

УДК 616-073.7: 616.8-009.83.004.67: 616.831-001-036.17

О. В. Кулик

ПРИКЛАДНА ІНФОРМАТИВНІСТЬ РУТИННОЇ ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАФІЇ В ДИНАМІЦІ ВІДНОВЛЕННЯ СВІДОМОСТІ В ПОСТКОМАТОЗНОМУ ПЕРІОДІ ТЯЖКОЇ ЧЕРЕПНО-МОЗКОВОЇ ТРАВМИ

О. В. Кулик

Прикладная информативность рутинной электроэнцефалографии
в динамике восстановления сознания в посткоматозном периоде тяжелой черепно-мозговой травмы

O. V. Kulyk

Applied informativeness of routine electroencephalography in the dynamics of recovery of consciousness
in the post-coma period of severe traumatic brain injury

В основу роботи покладено аналіз 220 хворих з травматичними посткоматозними розладами свідомості. Дослідження присвячене питанням рутинної електроенцефалографічної діагностики стадій відновлення свідомості за Доброхотовою Т. А. після тривалої посттравматичної коми в процесі реабілітаційного маршруту. У ній розкриваються особливості ключових візуальних властивостей електроенцефалографії (ЕЕГ), залежно від стадії посткоматозної свідомості. Проведений аналіз маловивчених та спірних донині питань щодо високоінформативних показників, які найбільше корелюють з динамікою переходу на вищі стадії синдромів порушеної свідомості, а також описано залежність прояву епілептиформного синдрому від тих чи тих зареєстрованих ЕЕГ-паттернів на кожній із стадій відновлення. На ґрунті отриманих даних зроблено висновки про те, що рутинна ЕЕГ з її візуальними характеристиками ЕЕГ-паттернів та базовими частотно-амплітудними інструментами аналізу вихідного сигналу та іншими «скромними», за сучасними мірками, діагностичними можливостями і досі залишається інформативним методом обстеження пацієнтів з тяжкою черепно-мозковою травмою.

Ключові слова: електроенцефалографія, черепно-мозкова травма, посткоматозні порушення свідомості, паттерни ЕЕГ, рутинна ЕЕГ

В основу работы положен анализ 220 больных с травматическими посткоматозными расстройствами сознания. Исследование посвящено вопросам рутинной электроэнцефалографической диагностики стадий восстановления сознания по Доброхотовой Т. А. после длительной посттравматической комы в процессе реабилитационного маршрута. В ней раскрываются особенности ключевых визуальных свойств электроэнцефалографии (ЭЭГ), в зависимости от стадии посткоматозного сознания. Проведен анализ малоизученных и спорных до сих пор вопросов высокоинформативных показателей, наиболее коррелирующих с динамикой перехода на более высокие стадии синдромов нарушенного сознания, а также описана зависимость проявления эпилептиформного синдрома от тех или иных зарегистрированных ЭЭГ-паттернов на каждой из стадий восстановления. На основе полученных данных сделаны выводы о том, что рутинная ЭЭГ с ее визуальными характеристиками ЭЭГ-паттернов и базовыми частотно-амплитудными инструментами анализа исходного сигнала и другими «скромными», по современным меркам, диагностическими возможностями до сих пор остается информативным методом обследования пациентов с тяжелой черепно-мозговой травмой.

Ключевые слова: электроэнцефалография, черепно-мозговая травма, посткоматозные нарушения сознания, паттерны ЭЭГ, рутинная ЭЭГ

The work is based on the analysis of 220 patients with traumatic post-coma disorders of consciousness. The research is devoted to the routine electroencephalographic diagnostics of the stages of consciousness recovery with Dobrokhotova T. A. after a long-term post-traumatic coma during the rehabilitation route. It reveals the features of the key visual properties of the electroencephalography (EEG), depending on the stage of post-coma consciousness. The analysis of poorly researched and controversial issues concerning highly informative indicators that are fully correlated with the dynamics of transition to higher stages of impaired consciousness syndromes is analyzed and the dependence of the manifestation of epileptiform syndrome on those or other registered EEG patterns at each of the recovery stages is described. On the basis of the obtained data it was concluded that the routine EEG with its visual characteristics of EEG patterns and the basic frequency-amplitude analysis tools of the original signal and other "modest" by modern standards diagnostic capabilities, is still an informative method for examining patients with severe traumatic brain injury.

