2 Інтермітуюча фотостимуляція

Протокол та технічні стандарти

Ми виявили лише два дослідження категорії II^{91,92} і одне дослідження категорії III⁹³, в яких оцінювали протокол ІФС. З 45 пацієнтів з фотопароксизмальною реакцією, у 24,4% вона виникала тільки при закриванні очей під час ІФС.⁹¹ Фотопароксизмальна реакція виникла у 8,0% (21/263) дітей, і у 45% пацієнтів відмічалися спалахи були виявлені після 9 секунд стимуляції, що призвело до рекомендації використовувати 10 або більше секунд для кожної частоти стимуляції.⁹² У світлочутливих пацієнтів діапазон світлочутливо-

сті для частот 25-60 Гц був значно вищим (максимальним) у стані «відкриті очі з дифузором» порівняно з «відкритими очима», «закритими очима» та «сильно заплющеними очима» ($p = 0,0002$).⁹³ Попередні настанови щодо ЕЕГ включають рекомендації Європейської експертної групи з методології фотостимуляції.⁷¹

Інформативність інтермітуючої фотостимуляції

Ми виявили одне дослідження категорії I, яке підтвердило діагностичну цінність ІФС.⁹⁴ Інтермітуюча фотостимуляція виявила генералізовані епілептиформні розряди, яких не було на ЕЕГ до стимуляції, у 1,5% (79/5383) пацієнтів, а корисну інформацію (епілептиформні розряди, епілептичні або неепілептичні напади) у 2,3% (122/5383) пацієнтів.⁹⁴

Ці результати перегукуються із результатами досліджень категорії II, де ІФС викликала генералізовані епілептиформні розряди (фотопароксизмальні реакції типу 4⁹⁵) як єдину епілептиформну активність у 0,68% (5/732) досліджень ЕЕГ⁸⁵ та епілептиформні порушення, що виникають лише при фотостимуляції (фотопароксизмальну відповідь) у 5,3% (12/226) досліджень ЕЕГ.⁸⁶ Для порівняння, у 0,32% (44/13658) кандидатів у військовослужбовців повітряних сил були виявлені епілептиформні порушення, що виникали лише при фотостимуляції.⁹⁶ З іншого боку, ІФС спровокувала єдині епілептиформні порушення зареєстровані у записах ЕЕГ, у 30,5% пацієнтів з генетичною (ідіопатичною) генералізованою епілепсією (віком від 14 до 17 років) у дослідженні III категорії.⁷⁵

Дослідження категорії III продемонструвало підвищення інформативності дослідження з ІФС у 3,7% (15/406) пацієнтів з вперше діагностованою епілепсією порівняно з реєстрацією ЕЕГ без та 16% при симптоматичній/криптогенній епілепсії.⁹⁷ Відносна частота відповіді типу 4 серед усіх реакцій фоточутливості була значно вищою при генетичній генералізованій епілепсії (59%), ніж при дитячій епілепсії з центрально-темпоральними спайками (38%). У загальнонаціональному дослідженні, проведеному у Великобританії, щорічна частота виявлення пацієнтів з епілепсією та генералізованими розрядами спайк-хвиль в часі проведення ІФС становила приблизно 1,1 на 100 000, що становить ~2% від усіх нових випадків епілепсії.⁹⁸

Безпека

У загальнонаціональному британському дослідженні категорії I у 0,72% (39/5383) пацієнтів реєстрували напади судом в часі проведення проби ІФС, включаючи генералізовані тоніко-клонічні напади у 0,04% пацієнтів.⁹⁴ У 0,9% (49/5383) пацієнтів ІФС спровокувала психогенні неепілептичні напади.⁹⁴ Відповідно, у двох дослідженнях II категорії повідомлялося про напади виключно під час ІФС у 0,53% (1/189) та 0,68% (5/732) пацієнтів.^{85,86} ІФС виклика епілептичні напади у 0,068% (4/5893) кандидатів у військовослужбовців повітряних сил, з яких у 3-ох із 4-ох випадків, напади були генералізованими тоніко-клонічними.⁹⁹ У дослідженні III категорії частота психогенних неепілептичних нападів значно зросла в часі проведення ІФС після інформування пацієнтів про потенційний ризик даної проби викликати судому; це спостерігалось як у пацієнтів виключно із психогенними неепілептичними нападами, так і у пацієнтів з психогенними неепілептичними та епілептичними нападами.⁹⁰ Зокрема, в поінформованій групі у 17,6% (6/34) пацієнтів психогенні неепілептичні напади були спровоковані ІФС, причому у двох третин (4/6) з них - виключно під час ІФС.

3.5.3 Інші провокаційні методи

Ми не знайшли доказів на підтримку стандартного використання інших методів провокації, окрім гіпервентиляції та ІФС, в рутинних записах ЕЕГ.⁷²⁻⁸⁰ Було визначено два основних показання до застосування інших методів провокації: генетичні генералізовані епілепсії з рефлекторним компонентом та фокальні епілепсії зі специфічним тригерами для виникнення нападів. У трьох обсерваційних дослідженнях категорії III порівнювали провокаційний вплив когнітивних завдань, депривації сну, ІФС та гіпервентиляції на інтеріктальні епілептиформні розряди при ювенільній міоклонічній епілепсії⁷²⁻⁷⁴ і в двох - при генетичній генералізованій епілепсії.^{75,76} Тривалість когнітивного тесту становила щонайменше 15 хв, і, як правило, більше 30 хв. Ефективність когнітивних завдань може перевищувати ефективність гіпервентиляції та ІФС, але не депривації сну.^{75,76} Напади під час когнітивного тестування не спостерігалися у двох дослідженнях,^{74,75} проте були зафіксовані у трьох інших.^{72,73,76} У пацієнтів з ювенільною міоклонічною епілепсією когнітивні завдання частіше провокували міоклонії, ніж звичайні методи провокації.^{72,73,76}

Інші дослідження категорії II-III вивчали провокаційний ефект стимуляції візуальними патернами у пацієнтів віком від 4 до 12 років⁷⁷, та у дітей з візуально індукованими нападами⁷⁸, нюхових стимулів при мезіальній скроневій епілепсії⁷⁹, що не підвищило діагностичну цінність рутинної ЕЕГ.

