

Особливості відновлення постконтузійної симптоматики після черепно-мозкової травми у військовослужбовців

А. В. Швець*^{1,A-F}, А. Ю. Кіх^{2,B,C,D}, І. А. Лук'янчук^{1,B,C,D}

¹Українська військово-медична академія, м. Київ, ²Військово-медичний клінічний центр професійної патології особового складу ЗС України, м. Ірпінь

A – концепція та дизайн дослідження; B – збір даних; C – аналіз та інтерпретація даних; D – написання статті; E – редагування статті; F – остаточне затвердження статті

Ключові слова: постконтузійний синдром, черепно-мозкова травма, когнітивні розлади, електроенцефалографія.

Запорізький медичний журнал. – 2019. – Т. 21, № 5(116). – С. 618–624

DOI: 10.14739/2310-1210.2019.5.179424

*E-mail: shvetsandro@gmail.com

Черепно-мозкові травми, що були отримані протягом 2017 року внаслідок воєнних дій на сході України, становили 30,8 % серед усіх механічних бойових ушкоджень і травм. Вони стають важливою проблемою через прояви постконтузійного синдрому у віддаленому періоді.

Мета роботи – дослідити особливості відновлення постконтузійної симптоматики учасників бойових дій під час їхньої реабілітації в госпітальних умовах за показниками електроенцефалографії та оцінюванням динаміки психофізіологічних характеристик.

Матеріали та методи. У дослідженні взяли участь 42 військовослужбовці – учасники бойових дій віком 35–45 років, які отримали закриту черепно-мозкову травму протягом 2017–2018 років (понад 3 місяці після травми голови), II група (контрольна) – 76 здорових чоловіків такого самого вікового діапазону. У дослідженні оцінювали та аналізували результати електроенцефалографії (ЕЕГ), прояви постконтузійної симптоматики, застосовували спеціальний опитувальник у модифікації К. Сісегоне та характеристики концентрації уваги та обсягу короткочасної пам'яті за допомогою комп'ютерної програми.

Результати. В осіб із постконтузійним синдромом виявлено порушення функціонування неспецифічних систем мозку, що робить дисрегуляційні зміни електричної активності головного мозку стійкими та тривалими. Показано, що застосовані програми реабілітації позитивно вплинули на збалансованість і поліпшення ритміки біоелектричної активності мозку і, відповідно, функціональної активності цих структур (θ та δ характеристики спектра ЕЕГ після реабілітації покращились ($p < 0,05$), що може свідчити про включення різних механізмів подолання нервово-емоційного напруження під час реабілітації у стаціонарних умовах). Соматичні прояви, котрі дуже часто бувають і порушують працездатність, а також явні скарги з боку когнітивної сфери вірогідно зменшились ($p < 0,05$), однак у 17 % осіб скарги з приводу порушення сенсорних функцій майже не змінились після курсу реабілітації. Характеристики концентрації уваги та обсягу короткочасної пам'яті після курсу реабілітації мали вірогідно ($p < 0,001$) позитивну динаміку та не виходили за розраховані нормативні показники.

Висновки. Визначили особливості відновлення постконтузійної симптоматики учасників бойових дій під час їхньої реабілітації в госпітальних умовах за показниками θ та δ характеристики спектра ЕЕГ. Встановили наявність вірогідної ($p < 0,001$) відмінності об'єктивних характеристик когнітивних функцій у хворих осіб до початку реабілітації порівняно з контролем (нижче за нормативні значення), а також суттєву ($p < 0,001$) позитивну динаміку концентрації уваги та обсягу короткочасної пам'яті після реабілітації військовослужбовців із постконтузійною симптоматикою та наближення цих характеристик до нормативних граничних значень. Наголошено, що діагностика когнітивних розладів, які пов'язані з травмою голови, значною мірою повинна базуватися на результатах нейропсихологічного об'єктивного тестування концентрації уваги та обсягу короткочасної пам'яті, оскільки вона є більш динамічною ($p < 0,001$) ознакою порівняно зі скаргами з боку зрушень когнітивних функцій.

Ключевые слова: постконтузионный синдром, черепно-мозговая травма, когнитивные расстройства, электроэнцефалография.

Запорожский медицинский журнал. – 2019. – Т. 21, № 5(116). – С. 618–624

Особенности восстановления постконтузионной симптоматики после черепно-мозговой травмы у военнослужащих

А. В. Швець, А. Ю. Ких, И. А. Лукьянчук

Черепно-мозговые травмы, полученные в течение 2017 года в результате военных действий на востоке Украины, составили 30,8 % всех механических боевых повреждений, травм и являются важной проблемой из-за проявлений постконтузионного синдрома в отдаленном периоде.