Key words: electroencephalography, traumatic brain injury, post-coma disorders of consciousness, EEG patterns, routine EEG

Останнім часом інтерес до можливостей комп'ютерної електроенцефалографії (ЕЕГ) в діагностиці синдромів тривалого порушення свідомості після тяжкої черепно-мозкової травми знову помітно посилюється [17, 20]. Не дивно, що стрибок інформаційних технологій та робототехніки з різними моделями штучного інтелекту збігся з періодом «занурення» зацікавленої наукової спільноти саме в кількісні багаторозмірні лінійні та нелінійні властивості ЕЕГ [10, 16]. Однак в арсеналі практикуючого лікаря рутинна ЕЕГ з її візуальними характеристиками ЕЕГ-паттернів та базовими частотно-амплітудними інструментами аналізу вихідного сигналу та іншими «скромними», за сучасними мірками, діагностичними можливостями і досі залишається інформативним методом обстеження пацієнтів з тяжкою черепно-мозковою травмою (ЧМТ) [15].

© Кулик О. В., 2018

Загальнопоширеною є думка, що характер, вираженість та стійкість змін на комп'ютерній ЕЕГ залежать від тяжкості ЧМТ та наявності локальних чи загально-мозкових змін або їх комбінації. Однак при струсі головного мозку під час втрати свідомості спостерігаються зміни біоелектричної активності головного мозку, аналогічні до тих, які є типовими для посттравматичної коми, адже мали вигляд генералізованих, як правило, білатерально-синхронних повільних θ -хвиль чи α -хвиль з амплітудою до 50—60 мкВ [8].

Інші автори зазначають, що динамічні особливості паттерну ЕЕГ дозволяють охарактеризувати тяжкість поточного стану пацієнта, виявити структури мозку з найбільш вираженою дисфункцією, визначити зону локального коркового пошкодження, а також загальну спрямованість розвитку травматичної хвороби. Крім того вони вказують, що характерними ЕЕГ-ознаками для ранніх посткоматозних станів є порушення просторової

організації, відсутність, або суттєва редукція домінуючого в нормі α -ритму — при посиленні повільних δ -, θ - або, навпаки, високочастотних β -складових макроколивань. Генератори патологічних видів активності при цьому локалізувалися в стовбурових, підкіркових і базальних структурах мозку [14].

Наприклад, для вегетативного стану властиві EEG-паттерни з переважанням повільних ритмічних коливань, іноді — у вигляді спалахів стовбурового характеру. При різних стадіях мутизму більш типовий варіант EEG — із сплосченням малюнка і посиленням вираженості θ - і β -коливань.

Ці дані дозволяють стверджувати, що є певна специфічність системної організації нейродинамічних систем при різних типах синдромів посткоматозного порушення свідомості після тяжкої ЧМТ [1, 5, 12], що, безумовно, розширює наші уявлення про роботу пошкодженого мозку, але мало що змінює для конкретного пацієнта на практиці [19]. У цьому контексті проведення подальших досліджень за допомогою навіть рутинної комп'ютерної EEG може бути особливо корисним для оцінення рівня порушення свідомості та її динаміки відновлення після тяжкої ЧМТ.

Мета дослідження — вивчити особливості властивостей рутинної комп'ютерної електроенцефалографії у хворих з посттравматичними посткоматозними станами, залежно від стадій порушеної свідомості за класифікацією Доброхотової Т. А., 1985.

В основу роботи покладено аналіз 220-ти хворих з травматичними посткоматозними розладами свідомості, які обстежувалися і проходили курси нейрореабілітаційного лікування в ДУ «Інститут нейрохірургії ім. акад. А. П. Ромоданова НАМН України» та в ТОВ «Науково-практичний центр нейрореабілітації «Нодус» з січня 2007 по липень 2018 року включно.