3.5.4 Рекомендації

Ми дійшли висновку, що рівень доказовості того, що гіпервентиляція провокує епілептиформні розряди, є помірною, незважаючи на всі обмеження проведених досліджень (три послідовних обсерваційних дослідження категорії I), але низькою для фотостимуляції та інших видів стимуляції. Наші рекомендації були сформульовані на основі модифікованих дискусій по методу Дельфі. Узагальнення інформації по методах провокації наведено в таблиці 3. Ми вважаємо, що у випадку відсутності протипоказань, гіпервентиляція, фотостимуляція, та фоновий запис при розплющених і заплющених очах, є частиною рутинної ЕЕГ або ЕЕГ уві сні. Прохання пацієнта покліпати, закрити і відкрити очі протягом декількох секунд документує артефакти, дозволяє оцінити задній домінуючий ритм і є провокаційним методом для визначення реактивності ЕЕГ до закривання очей.¹⁰⁰ Ми пропонуємо адаптувати методи активації і використовувати інші прості методи стимуляції, наприклад, дотик, раптові шуми або читання вголос складного тексту, якщо відомо, що вони провокують напади.⁴

Пацієнта та особу, яка за ним доглядає, слід заздалегідь проінформувати про потенційні переваги, а також про побічні ефекти активації, зокрема, напади судом та можливу втрату права керування автомобілем. Інформація може також збільшити частоту виникнення неепілептичних нападів. Пацієнт має право знати про можливість відмовитися від активації.

Технолог ЕЕГ несе відповідальність за безпеку пацієнта та якість запису, що вимагає постійного моніторингу за записом. Пацієнт повинен перебувати під безперервним наглядом під час повторного запису. ЕЕГ-технолог повинен мати можливість покликати на допомогу. Під час нападів бажано проводити тестування пацієнта за допомогою стандартизованого методу. Ми рекомендуємо використовувати спрощені версії протоколів ILAE та Національних гайдлайнів Велико-

британії для тестування пацієнтів під час нападів при довготривалому відеозаписі ЕЕГ (Таблиця 5).^{101,102} Для тестування потенційного абсансу під час генералізованого розряду спайк-хвиля тривалістю понад 3-4 секунди ми пропонуємо метод, запропонований робочою групою ILAE з нейрофізіології: «Роль ЕЕГ у діагностиці та класифікації синдромів епілепсії: інструмент для клінічної практики».⁴ ЕЕГ технолог дає прості команди або називає слова, коли генералізований розряд починається і триває протягом тривалості абсансу. Пацієнти спостерігають за спонтанною реакцією, а

після зникнення розряду їх запитують, що їм сказали.

У дорослих ми пропонуємо проводити ІФС перед гіпервентиляцією на початку ЕЕГ з інтервалом щонайменше 3 хвилини.⁷¹ Однак, якщо діагноз - генетично обумовлена епілепсія, бажано проводити активацію в кінці запису через більшу ймовірність виникнення нападів. ІФС часто підвищує рівень активності і знижує ймовірність засинання; гіпервентиляція має протилежний ефект.¹⁰³ Тому у дітей ми радимо проводити гіпервентиляцію на початку ЕЕГ сну, а ІФС - наприкінці.

ТАБЛИЦЯ 5 Запропонований протокол обстеження пацієнтів під час епілептичних нападів за-при проведенні рутинної ЕЕГ та під час сну.

Діти віком <6 років	Діти віком ≥ 6 років та дорослі
1. Назвіть пацієнта по імені	1. В першу чергу назвіть пацієнта по імені Якщо реагує, запитайте: «Що ти відчуваєш?» Якщо не реагує, доторкніться до руки
2. «З тобою все гаразд?»	2. «Підніми руки» Спочатку лише скажіть, 2) Якщо реакції немає, покажіть
3. «Підніми вгору обидві руки/як Супермен або доторкнися до іграшки правою та лівою рукою/поплескай». - Спочатку лише скажіть, 2) Якщо реакції немає, покажіть	3. «Повтори та запам'ятай наступні слова: кінь, стіл (наприклад)» 4. Після нападу запитайте: «В тебе був напад судом?» «Можеш описати що сталося?»
4. Після нападу запитайте: «Ти знаєш що трапилося щойно?»	«Що ти відчував одразу до/на початку нападу судом?» «Можеш повторити слова, які я тобі назвав/що я просив зробити?»

Для проведення тестування при підозрі на абсанс при тривалості пробіжки генералізованих розрядів спайк-хвиль тривалістю 3-4 с ми пропонуємо давати команди або називати слова, коли починається генералізований розряд і продовжувати протягом усієї тривалості абсансу. Спостерігають за спонтанною реакцією пацієнта і після закінчення розряду запитують, що їм було сказано.

Примітка: Перепробовано з Beniczky S, Neufeld M, Diehl B, Dobesberger J, Trinka E, Mameniskiene R, et al. Epilepsia. 2016;57(9). Wiley Periodicals, Inc. та Pressler R, Seri S, Kane N, Martland T, Goyal S, Iyer A та ін. Судоми. 2017;50.