Цель работы – исследовать особенности восстановления постконтузионной симптоматики участников боевых действий во время их реабилитации в госпитальных условиях по показателям электроэнцефалографии и оцениванию динамики психофизиологических характеристик.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 42 военнослужащих – участников боевых действий, в возрасте 35–45 лет, которые получили закрытую черепно-мозговую травму в течение 2017–2018 годов (более 3 месяцев после травмы головы), II группа (контрольная) – 76 здоровых мужчин такого же возрастного диапазона. В исследовании оценивали и анализировали результаты электроэнцефалографии (ЭЭГ), проявления постконтузионной симптоматики с помощью специального опросника в модификации К. Сисегоне, а также характеристики концентрации внимания и объема кратковременной памяти с помощью компьютерной программы.

Результаты. У лиц с постконтузионным синдромом выявлено нарушение функционирования неспецифических систем мозга, что делает дисрегуляционные изменения электрической активности головного мозга устойчивыми и продолжительными. Показано, что примененные программы реабилитации положительно повлияли на сбалансированность и

улучшение ритмики биоэлектрической активности мозга и, соответственно, функциональной активности этих структур (θ и δ характеристики спектра ЭЭГ после реабилитации улучшились ($p < 0,05$), что может свидетельствовать о включении различных механизмов преодоления нервно-эмоционального напряжения во время реабилитации в стационарных условиях). Соматические проявления, которые очень часто бывают и нарушают работоспособность, а также явные жалобы со стороны когнитивной сферы достоверно уменьшились ($p < 0,05$), однако у 17 % лиц жалобы по поводу нарушения сенсорных функций почти не изменились после курса реабилитации. Характеристики концентрации внимания и объема кратковременной памяти после курса реабилитации имели достоверно ($p < 0,001$) положительную динамику и не выходили за рассчитанные нормативные показатели.

Выводы. Выявлены особенности восстановления постконтузионной симптоматики участников боевых действий во время их реабилитации в госпитальных условиях по показателям θ и δ характеристик спектра ЭЭГ. Установлено наличие достоверных ($p < 0,001$) различий объективных характеристик когнитивных функций у больных лиц до начала реабилитации по сравнению с контролем (ниже нормативных значений), а также отмечена существенная ($p < 0,001$) положительная динамика концентрации внимания и объема кратковременной памяти после реабилитации военнослужащих с постконтузионной симптоматикой и приближения этих характеристик к нормативным значениям. Отмечено, что диагностика когнитивных расстройств, связанных с травмой головы, в значительной степени должна базироваться на результатах нейропсихологического объективного тестирования концентрации внимания и объема кратковременной памяти, поскольку они являются более динамичными ($p < 0,001$) показателями по сравнению с жалобами со стороны сдвигов когнитивных функций.

Features of postconcussion symptoms recovery after traumatic brain injury among military personnel

A. V. Shvets, A. Yu. Kikh, I. A. Lukianchuk

Traumatic brain injuries due to hostilities in Eastern Ukraine in 2017 accounted for 30.8% of all mechanical combat damage and injuries and are an important problem because of postconcussion syndrome manifestation in the long-term period.

Purpose – to study the features of postconcussion symptoms recovery among combatants during their rehabilitation in hospital conditions based on electroencephalography and the dynamics of psychophysiological characteristics assessment.

Materials and methods. 42 combatants aged 35–45 years who suffered a closed craniocerebral injury during 2017–2018 (more than 3 months after head injury) and 76 healthy men the same age, constituted group II (control), were involved in the study. The study evaluated and analyzed the results of electroencephalography (EEG), manifestations of postconcussion symptoms using K. Cicerone modified special questionnaire as well as the characteristics of attentiveness and short-term memory using a special computer program.

Results. Among individuals with postconcussion syndrome, the functioning of non-specific brain systems was found to be impaired making dysregulation changes in the electrical activity of the brain stable and long-lasting. It was shown that the applied rehabilitation programs had a positive effect on the balance and improvement of the brain bioelectrical activity rhythms and, accordingly, the functional activity of these structures (θ and δ characteristics of EEG spectrum improved after rehabilitation ($P < 0.05$), which may indicate the inclusion of neuro-emotional stress coping mechanisms during rehabilitation in inpatient conditions). Somatic manifestations which very often occur and impair performance, as well as definite complaints from the cognitive sphere, reliably decreased ($P < 0.05$), but complaints due to sensory functions impairment remained almost unchanged in 17 % of people after the rehabilitation course. The characteristics of attentiveness and short-term memory had a positive ($P < 0.001$) dynamics after the rehabilitation course and did not exceed the calculated standard indicators.