Комп'ютерні електроенцефалографічні дослідження (КЕЕГ) виконували на багатофункціональному комп'ютерному комплексі «Нейро-МВП-4» («Нейрософт», Харків, Україна, монтаж 10—20) в усіх без винятку хворих (100 %, $N = 220$) в визначені контрольні точки реабілітаційного маршруту, а також під час окремих занять, як-от, наприклад, вертикалізаційні заняття, чи спеціалізованих процедур зорової та слухової стимуляції головного мозку. Проте, у разі, коли пацієнт достроково досягав того чи іншого рівня посткоматозного синдрому відновлення свідомості, або «зависав» на якомусь етапі більше, а ніж прогнозувалося, виникала потреба додаткових КЕЕГ обстежень. Найчастіше (36,8 %, $n = 81$) для цього використовували холтер-ЕЕГ-моніторинг протягом 24 годин.

Для візуальної характеристики EEG використовували тільки нативні криві EEG, виокремивши попередньо усі артефакти.

Усього виконано 896 КЕЕГ, що складає в середньому 4 дослідження на одного хворого.

91,4 % ($n = 201$; $N = 220$) пацієнтів були праворукими (11 — переучені на праворуких), а 8,6 % ($n = 19$; $N = 220$) — ліворукими.

Рівень посткоматозної свідомості визначали за шкалою виходу ком Глазго та класифікацією Доброхотової Т. А., 1985 [6] на початку та в процесі реабілітаційного маршруту.

В межах групи синдромів за Доброхотовою Т. А., по-стадійні EEG-властивості, які були зафіксовані з різною вираженістю, однак проявляли схожі кореляції не тільки з конкретною стадією, а і найближчими «сусідніми» стадіями того ж самого синдрому (від $r \geq 0,75$ до $r < 0,85$),

сформували численний ряд кореляційних пар ознак $\Sigma(n_1 \dots n_n) = 847$.

Враховуючи великий вплив суб'єктивізму [7] на «лінійний» аналіз КЕЕГ, особливо — інтерпретацію візуальних властивостей, з метою максимальної об'єктивізації і подальшої систематизації, а також виокремлення найбільш значимих EEG-характеристик, з яких чимало вже докладно описані в літературі [3, 4, 9, 11, 13] розраховували інформативність (чутливість, специфічність) та інтегральний індекс відтворюваності (ІІВ) [2, 18]; ІІВ — це відношення кількості повторів окремих EEG-властивостей, виявлених у числі вибірки n в кількості досліджень N за час t , виражене у відсотках.

Якщо зареєстровані у цих хворих EEG-властивості володіли високою кореляцією ($r \geq 0,75$) з клінічною картиною синдрому і мали інформативність: чутливість, специфічність не нижчу як 70 %, вони претендували бути віднесені до синдромних властивостей EEG. Вирішальне значення для остаточного відбору таких особливостей серед кореляційних пар ознак з високою кореляцією мав саме ІІВ тих чи тих EEG-властивостей у різних пацієнтів, котрі проходять ті ж самі стадії відновлення свідомості. Нижня межа ІІВ, що мала кореляційний зв'язок з синдромом $r \geq 0,75$, становила 10,3 %. Ознаки, ІІВ яких був меншим за 10,3 %, відхиляли. В зв'язку з цим кінцевий перелік найбільш властивих лінійних ознак суттєво зменшився.

Топографію і вираженість ушкодження мозку визначали за допомогою методів нейровізуалізації (комп'ютерна томографія — КТ та магнітно-резонансна томографія — МРТ) під час надходження пацієнтів на відновне лікування та реабілітацію, а також в динаміці. В усіх хворих неодноразово виконані лабораторні біохімічні дослідження, проведені консультації суміжних спеціалістів.

Статистичне оброблення отриманих даних проводили з використанням пакету прикладних програм Statistica 6" пакету комп'ютерного аналізу Office Excel 2016, вибіркового методу: вибіркової середньої, похибки середньої; для визначення вірогідності різниці між групами — непараметричні методи: критерій χ^2 для порівняння якісних показників та t -критерій для порівняння кількісних параметрів; для порівняння двох незалежних груп — метод Манна — Уїтні.

У 100 % ($N = 220$) пацієнтів візуальні EEG-властивості виявилися найбільш неоднорідними та численними за кількістю різноманітних комбінацій. Їх широкий діапазон індивідуалізації в динаміці травматичної хвороби і, одночасно, явні закономірності та спільні риси паттернів потребували максимальної об'єктивності і обґрунтованого пояснення. Через що, використовуючи вище описаний принцип відбору ознак з найвищою кореляцією та інформативністю, ґрунтуючись на їх ІІВ, створили постадійний градієнтний (від більшого показника до меншого) розподіл відібраних візуальних властивостей EEG (таблиця).