Протокол гіпервентиляції

Пацієнта просять глибоко дихати 15-30 разів на хвилину протягом щонайменше 3 хв. У дітей для прискорення дихання використовують вітрячок. У деяких пацієнтів може виникнути оніміння або поколювання навколо рота та у пальцях; якщо це так, це не є причиною для припинення гіпервентиляції. ЕЕГ-технолог повинен заохочувати пацієнта і оцінювати дихальні зусилля як адекватні або неадекватні. У всіх групах пацієнтів бажано записати 2 хв ЕЕГ у стані неспання після гіпервентиляції. Протипоказаннями до гіпервентиляції є серповидноклітинна анемія або її ознаки; хвороба і синдром Мойя-Мойя; цереброваскулярні мальформації, включаючи аневризми, цереброваскулярні події протягом останніх 3 місяців, підвищений внутрішньочерепний тиск, інфаркт міокарда, серцеві аритмії та інші тяжкі форми серцевих розладів; тяжкі легеневі розлади; вагітність. Бажано, щоб перелік протипоказань був доступний для лікаря, який скеровує пацієнта, щоб він міг повідомити про наявні протипоказання. Як мінімум, у випадку очікування між скеруванням і проведенням ЕЕГ, лікар-технолог повинен запитати пацієнта про протипоказання і задокументувати відповідь.

Протокол переривчастої фотостимуляції

Ми пропонуємо проводити ІФС відповідно до настанови ILAE щодо переглянутої методології фотостимуляції під час запису ЕЕГ.⁷¹ Немає необхідності повторювати ІФС в часі одного і того ж запису ЕЕГ, якщо не було зареєстровано патологічних розрядів, патернів. Протипоказанням для проведення ІФС є вагітність через високий ризик виникнення судом.

3.6 Висновки

Звичайна ЕЕГ та ЕЕГ уві сні відіграють важливу роль у клінічній діагностиці епілепсії та демонструють ознаки дисфункції мозку в реальному часі. Однак, на загальний рівень доказовості стандартів запису рутинної ЕЕГ та ЕЕГ уві сні є низьким, що є важливим обмеженням. Ця стаття є другою спільною настановою IFCN та ILAE з ЕЕГ в додаток до нещодавно опублікованої статті «Мінімальні стандарти для стаціонарного довготривалого відеоелектроенцефалографічного моніторингу: Керівництво з клінічної практики Міжнародної ліги боротьби з епілепсією та Міжнародної федерації клінічної нейрофізіології».¹⁰⁴ Мінімальні стандарти узагальнюють наявні докази, засновані на систематичному огляді, і є першими глобальними стандартами для запису ЕЕГ, заснованими на експертному консенсусі (Таблиця 6). Хоча рекомендації є умовними, вони забезпечують непогані міжнародні стандарти для нових ЕЕГ-лабораторій і ставлять перед існуючими ЕЕГ-лабораторіями завдання оцінити свої протоколи та адаптувати стратегії впровадження рекомендацій до місцевого контексту.¹⁰⁵ У майбутньому необхідні подальші наукові розробки та дослідження діагностичної точності, а також дослідження щодо економічної ефективності рутинної ЕЕГ та ЕЕГ уві сні.

ТАБЛИЦЯ 6 Стислий виклад мінімальних стандартів для запису звичайної електроенцефалографії та електроенцефалографії уві сні