Conclusions. The features of postconcussion symptoms recovery among combatants during their rehabilitation in hospital conditions in terms of θ and δ characteristics of the EEG spectrum have been revealed. The presence of significant ($P < 0.001$) differences in objective characteristics of cognitive functions in patients before rehabilitation compared with the control group (below standard values), as well as significant ($P < 0.001$) positive dynamics of attentiveness and short-term memory after rehabilitation of military personnel with postconcussion symptomatology and approximation of these characteristics to standard values have been found. It has been noted that the diagnosis of cognitive disorders associated with traumatic brain injury should be essentially based on the results of neuropsychological objective testing of attentiveness and short-term memory, since they are more dynamic ($P < 0.001$) indicators compared with complaints relating to cognitive function changes.

Key words:

postconcussion syndrome, traumatic brain injury, cognitive disorders, electroencephalography.

Zaporozhye medical journal 2019; 21 (5), 618–624

Черепно-мозкові травми (ЧМТ), що отримали військово-службовці протягом 2017 року внаслідок воєнних дій на сході України, становили 30,8 % серед усіх механічних бойових ушкоджень і травм. При цьому ушкодження вуха внаслідок акубаротравми серед ЧМТ становило 22,8 %.

Постконтузійний синдром як неспсихотичний посттравматичний мозковий синдром (енцефалопатія, код за Міжнародною класифікацією хвороб X: F07.2) військовиків, що має неофіційну назву «автограф війни» – проблема, яка поступово вирішується науковою спільнотою щодо надання належної медичної допомоги [1–3]. Клінічний протокол надання медичної допомоги хворим із віддаленими наслідками черепно-мозкової

травми МОЗ України містить клініко-діагностичну та лікувальну програми, що включають електроенцефалографічне (ЕЕГ) обстеження таких пацієнтів. Це дослідження ЧМТ застосовано у світі в майже 460 публікаціях за останні 20 років [2]. Хоча унікальних ЕЕГ патернів для легкого травматичного ураження головного мозку в багатьох джерелах літератури не виявили, однак довели перспективність ЕЕГ у діагностиці та прогнозуванні наслідків струсу головного мозку [3,4].

Приблизно у 70–80 % випадків нейроморфологічна основа легкої ЧМТ не має локально осередкового характеру, в цієї категорії хворих відзначають неоднаково виражені та складно скомбіновані між собою різні клінічні

синдроми (вегетативно-судинна дистонія, астенічний, лікворно-гіпертонічний, вестибулярний, епілептиформний тощо) в поєднанні з різними неврозоподібними, психопатологічними, соматичними порушеннями, що робить нейрофізіологічні та нейропсихологічні дослідження постконтузійного синдрому актуальними.

Мета роботи

Виявлення особливостей відновлення постконтузійної симптоматики учасників бойових дій під час їхньої реабілітації в госпітальних умовах за показниками електроенцефалографії та оцінюванням динаміки психофізіологічних характеристик.

Матеріали і методи дослідження

У дослідженні взяли участь 42 військовослужбовці – учасники бойових дій віком 35–45 років, які отримали закриту черепно-мозкову травму протягом 2017–2018 років (понад 3 місяці після травми голови), II група (контрольна) – 76 здорових чоловіків такого самого вікового діапазону. Дослідження виконали на підставі інформованої згоди щодо участі в обстеженні відповідно до Гельсінської декларації. Дизайн дослідження узгоджено з комісією з біоетики Військово-медичного клінічного центру професійної патології особового складу ЗС України. Більшість осіб (90 %) – це мобілізовані військовослужбовці, які перебували в зоні воєнного конфлікту не менше ніж 1 рік. У літературі є багато визначень постконтузійного синдрому [5], але основною вимогою є те, що симптоми тривають щонайменше 3 місяці після травми голови.

Діагностичні критерії постконтузійного синдрому:

– загальні критерії класу F07;

– анамнестичні дані про травму голови з втратою свідомості перед розвитком симптоматики в період до 4 тижнів (об'єктивні підтвердження органічного ураження мозку відсутні);

– мінімум три ознаки з-поміж наступних:

а) скарги на неприсміт відчуття та біль: головний біль, запаморочення (зазвичай без ознак істинного вертиго (vertigo)), загальне нездужання, підвищена втомлюваність або нестерпність шуму;

б) емоційні зміни: роздратованість, емоційна лабільність (що легко провокуються чи посилюються емоційним збудженням, стресом), певний ступінь депресії та (або) тривоги;

в) скарги на труднощі концентрації уваги під час розумового навантаження, а також на порушення пам'яті (за відсутності чітких об'єктивних даних, наприклад, за психологічними тестами не має виражених порушень);

г) безсоння;

г) зниження толерантності до алкоголю;

д) наявні симптоми та страх хронічного ураження мозку до ступеня іпохондричних надвисоких ідей і прийняття ролі хворого.