Як свідчать отримані дані, деякі стадії мають декілька відібраних EEG-ознак з «прохідним» ІІВ, тоді коли інші — лише одну. Випадків належності ознаки до різних стадій синдрому не виявлено. EEG-еквівалентні паттерни біоелектричної активності (БЕА) головного мозку, виходячи з феномену перебудови ритміки в часі і градієнтного зменшення інтегральних індексів $\delta + \theta/\alpha + \beta$, δ/α , вказують на те, що у досліджуваних хворих відновний електрогенез відбувається так само стадійно. Тому реєстрація вище згаданих EEG-властивостей на фоні їх клінічних корелят може бути ототожнена з досягненням того чи того рівня поліпшень чи, навпаки, — погіршень.

Градiєнтний розподіл візуальних EEG-показників залежно від стадії синдрому посткоматозного порушення свідомості та ІІВ

Стадії синдромів	Візуальні специфічні, неспецифічні паттерни, зональні амплітудно-частотні градiєнтні характеристики, включаючи на зміну середовища/подразника	ІІВ, %		
1 — BC (N = 220)	FIRDA-активність + пароксизмальна активність, частіше з однотипними комплексами «спайк — повільна хвиля»	82		
	Виражена резистентна дифузна повільна активність δ-діапазону переважно в центральних, центрально-тім'яних відділах, відсутність α-ритму	73		
	Високоамплітудні повільні хвилі в θ-, δ-діапазоні, що чергуються з періодами «спалах — пригнічення» аперіодичними інтервалами до 5 с	67		
	Поліфазні гострі хвилі частотою 3 Гц, повільні хвилі 120—170 мкВ з наступним декрементом амплітуди до 80 мкВ	57		
	Генералізована білатеральна синхронна δ-активність, яка не депресувала при відкритих очах, больових стимулах	38		
	Мономорфний α-ритм + пароксизмальна активність, майже відсутній градiєнт α-ритму, низкоамплітудна β-активність менш ніж 10 мкВ, депресія	12		
	Гіпсаритмія	11		
	Періоди мономорфної α-активності без модуляції та фазової інверсії	11		
	Спорадичні синхронні білатеральні «стовбурові спалахи» (2 Гц) на фоні дифузної δ-активності, переважно в передніх відділах	11		
	2A — АКМ (N = 196)	FIRTA-активність, частіше на частоті 5 Гц, поодинокі хвилі α-, θ-, β-діапазонів	74	
		Високі індекси пароксизмальної активності (I = Кількість розрядів/час аналізу) > 27, однотипна реакція на подразники (↑ амплітуди повільних хвиль)	58	
		Паттерни вторинно-генералізованої епіактивності (1—2 Гц), складної поліфазної форми, морфологічно варіабельні, з асиметричною фазовою інверсією	34	
		Пароксизмальна поліфазна активність, що включає спайк-хвильові комплекси, часто нерегулярні й асиметричні	32	
		Періодичні латералізовані гострі хвилі, міжпівкульна асиметрія δ-активності більша ніж 24 %	24	
		Локальні повільні хвилі частотою 2—3 Гц, схильність до рекрутування (посилення) в часі і просторі	21	
		Спонтанна розрядна спайкова активність, яка тривала повільними поліфазними хвилями δ-діапазону	20	
		2B — ГКМ (N = 181)	Поліморфна повільна активність 1—4 Гц, посилюється на фоні синхронізації (закривання очей) під час сну без специфічних паттернів сну	49
			Довільні періоди зниження амплітуди БЕА тривалістю 5—12 с на фоні високого індексу FIRTA	31
			Спонтанні періоди спалахів трьохфазних хвиль	19
Білатеральні синхронні повільні хвилі θ-діапазону, низька депресія на больові подразники	17			
Повільний варіант α-ритму з домінуванням слабкореактивної δ-, θ-активності, спалахів δ- і θ-діапазону в передніх відділах	15			
Асиметричні поліспайки і гострі хвилі на фоні міжпівкульної асиметрії в δ-діапазоні більше ніж 20 %	14			
3A — АКМ з EP (N = 175)	Дезорганізована і гіперсинхронізована коркова активність, поліритмія з домінуванням дифузної β-активності з білатеральними спалахами гострих хвиль		36	
	Поліморфна δ-активність в діапазоні 2—4 Гц, з амплітудою більше ніж 30 мкВ, — субдомінують хвилі α-, β-діапазону	26		
	Чергування спалахів трьохфазних хвиль та періодичних гострих хвиль з чіткою топографією в передніх відділах	18		
3B — ГКМ з EP (N = 170)	Зниження індексу повільних ритмів в інтегральному індексі до 4,8—7, «організація» EEG, поява градiєнту α-ритму, окреслення локальної δ-активності	58		
	Дифузні асинхронні повільні хвилі, наявність розрядної активності в фонових пробах, генералізація в пробах активації	24		
4 — M з PM (N = 167)	Поява паттернів сну (вертексні потенціали)	76		
	Зміна градiєнту α-активності, перебудова ритміки в пробах активації з міжпівкульною асиметрією меншою за 50 %, висока пароксизмальна активність	41		
	Згладжування зональних відмінностей α-ритму, зміщення градiєнту в фронто-базальному напрямку	36		
	Асиметрія β-ритму більше ніж 43 %, односторонні спалахи на боці найбільших вогнищевих посттравматичних змін	22		
	Зниження реакції засвоєння в β-діапазоні	15		
	5 — DM (N = 161)	Інтегральний індекс $\delta + \theta/\alpha + \beta = 1,1—3,7$	25	
		6A — СПС з A (N = 138)	Зниження градiєнту α-ритму, особливо при посттравматичних вогнищах в передніх лобово-медіанних відділах та підкірці	51
6B — МРСС (N = 112)	Міжпівкульна асиметрія α-ритму більше ніж 20 %, зниження амплітуди на боці ураження		48	
7A — ДС (N = 172)	Зниження індексу α-ритму, посилена активність β-ритму в лобово-центральному відділах, яка недостатньо депресується	41		
	7B — КС (N = 56)	Знижена депресія α-ритму, зниження індексу α/θ на гіпервентиляцію (ефект наростання віку EEG) до 0,24—0,46	47	
	Зменшення гіперсинхронії, дезорганізації ритмів, зменшення в F індексу пароксизмальної активності внаслідок θ-активності, утримання в пробах синхронізації	29		
8 — ЯС з KEP (N = 46)	Зниження індексу пароксизмальної активності до $0,2 \pm 0,13$	39		
	Дезорганізація α-ритму, дифузне сповільнення, зниження реактивності, посилення β ₁ - і β ₂ -активності в передніх відділах	38		
	α-ритм регулярний по частоті, слабо модульований з високим індексом β-активності 14—18 Гц, спалахами δ-, θ-хвиль до 30 мкВ	42		
	α-ритм регулярний по частоті, не модульований, з високим індексом, слабо вираженими зональними властивостями	39		
	Десинхронізація активності в F + латералізована пароксизмальна активність, спонтанні спалахи FIRDA, підвищення синхронізації на гіпервентиляцію	34		