Показання до проведення планової ЕЕГ за попереднім записом включають показання, пов'язані з епілепсією, судомами, дисфункцією мозку та диференційною діагностикою, як зазначено в Таблиці 2.
Технічні стандарти наведені в Таблиці 3.
Тривалість ЕЕГ: рекомендується 20 хв для рутинної ЕЕГ та 30 хв для ЕЕГ уві сні без урахування підготовки. Запис сну немовлят і дітей доцільно планувати на постсприятельний період, коли є більша ймовірність засинання. Ми пропонуємо індивідуалізувати час і тривалість запису, якщо це дозволить підвищити інформативність запису. Призначення ранкового часу для пацієнтів з підозрою на ювенільну міоклонічну епілепсію, пріоритетність запису сну у пацієнтів з підозрою або діагнозом самолімітованої фокальної епілепсії дитячого віку або синдрому дитячих епілептичних спазмів, а також при підозрі на синдром дитячих епілептичних спазмів і продовження запису щонайменше на 10 хв після пробудження для збільшення ймовірності запису епілептичних спазмів, ймовірно, збільшують інформативність ЕЕГ.
Індукція сну: Часткова депривація сну пропонується як основний метод для дорослих і дітей віком від 12 років, які можуть дотриматися вимог депривації сну. Приклад запропонованого протоколу часткової депривації сну наведено в Таблиці 4. Однак важливо зазначити, що не існує досліджень, які б оцінювали безпеку часткової або повної депривації сну для будь-якої вікової групи. Депривація сну може також спричинити значний стрес для дитини та її родини. Мелатонін або депривація сну пропонуються як основні методи індукції сну у дітей молодше 12 років. Якщо депривація сну або мелатонін не можуть викликати сон, їх поєднання може бути більш ефективним. Мелатонін пропонується як основний метод індукції сну у дітей та дорослих, які не можуть дотриматися вимог часткової депривації сну. Рекомендована доза Мелатоніну становить 1-3 мг, що вводиться за 30-60 хв до початку запису ЕЕГ. Якщо мелатонін недоступний на ринку, можна використовувати хлоралгідрат, якщо часткова депривація сну не призводить до засинання і при цьому монітується безпека пацієнта.
Методи провокації: Гіпервентиляція, інтермітуюча фотостимуляція (ІФС), реєстрація ЕЕГ при відкритих і закритих очах, пропонуються, якщо немає протипоказань. Прохання пацієнта моргнути, заплющити і розплющити очі на кілька секунд документує артефакти, дозволяє оцінити задній домінуючий ритм і є провокаційними методами для визначення чутливості до закриття очей. Пропонується використовувати інші прості методи стимуляції, наприклад, дотик, раптові шуми або читання вголос складного тексту, якщо відомо, що вони провокують напади. У дорослих пропонується проводити ІФС перед гіпервентиляцією на початку ЕЕГ з інтервалом не менше 3 хв. Однак, якщо діагноз при скеруванні - генетична генералізована епілепсія, бажано робити активації в кінці запису через підвищену ймовірність виникнення нападів. ІФС часто підвищує рівень активності і знижує ймовірність засинання, а гіпервентиляція має протилежний ефект. Тому у дітей корисно проводити гіпервентиляцію на початку ЕЕГ сну, а ІФС - в кінці. Пацієнта та особу, яка за ним доглядає, слід заздалегідь поінформувати про потенційні переваги, а також про несприятливі наслідки активації, зокрема, судоми та потенційну втрату права керування автомобілем. Дана інформація може також збільшити частоту виникнення неепілептичних нападів. Пацієнт має право знати про право відмовитися від активацій. <i>Протоколи гіпервентиляції та ІФС</i> детально описані в таблиці 3. <i>Протипоказання для ІФС:</i> вагітність. <i>Протипоказаннями</i> для гіпервентиляції є серповидноклітинна анемія або ознака; хвороба і синдром Мойя-Мойя; цереброваскулярні мальформації, включно із аневризмами, інсультами протягом останніх 3 місяців, підвищення внутрішньочерепного тиску, інфаркт міокарда, серцеві аритмії та інші тяжкі форми серцевих порушень; тяжкі легеневі порушення; вагітність. Бажано, щоб список протипоказань був доступний для лікаря, який направляє пацієнта, щоб він міг повідомити про наявні протипоказання. Як мінімум, у разі перерви в часі між направленням і проведенням ЕЕГ, лікар-технолог повинен запитати пацієнта про протипоказання і задокументувати відповідь. Відповідальність ЕЕГ-технолога полягає в тому, щоб гарантувати безпеку пацієнта та якість запису, що вимагає безперервного моніторингу одного запису за раз. Пацієнт повинен перебувати під постійним наглядом під час запису. ЕЕГ-технолог повинен мати можливість покликати на допомогу. Під час нападів доцільно проводити тестування пацієнта за допомогою стандартизованого методу (табл. 5).

КОНФЛІКТ ІНТЕРЕСІВ

Шандор Бенічкі працював науковим консультантом компанії Epihunter та отримував гонорари від компанії Natus. Джонатан Халфорд (Jonathan J. Halford) працював радником правління CortiCare. Роніт М. Пресслер (Ronit M Pressler) є дослідником досліджень в UCB і виконує консультативну роботу для Kephala, Ірландія. Вона була доповідачем та/або членом консультативних рад компаній Natus, GW Pharmaceuticals, Eisai та UCB. Решта авторів не мають конфлікту інтересів.

ДОПОМІЖНА ІНФОРМАЦІЯ

Додаткову допоміжну інформацію можна знайти в Інтернеті в розділі «Допоміжна інформація» в кінці цієї статті.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/epi.17448>

Як цитувати цю статтю: Peltola ME, Leiting M, Halford JJ, Vinayan KP, Kobayashi K, Pressler RM та ін. Рутинна ЕЕГ

та ЕЕГ сну: Мінімальні стандарти запису Міжнародної федерації клінічної нейрофізіології та Міжнародної ліги боротьби з епілепсією. *Epilepsia*. 2023;64:602- 618. <https://doi.org/10.1111/epi.17448>

REFERENCES

- Beniczky S, Aurlien H, Brøgger JC, Hirsch LJ, Schomer DL, Trinka E, et al. Standardized computer-based organized reporting of EEG: SCORE –second version. *Clin Neurophysiol*. 2017;128(11):2334–46.
- Tatum WO, Rubboli G, Kaplan PW, Mirsatari SM, Radhakrishnan K, Gloss D, et al. Clinical utility of EEG in diagnosing and monitoring epilepsy in adults. *Clin Neurophysiol*. 2018;129(5):1056–82.
- Fisher RS, Acevedo C, Arzimanoglou A, Bogacz A, Cross JH, Elger CE, et al. ILAE official report: a practical clinical definition of epilepsy. *Epilepsia*. 2014;55(4):475–82.
- Koutroumanidis M, Arzimanoglou A, Caraballo R, Goyal S, Kaminska A, Laoprasert P, et al. The role of EEG in the diagnosis and classification of the epilepsy syndromes: a tool for clinical practice by the ILAE neurophysiology task

- force (part 1). *Epileptic Disord.* 2017;19(3):233–98.
5. Koutroumanidis M, Arzimanoglou A, Caraballo R, Goyal S, Kaminska A, Laoprasert P, et al. The role of EEG in the diagnosis and classification of the epilepsy syndromes: a tool for clinical practice by the ILAE neurophysiology task force (part 2). *Epileptic Disord.* 2017;19(4):385–437.
 6. Ng M, Pavlova M. Why are seizures rare in rapid eye movement sleep? Review of the frequency of seizures in different sleep stages. *Epilepsy Res Treat.* 2013;2013:1–10.
 7. Frauscher B, Gotman J. Sleep, oscillations, interictal discharges, and seizures in human focal epilepsy. *Neurobiol Dis.* 2019;127(Jan):545–53.
 8. Nobili L, de Weerd A, Rubboli G, Beniczky S, Derry C, Eriksson S, et al. Standard procedures for the diagnostic pathway of sleep-related epilepsies and comorbid sleep disorders: an EAN, ESRS and ILAE-Europe consensus review. *Eur J Neurol.* 2021;28(1):15–32.
 9. Carpay JA, De Weerd AW, Schimsheimer RJ, Stroink H, Brouwer OF, Peters ACB, et al. The diagnostic yield of a second EEG after partial sleep deprivation: a prospective study in children with newly diagnosed seizures. *Epilepsia.* 1997;38(5):595–9.
 10. Leach JP, Stephen LJ, Salveta C, Brodie MJ. Which electroencephalography (EEG) for epilepsy? The relative usefulness of different EEG protocols in patients with possible epilepsy. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2006;77(9):1040–2.
 11. Giorgi FS, Perini D, Maestri M, Guida M, Pizzanelli C, Caserta A, et al. Usefulness of a simple sleep-deprived EEG protocol for epilepsy diagnosis in de novo subjects. *Clin Neurophysiol.* 2013;124(11):2101–7.
 12. Meritam P, Gardella E, Alving J, Terney D, Cacic Hribljan M, Beniczky S. Diagnostic yield of standard-wake and sleep EEG recordings. *Clin Neurophysiol.* 2018;129(4):713–6.
 13. Gilbert DL, Deroos S, Bare MA. Does sleep or sleep deprivation increase epileptiform discharges in pediatric electroencephalograms? *Pediatrics.* 2004;114(3):658–62.
 14. DeRoos ST, Chillag KL, Keeler M, Gilbert DL. Effects of sleep deprivation on the pediatric electroencephalogram. *Pediatrics.* 2009;123(2):703–8.
 15. Salinsky M, Kanter R, Dasheiff RM. Effectiveness of multiple EEGs in supporting the diagnosis of epilepsy: an operational curve. *Epilepsia.* 1987;28(4):331–4.
 16. WHO. Laboratory quality management system: handbook. 1.1. Lyon: WHO Library Cataloguing-in-Publication Data; 2011. p. 1–247 https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44665/9789241548274_eng.pdf;jsessionid=47112FBB9D0C10B7019005D72360836F?sequence=1
 17. Flink R, Pedersen B, Guekht AB, Malmgren K, Michelucci R, Neville B, et al. Guidelines for the use of EEG methodology in the diagnosis of epilepsy. International league against epilepsy: commission report. Commission on European affairs: subcommission on European guidelines. *Acta Neurol Scand.* 2002;106(1):1–7.
 18. Beniczky S. The EpiCARE –a network for rare and complex epilepsies survey. Report on the availability and standard of EEG investigations across centres in EpiCARE. 2017; 1–8. https://epi-care.eu/wp-content/uploads/2021/04/WP4_D.4.1-deliverable-Report-on-availability-and-standard-of-EEG-investigations-across-centres-in-EpiCARE.pdf
 19. André-Obadia N, Sauleau P, Cheliout-Heraut F, Convers P, Debs R, Eisermann M, et al. Recommandations françaises sur l'électroencéphalogramme. *Neurophysiol Clin.* 2014;44(6):515–612.
 20. Tsuchida TN, Acharya JN, Halford JJ, Kuratani JD, Sinha SR, Stecker MM, et al. American clinical neurophysiology society: EEG guidelines introduction. *J Clin Neurophysiol.* 2016;33(4):301–2.
 21. Dash D, Dash C, Primrose S, Hernandez-Ronquillo L, Moien-Afshari F, Ladino LD, et al. Update on minimal standards for electroencephalography in Canada: a review by the Canadian Society of Clinical Neurophysiologists. *Can J Neurol Sci.* 2017;44(6):631–42.
 22. Gschwind M, van Mierlo P, Rüegg S. Little effort with big effect—implementing the new IFCN 2017 recommendations on standard EEGs. *Clin Neurophysiol.* 2018;129(11):2433–4.
 23. Sauro KM, Wiebe S, Perucca E, French J, Dunkley C, De Marinis A, et al. Developing clinical practice guidelines for epilepsy: a report from the ILAE epilepsy guidelines working group. *Epilepsia.* 2015;56(12):1859–69.
 24. Guyatt GH, Oxman AD, Vist G, Kunz R, Brozek J, Alonso-Coello P, et al. GRADE guidelines: 4. Rating the quality of evidence—study limitations (risk of bias). *J Clin Epidemiol.* 2011;64(4):407–15.
 25. Whiting PF, Rutjes AWS, Westwood ME, Mallett S, Deeks JJ, Reitsma JB, et al. QUADAS-2: a revised tool for the quality assessment of diagnostic accuracy studies. *Ann Intern Med.* 2011;155(8):529–161.
 26. Gronseth G, Cox J, Gloss D, Marillat S, Dittman J, Armstrong M, et al. Clinical practice guideline process manual. American Academy of Neurology. Minneapolis, MN: The American Academy of Neurology; 2017. p. 1–76.
 27. Dalkey N, Helmer O. An experimental application of the DELPHI method to the use of experts. *Manage Sci.* 1963;9(3):458–67.
 28. Benbadis SR, Beniczky S, Bertram E, Maciver S, Moshé SL. Seminar in Epileptology The role of EEG in patients with suspected epilepsy. *Epileptic Disord.* 2020;22(2):143–55.
 29. Sinha SR, Sullivan L, Sabau D, San-Juan D, Dombrowski KE, Halford JJ, et al. American clinical neurophysiology society guideline 1: minimum technical requirements for performing clinical electroencephalography. *J Clin Neurophysiol.* 2016;33(4):303–7.
 30. 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):2070–7.
 31. Ferree TC, Luu P, Russell GS, Tucker DM. Scalp electrode impedance, infection risk, and EEG data quality. *Clin Neurophysiol.* 2001;112(3):536–44.
 32. Rosenzweig I, Fogarasi A, Johnsen B, Alving J, Fabricius M, Scherg M, et al. Beyond the double banana: improved recognition of temporal lobe seizures in long-term EEG. *J Clin Neurophysiol.* 2014;31(1):1–9.
 33. Koessler L, Cecchin T, Vignal SCJ, Georgia V, Louis R, Maillard G, et al. Catching the invisible: mesial temporal source contribution to simultaneous EEG and SEEG recordings. *Brain Topogr.* 2015;28:5–20.
 34. Halford JJ, Schalkoff RJ, Satterfield KE, Martz GU, Kutluay E, Waters CG, et al. Comparison of a novel dry