Аналізуючи закономірності частоти відтворюваності візуальних ЕЕГ-властивостей, враховуючи лінійний характер відновлення свідомості (починаючи з першої, кожна наступна стадія є вищою за попередню), побудувавши пряму лінію тренду з лініями двох змінних середньої, отримали фазовий розподіл ІІВ відносно цієї лінії тренду (рис. 1).

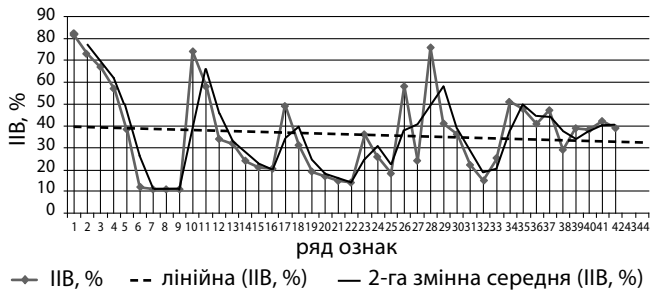


Рис. 1. Фазовий розподіл візуальних ЕЕГ-властивостей залежно від значення їх ІІВ в динаміці відновлення свідомості

Згідно з отриманими даними (див. рис. 1), встановлено, що в процесі відновлення свідомості кількість найтипівіших візуальних ЕЕГ-властивостей зменшується. Відібрані ознаки з $ІІВ > 40 \pm 5\%$, як і ознаки з $ІІВ < 40 \pm 5\%$ (відносно лінії тренду), є неспецифічними і рівноцінно характерними для динаміки відновлення свідомості, незважаючи на різну частоту виявлення.

Аналіз залежності клінічного прояву посттравматичної епілепсії з виявленими візуальними ЕЕГ-властивостями та їхніми ІІВ встановив (рис. 3), що клінічний прояв епілепсії, починаючи з вегетативного статусу до гіперкінетичного мутизму (ГКМ), є лінійним і однаково високо вираженим, потім зростає, утримуючись до ГКМ з емоційними реакціями і різко йде на спад в наступній стадії посткоматозного відновлення свідомості. Далі, в 6-й стадії, знову трохи зростає і на початок 7-ї стадії опускається майже до 0.

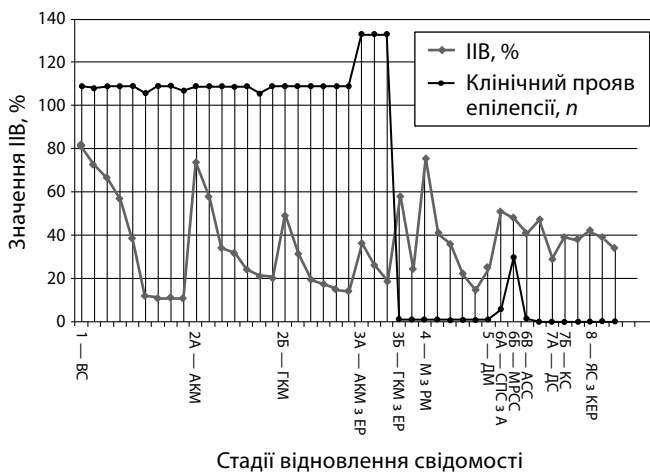


Рис. 3. Залежність клінічного прояву епілепсії від виявлених візуальних ЕЕГ-властивостей в динаміці відновлення свідомості після травматичної коми

ВС — вегетативний статус; АКМ — акінетичний мутизм; ГКМ — гіперкінетичний мутизм; ЕР — емоційні реакції; М з РМ — мутизм з розумінням мови; ДМ — дезінтеграція мови; СПС з А — сплутаність свідомості з аспонтанністю; МРСС — мовно-рухова сплутаність свідомості; АСС — амнестична сплутаність свідомості; ДС — дисмнестичний синдром; КС — Корсаковський синдром; ЯС з КЕР — синдром ясної свідомості з когнітивно-емоційними реакціями

Така закономірність підтверджена високими показниками кореляції ($0,78 > r > 0,75$) і вказує на те, що протягом відновлення свідомості у цієї категорії хворих хоча і реєструвалися різноманітні відхилення показників ЕЕГ, які еквівалентно характеризували БЕА головного мозку, з проявом епілепсії пов'язані далеко не всі епілептиформні паттерни та ознаки ЕЕГ. Натомість, порівняння кореляційних оцінок зафіксованих візуальних ЕЕГ-властивостей демонструє сильнішу кореляцію з стадіями відновлення свідомості, а ніж з епілептичними пароксизмами ($r > 0,81$ проти $r > 0,75$).

Виявлені в процесі відновлення свідомості розрядні феномени: спайки і гострі хвилі мали різну фазу і електронегативну полярність максимального за амплітудою піку, градієнту, синхронності розрядів, що виникли без запізнілих потенціалів, і в основному реєструвалися білатерально над передніми і задніми відділами мозку.

Комбінація локальної розрядної активності і редукованої амплітуди з частими коливаннями у досліджуваних хворих була проявом коркового вогнища і у 59,54 % ($n = 131, N = 220$) хворих збігалася з проєкціями спіральної комп'ютерної томографії (СКТ), МРТ-змін в речовині мозку.