- electrode headset to standard routine EEG in veterans. *J Clin Neurophysiol.* 2016;33(6):530–7.
35. Keller CM, McNeill D, Piper JT, Sinha SR. Use of subtemporal electrode chains and their contribution to Presurgical evaluation. *Neurodiagn J.* 2018;58(3):164–73.
 36. Kappenman E, Luck S. The effects of electrode impedance on data quality and statistical significance in ERP recordings. *Psychophysiology.* 2010;47(5):888–904.
 37. ASET position statement on skin safety during EEG procedures—a guideline to improving Outcomeo title. *Neurodiagn J.* 2016;56(4):296–300.
 38. ASET. Position Statement Skin Safety During EEG Procedures —A Guideline to Improving Outcome. 2016. [https://www.aset.org/wp-content/uploads/2022/01/Skin-Safety-During-EEG-Procedures --- Guideline-to-Improving-Outcome.pdf](https://www.aset.org/wp-content/uploads/2022/01/Skin-Safety-During-EEG-Procedures---Guideline-to-Improving-Outcome.pdf)
 39. Krauss GL, Lesser RP. Optimal use of EEG montages to identify inferior temporal epileptiform activity. *Clin Neurophysiol.* 2018;129(1):280–1.
 40. Bach Justesen A, Eskelund Johansen AB, Martinussen NI, Wasserman D, Terney D, Meritam P, et al. Added clinical value of the inferior temporal EEG electrode chain. *Clin Neurophysiol.* 2018;129(1):291–5.
 41. Bach Justesen A, Foged MT, Fabricius M, Skaarup C, Hamrouni N, Martens T, et al. Diagnostic yield of high-density versus low-density EEG: The effect of spatial sampling, timing and duration of recording. *Clin Neurophysiol.* 2019;130(11):2060–4.
 42. Mothersill IW, Hilfiker P, Krämer G. Twenty years of ictal EEG-EMG. *Epilepsia.* 2000;41 (SUPPL. 3):S19–23.
 43. Beniczky S, Conradsen I, Moldovan M, Jennum P, Fabricius M, Benedek K, et al. Quantitative analysis of surface electromyography during epileptic and nonepileptic convulsive seizures. *Epilepsia.* 2014;55(7):1128–34.
 44. Beniczky S, Conradsen I, Pressler R, Wolf P. Quantitative analysis of surface electromyography: biomarkers for convulsive seizures. *Clin Neurophysiol.* 2016;127(8):2900–7.
 45. Beniczky S, Conradsen I, Wolf P. Detection of convulsive seizures using surface electromyography. *Epilepsia.* 2018;59(December 2017):23–9.
 46. Berry RB, Quan SF, Abreu AR, Bibbs ML, DelRosso L, Harding SM, et al. The AASM manual for the scoring of sleep and associated events: rules, terminology and technical specifications. v2.6. American Academy of Sleep Medicine: Durien, IL; 2020.
 47. Srinivasan R, Tucker DMM. Estimating the spatial Nyquist of the human EEG. *Behav Res Methods, Instruments, Comput.* 1993;30(1):8–19.
 48. Halford JJ, Clunie DA, Brinkmann BH, Krefting D, Rémi J, Rosenow F, et al. Standardization of neurophysiology signal data into the DICOM® standard. *Clin Neurophysiol.* 2021;132(4):993–7.
 49. Reardon K, Scheffer I, Smith L, Jolley D, Horne M. How long should a routine EEG be? *J Clin Neurosci.* 1999;6(6):492–3.
 50. Burkholder DB, Britton JW, Rajasekaran V, Fabris RR, Cherian PJ, Kelly-Williams KM, et al. Routine vs extended outpatient EEG for the detection of interictal epileptiform discharges. *Neurology.* 2016;86(16):1524–30.
 51. Losey TE, Uber-Zak L. Time to first interictal epileptiform discharge in extended recording EEGs. *J Clin Neurophysiol.* 2008;25(6):357–60.
 52. Agbenu J, Newton RW, Martland T, Ismayl O, Hargreaves S. Effect of reducing the recording time of standard EEGs on the detection of EEG-abnormalities in the management of the epilepsies of childhood. *Seizure.* 2012;21(6):422–5.
 53. Lee CH, Lim SN, Lien F, Wu T. Duration of electroencephalographic recordings in patients with epilepsy. *Seizure.* 2013;22(6):438–42.
 54. Craciun L, Gardella E, Alving J, Terney D, Mindruta I, Zarubova J, et al. How long shall we record electroencephalography? *Acta Neurol Scand.* 2014;129(2):9–11.
 55. Miskin C, Carvalho KS, Valencia I, Legido A, Khurana DS. EEG duration: The long and the short of it. *J Child Neurol.* 2015;30(13):1767–9.
 56. Doudoux H, Skaare K, Geay T, Kahane P, Bosson JL, Sabourdy C, et al. How long should routine EEG Be recorded to get relevant information? *Clin EEG Neurosci.* 2018;49(5):335–41.
 57. Mahuwalla Z, Ahmadi S, Bozoky Z, Hays R, Agostini M, Ding K. Diagnostic yield of 2-hour EEG is similar with 30-minute EEG in patients with a Normal 30-minute EEG. *J Clin Neurophysiol.* 2019;36(3):204–8.
 58. Milstein V, Small JG, Spencer DW. Melatonin for sleep EEG. *Clin EEG Neurosci.* 1998;29(1):49–53.
 59. Liamsuwan S, Grattan-Smith P, Fagan E, Bleasel A, Antony J. The value of partial sleep deprivation as a routine measure in pediatric electroencephalography. *J Child Neurol.* 2000;15(1):26–9.
 60. Wassmer E, Carter PFB, Quinn E, McLean N, Welsh G, Seri S, et al. Melatonin is useful for recording sleep EEGs: a prospective audit of outcome. *Dev Med Child Neurol.* 2001;43(11):735–8.
 61. Gustafsson G, Broström A, Ulander M, Vrethem M, Svanborg E. Occurrence of epileptiform discharges and sleep during EEG recordings in children after melatonin intake versus sleep-deprivation. *Clin Neurophysiol.* 2015;126(8):1493–7.
 62. Alix JJP, Kandler RH, Pang C, Stavroulakis T, Catania S. Sleep deprivation and melatonin for inducing sleep in paediatric electroencephalography: a prospective multicentre service evaluation. *Dev Med Child Neurol.* 2019;61(2):181–5.
 63. Sander J, Shamdeen MG, Gottschling S, Gortner L, Gräber S, Meyer S. Melatonin does not influence sleep deprivation electroencephalogram recordings in children. *Eur J Pediatr.* 2012;171(4):675–9. 15281167, 2023,
 64. Dollins AB, Zhdanova IV, Wurtman RJ, Lynch HJ, Deng MH. Effect of inducing nocturnal serum melatonin concentrations in daytime on sleep, mood, body temperature, and performance. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 1994;91(5):1824–8.
 65. Bruni O, Alonso-Alconada D, Besag F, Biran V, Braam W, Cortese S, et al. Current role of melatonin in pediatric neurology: clinical recommendations. *Eur J Paediatr Neurol.* 2015;19(2):122–33.
 66. Fallah R, Yadegari Y, Behdad S, Karbasi SA. Melatonin and intravenous midazolam administered orally in drug induced sleep electroencephalography of children: randomized clinical trial of efficacy. *Arch Iran Med.* 2014;17(11):741–5.
 67. Sezer T, Alehan F. Chloral hydrate versus hydroxyzine