Первинна та вторинна генералізована епілептиформна активність (див. таблицю), складаючись з гострих хвиль, спайків, поліспайків в комбінації з повільними хвилями δ - і θ -діапазону, реєструвалася білатерально-синхронно і відносно симетрично, переважно в передніх і центральних відділах, що узгоджувалося з наявністю у цих хворих на СКТ, МРТ головного мозку постгеморагічних, постконтузійних рубцево-гліозних, кістозних вогнищ в лобово-базальних або медіанних структурах мозку (хворі з дифузним аксональним пошкодженням, або тяжкі забої з внутрішньомозковими гематомами). Але епілептичні напади виникали лише у 16 (7,27 %) хворих, де спостерігалася така ЕЕГ-картина.

У 9 (4,09 %) хворих на стадії синдрому пригніченої свідомості, в інтеріктальному періоді вторинно-генералізованих тоніко-клонічних пароксизмів реєструвалися періодичні паттерни, яким передувала дифузна ритмічна повільнохвильова активність.

У 11 хворих, які так і залишилися у вегетативному стані через рік після тяжкої ЧМТ, окрім вище описаних візуальних властивостей з високим ІІВ, реєстрували хвилеподібну (наростання/спад) дифузну δ -активність з спонтанними білатеральними синхронними стовбуровими спалахами в передніх відділах і періодами θ -активності переважно в задніх відділах, що вказували на грубі зміни в стовбурових відділах мозку.

Проби синхронізації (зокрема гіпервентиляція) у хворих з синдромом ясної свідомості після відносно задовільних фонових проб супроводжувалися різким наростанням генералізованої білатерально-синхронної активності з численними спайками та гострими хвилями, що тривали довго (до 40 с), з домінуванням θ -активності та подальшої посиленої β -активності. Проте жодного епілептичного пароксизму у цих хворих на цієї стадії посткоматозного порушення свідомості зафіксовано не було.

Проведене дослідження дозволило дійти таких висновків.

Серед неймовірно великої кількості «індивідуальних малюнків» ЕЕГ і їх можливих трактовок у пацієнтів на різних стадіях відновлення свідомості простежувалися чіткі тренди перебудови БЕА, які мали високу відтворюваність в межах стадії, диференційовану реактивністю на подразники і сильну кореляцію з клінічними проявами конкретного синдрому посткоматозного порушення свідомості.

Оскільки вегетативний статус досліджуваних хворих «приховував» наявний вогнищевий неврологічний дефіцит, проявляючись загально-мозковою симптоматикою з базовими, еволюційно «древніми» процесами (чмоканням, позіханням тощо), а потім, розвиваючись в вищій стадії відновлення свідомості, одночасно з запуском еволюційно нових функціональних надбудов (мови, мислення, критики тощо) «оголялася» вогнищева симптоматика, можна провести аналогію цих змін з архітектурою візуальних ЕЕГ-властивостей, коли на фоні відновлення і підвищення активності еволюційно молодших генераторів (наприклад, коркових), що послаблюють вплив «генералізованого δ -вогнища» чи патологічного «пейсмейкера резистентного α -ритму» на загальний електрогенез і об'ємне проведення активності глибинних структур, з'являлися нові «електрографічні конструкції» з вогнищевими ЕЕГ-еквівалентами випадіння функцій чи їх різкого ослаблення.

В процесі відновлення свідомості реєструвалися різноманітні відхилення показників ЕЕГ, які еквівалентно характеризували БЕА головного мозку, однак з проявом епілепсії пов'язані далеко не всі епілептиформні паттерни та ознаки ЕЕГ. Натомість, порівняння кореляційних оцінок зафіксованих візуальних ЕЕГ-властивостей демонструє сильнішу кореляцію з стадіями відновлення свідомості, а ніж з епілептичними пароксизмами ($r > 0,81$ проти $r > 0,75$).