- HCL for sedation prior to pediatric sleep EEG recording. *Int J Neurosci*. 2013;123(10):719–23.
68. Bektas O, Arica B, Teber S, Yilmaz A, Zeybek H, Kaymak S, et al. Chloral hydrate and/or hydroxyzine for sedation in pediatric EEG recording. *Brain Dev*. 2014;36(2):130–6.
69. Gumus H, Bayram AK, Poyrazoglu HG, Canpolat DG, Per H, Canpolat M, et al. Comparison of effects of different Dexmedetomidine and chloral hydrate doses used in sedation on electroencephalography in pediatric patients. *J Child Neurol*. 2015;30(8):983–8.
70. Fallah R, Alaei A, Akhavan Karbasi S, Shajari A. Chloral hydrate, chloral hydrate–promethazine and chloral hydrate–hydroxyzine efficacy in electroencephalography sedation. *Indian J Pediatr*. 2014;81(6):541–6.
71. Kasteleijn-Nolst Trenité D, Rubboli G, Hirsch E, Martins Da Silva A, 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.
72. Guaranha MSB, Da Silva SP, De Araújo-Filho GM, Lin K, Guilhoto LMFF, Caboclo LOSF, et al. Provocative and inhibitory effects of a video-EEG neuropsychologic protocol in juvenile myoclonic epilepsy. *Epilepsia*. 2009;50(11):2446–55.
73. Beniczky S, Guaranha MSB, Conradsen I, Singh MB, Rutar V, Lorber B, et al. Modulation of epileptiform EEG discharges in juvenile myoclonic epilepsy: an investigation of reflex epileptic traits. *Epilepsia*. 2012;53(5):832–9.
74. Dhamija K, Chaudhry N, Puri V. Modulation of epileptiform EEG discharges in patients with JME. *Seizure*. 2018;60(Feb):13 9–43.
75. Gelžiniene G, Endziniene M, Jurkevičiene G. EEG activation by neuropsychological tasks in idiopathic generalized epilepsy of adolescence. *Brain Dev*. 2015;37(4):409–17.
76. De Marchi LR, Corso JT, Zetehaku AC, Uchida CGP, Guaranha MSB, Yacubian EMT. Efficacy and safety of a video-EEG protocol for genetic generalized epilepsies. *Epilepsy Behav*. 2017;70:187–92.
77. El Shakankiry HM, Kader AAA. Pattern sensitivity: a missed part of the diagnosis. *Neuropsychiatr Dis Treat*. 2012;8:313–9.
78. Brinciotti M, Matricardi M, Pelliccia A, Trasatti G. Pattern sensitivity and photosensitivity in epileptic children with visually induced seizures. *Epilepsia*. 1994;35(4):842–9.
79. Lunardi MS, Lin K, Mameniskienė R, Beniczky S, Bogacz A, Braga P, et al. Olfactory stimulation induces delayed responses in epilepsy. *Epilepsy Behav*. 2016;61:90–6.
80. Sevgi EB, Saygi S, Ciger A. Eye closure sensitivity and epileptic syndromes: a retrospective study of 26 adult cases. *Seizure*. 2007;16(1):17–21.
81. Craciun L, Varga ET, Mindruta I, Meritam P, Horváth Z, Terney D, et al. Diagnostic yield of five minutes compared to three minutes hyperventilation during electroencephalography. *Seizure*. 2015;30:90–2.
82. Waternberg N, Farkash M, Har-Gil M, Sezer T, Goldberg-Stern H, Alehan F. Hyperventilation during routine electroencephalography: are three minutes really necessary? *Pediatr Neurol*. 2015;52(4):410–3.
83. Siddiqui SR, Zafar A, Khan FS, Shaheen M. Effect of hyperventilation on electroencephalographic activity. *J Pak Med Assoc*. 2011;61(9):850–2.
84. Kane N, Grocott L, Kandler R, Lawrence S, Pang C. Hyperventilation during electroencephalography: safety and efficacy. *Seizure*. 2014;23(2):129–34.
85. Angus-Leppan H. Seizures and adverse events during routine scalp electroencephalography: a clinical and EEG analysis of 1000 records. *Clin Neurophysiol*. 2007;118(1):22–30.
86. Ahdab R, Riachi N. Reexamining the added value of intermittent photic stimulation and hyperventilation in routine EEG practice. *Eur Neurol*. 2014;71(1–2): 93–8.
87. Baldin E, Hauser WA, Buchhalter JR, Hesdorffer DC, Ottman R. Utility of EEG activation procedures in epilepsy: a population-based study. *J Clin Neurophysiol*. 2017;34(6):512–9.