Список літератури

- Брагина Н. Н., Доброхотова Т. А. Функциональные асимметрии человека. М.: Медицина, 1988. 221 с.
- Гнездицкий В. В. Обратная задача ЭЭГ и клиническая электроэнцефалография (картирование и локализация источников электрической активности мозга). М.: МЕДпресс-информ, 2004. С. 349—420.
- Гриндель О. М. Электроэнцефалограмма при черепно-мозговой травме. Клиническая энцефалография. М.: Медицина, 1973. С. 213—260.
- Гурская О. Е. Электрофизиологический мониторинг центральной нервной системы / под ред. В. Н. Цыгана. Спб.: ОНФД, 2015. С. 115—118.
- Длиннолатентные компоненты акустического вызванного потенциала (N100, N200 и P300) в прогнозе восстановления сознания у больных с тяжелой черепно-мозговой травмой / Л. Б. Окнина, Е. В. Шарова, О. С. Зайцев [и др.] // Вопросы нейрохирургии. 2011. № 9. Р. 19—30.
- Зайцев О. С., Царенко С. В. Нейрореаниматология. Выход из комы (терапия посткоматозных состояний). М.: Литасс, 2012. С. 24—25.
- Захаров С. М., Скоромохов А. А. Практическое применение компьютерной электроэнцефалографии. Таганрог: НПКФ «Медиком МТБ», 2009. С. 16—25.
- Зенков Л. Р., Ронкин М. А. Функциональная диагностика нервных болезней: руководство для врачей. 3-е изд., перераб. и доп. М.: МЕДпресс-информ, 2004. 488 с.
- Иванов Л. Б., Шалыгин В. С. Распознавание артефактов и некоторые сложности практического анализа компьютерной ЭЭГ. М.: Т. М. Андреева, 2007. С. 4—10.
- Кропотов Ю. Д. Количественная ЭЭГ, когнитивные вызванные потенциалы мозга человека и нейротерапия / пер. с англ. под ред. В. А. Пономарева. Донецк: Издатель Заславский А. Ю., 2010. С. 125—129.
- Кулаичев А. П. Об информативности когерентного анализа // Журнал высшей нервной деятельности. 2009. Т. 59. С. 766—775.
- Прогностическая значимость электрической активности мозга (ЭЭГ и ВП) при затяжных посттравматических бессознательных состояниях / Шарова Е. В., Щекутьев Г. А., Окнина Л. Б. [и др.] // Доктор Ру. 2008. № 4. Р. 30—37.
- Зенков Л. Р., Ронкин М. А. Функциональная диагностика нервных болезней: руководство для врачей. 4-е изд.-е. М.: МЕДпресс-информ, 2011. С. 44—46.
- Шарова Е. В. Асимметрия когерентности ЭЭГ при посткоматозных бессознательных состояниях после тяжелой черепно-мозговой травмы // Функциональная межполушарная асимметрия (хрестоматия) / под ред. Н. Н. Боголепова и В. Ф. Фокина. М.: Научный мир, 2004. С. 558—578.
- Шарова Е. В. Современные возможности ЭЭГ в анализе функциональных нарушений при тяжелых повреждениях головного мозга // Нейронауки: теоретические и клинические аспекты. 2009. Т. 5, № 1—2. С. 49—58.
- Шеповальников А. Н., Цицерошин М. Н. Эволюционные аспекты становления интегративной деятельности мозга человека // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. 1999. № 9—10. С. 1187—1207.
- Bagnato S., Boccagni C., Galardi G. Common criteria for electroencephalographic evaluation in patients with disorders of consciousness // Ann Neurol. 2015. Vol. 77, № 1. P. 184—185. DOI: 10.1002/ana.24312.
- A comparison between electroencephalography and somatosensory evoked potentials for outcome prediction following severe head injury / Hutchinson D. O., Frith R. W., Shaw N. A. [et al.] // Electroencephalography and Clinical Neurophysiology. 1991. Vol. 78. P. 228—248.
- Measuring consciousness in coma and related states / C. Di Perri, A. Thibaut, L. Heine [et al.] // World J Radiol. 2014. Vol. 6, № 8. P. 589—597. DOI: [10.4329/wjr.v6.i8.589].
- Preservation of electroencephalographic organization in patients with impaired consciousness and imaging-based evidence of command-following / P. B. Forgacs, M. M. Conte, E. A. Fridman [et al.] // Ann Neurol. 2014. Vol. 76, № 6. P. 869—879. DOI: 10.1002/ana.24283.

Надійшла до редакції 17.08.2018 р.

КУЛИК Олександр Васильович, кандидат медичних наук, директор Товариства з обмеженою відповідальністю «Науково-практичний центр нейрореабілітації «Нодус», м. Бровари Київської області, Україна; e-mail: a.kulyk@nodus.ua

KULYK Oleksandr, MD, PhD, Director of Limited liability company "Science-practical center of neurorehabilitation "Nodus", Broyary of the Kyiv region, Ukraine; e-mail: a.kulyk@nodus.ua