88. Jabbari B, Russo MB, Russo ML. Electroencephalogram of asymptomatic adult subjects. *Clin Neurophysiol*. 2000;111(1):102–5.
89. Raybarman C. Is hyperventilation an effective “activating” procedure in routine clinical EEG studies in children? *J Child Neurol*. 2009;24(10):1294–5.
90. Hoepner R, Labudda K, Schoendienst M, May TW, Bien CG, Brandt C. Informing patients about the impact of provocation methods increases the rate of psychogenic nonepileptic seizures during EEG recording. *Epilepsy Behav*. 2013;28(3):457–9.
91. de Falco FA, Roberti R, Florio C, Franzese G. Photoparoxysmal response on eye closure in photosensitive patients. *Acta Neurol (Napoli)*. 1992;14(4–6): 290–6.
92. Nagarajan L, Kulkarni A, Palumbo-Clark L, Gregory PB, Walsh PJ, Gubbay SS, et al. Photoparoxysmal responses in children: their characteristics and clinical correlates. *Pediatr Neurol*. 2003;29(3):222–6.
93. Leijten FSS, Dekker E, Spekrijse H, Kasteleijn-Nolst Trenité DGA, Van Emde BW. Light diffusion in photosensitive epilepsy. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1998;106(5):387–91.
94. Whitehead K, Sherratt M, Kandler R, Lawrence S, Pang C. Photic stimulation during electroencephalography: efficacy and safety in an unselected cohort of patients referred to UK neurophysiology departments. *Seizure*. 2016;34:29–34.
95. Waltz S, Christen H, Doose H. The different patterns of the photoparoxysmal response—a genetic study. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1992;83(2):138–45.
96. Gregory RP, Oates T, Merry RTG. Electroencephalogram epileptiform abnormalities in candidates for aircrew training. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1993;86(1):75–7.
97. Lu Y, Waltz S, Stenzel K, Muhle H, Stephani U. Photosensitivity in epileptic syndromes of childhood and adolescence. *Epileptic Disord*. 2008;10(2):136–43.
98. Quirk JA, Fish DR, Smith SJM, Sander JWAS, Shorvon SD, Allen PJ. Incidence of photosensitive epilepsy: a prospective national study. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1995;95(4):260–7.
99. Trojaborg W. EEG abnormalities in 5,893 jet pilot applicants registered in a 20-year period. *Clin EEG Neurosci*. 1992;23(2):72–8.
100. Wolf P. Reflex epileptic mechanisms in humans: lessons about natural ictogenesis. *Epilepsy Behav*. 2017;71:118–23.
101. Beniczky S, Neufeld M, Diehl B, Dobesberger J, Trinka E, Mameniskienė 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):1363–8.
102. Pressler RM, Seri S, Kane N, Martland T, Goyal S, Iyer A, et al. Consensus-based guidelines for video EEG monitoring in the pre-surgical evaluation of children with epilepsy in the UK. *Seizure*. 2017;50:6–11.
103. Kaleyias J, Kothare SV, Pelkey M, Harrison G, Legido A, Khurana DS. Achieving sleep state during EEG in children; sequence of activation procedures. *Clin Neurophysiol*. 2006;117(7):1582–4.
104. Tatum WO, Mani J, Jin K, Halford JJ, Gloss D, Fahoum F, et al. Minimum standards for inpatient long-term video-EEG monitoring: a clinical practice guideline of the international league against epilepsy and international federation of clinical neurophysiology. *Clin Neurophysiol*. 2022;134:111–28.
105. Harrison MB, Légaré F, Graham ID, Fervers B. Adapting clinical practice guidelines to local context and assessing barriers to their use. *CMAJ*. 2010;182(2):E78–84.

ДОПОМІЖНА ІНФОРМАЦІЯ

Додаткову допоміжну інформацію можна знайти в онлайн-версії статті на сайті видавництва. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/epi.17448>

Translation - Translation agency LLC «MOVA-SVIT” <https://movasvit.com/about/>

Verification of the translation – Taras Studeniak, Olha Tychkivska.

Independent expert of the verification – Andriy Dubenko.