Кожний військовослужбовець отримав курс медичної та медико-психологічної реабілітації за індивідуальною програмою протягом 12–14 днів. Курс передбачав комплекс оптимальних видів, форм, обсягів, термінів реабілітаційних заходів із визначенням порядку їхнього проведення,

що спрямовані на відновлення та компенсацію порушених або втрачених функцій організму та здатності конкретної особи до виконання певних видів діяльності.

Енцефалографічні дослідження здійснювали перед початком реабілітації та після її завершення. Використали електроенцефалографічний комплекс NeuroCom Standard (ХАІ-Медика, м. Харків, Україна). Запис реєстрували монополярно в 16 стандартних відведеннях (Fp, F, C, T, P, O) від обох півкуль за міжнародною системою «10–20» (Jasper, 1958), з об'єднаним референтним аурикулярним електродом [6–7]. Частота дискретизації становила 250 Гц. Виконували візуальний і програмний аналіз фонової проби тривалістю одна хвилина запису в частотному діапазоні 1–50 Гц. Для кожного відведення вираховували середню спектральну потужність із використанням методу швидкого перетворення Фур'є. Аналізували значення потужності спектра (%), середнє значення частоти, що домінує в кожному із ритмів ЕЕГ (Гц), середню амплітуду загальних діапазонів спектра ЕЕГ (мкВ) у стандартних фізіологічних частотних діапазонах: δ (1–4 Гц), θ (4–8 Гц), α (8–13 Гц), β (13–35 Гц), γ (35–50 Гц). Фрагменти з артефактами опрацьовували до повного зникнення останніх унаслідок «сліпого» розділення вогнищ сигналів (BSS, Blind Source Separation) відповідно до технології ICA (Independent Component Analysis, або (за умови неможливості обробки) виключали з аналізу.

Для оцінювання постконтузійної симптоматики використали спеціальну шкалу в модифікації К. Сігероне [8], що містить декілька блоків запитань: афективні реакції, когнітивні, соматичні, сенсорні функції, на які респондент надає відповіді за шкалою 0–4, де 0 – ніколи не було чи було дуже рідко; 1 – нечасто трапляється, але не впливає на мою працездатність; 2 – часто буває та інколи порушує працездатність; 3 – дуже часто буває та порушує працездатність; 4 – завжди турбує, не можу працювати й потребує допомоги.

Для виявлення тонких зрушень у когнітивних функціях в осіб, які взяли участь у дослідженнях, використали спеціальну комп'ютерну програму «P.P.R.P» [9], з її допомогою оцінювали характеристики концентрації уваги та обсяг короткочасної пам'яті (КУКП). Кожне випробування проводили у дві фази: перша була навчальною, наприкінці якої перевіряли якість опанування змісту випробувальної процедури. Сутність другої фази – 20 завдань у режимі «зворотного зв'язку» (зміна обсягу запам'ятовування на одиницю залежно від якості попередньої відповіді). Цю фазу провели для встановлення точки індивідуального адекватного рівня навантаження K . У дослідженні також врахували частку правильних відповідей як характеристику надійності обробки інформації (у. о). Детальна методологія дослідження КУКП наведена в [10]. Аналіз результатів здійснили методами описативної статистики, використавши пакет програм Statistica 6.0.

Результати

Попередній аналіз кількісних характеристик ЕЕГ за показниками асиметрії та ексцесу показав наявність певної гетерогенності в I групі. Тому для аналізу даних застосували непараметричну статистику.

Відзначимо, що середні значення індексів потужності загальних діапазонів спектра ЕЕГ (%), середні амплітуди загальних діапазонів спектра ЕЕГ (мкВ) майже за всіма характеристиками значуще відрізняються від групи контролю (окрім γ -діапазону), (табл. 1).

Встановлені також позитивні зрушення ($p < 0,05$) за показниками ЕЕГ після реабілітації, як-от середня амплітуда загального діапазону θ -спектра ЕЕГ та середнє значення частоти, що домінує в δ -ритмі ЕЕГ. Це може свідчити про включення різних механізмів подолання нервово-емоційного напруження під час реабілітації в умовах стаціонара.

Крім кількісних характеристик ЕЕГ, важливе клінічне значення мають їхні якісні патерни. Так, вивчаючи біоелектричну активність головного мозку у хворих з наслідками легкої ЧМТ, організований тип (I) ЕЕГ виявляли рідше, ніж у контрольній групі. У цих хворих частіше реєстрували гіперсинхронний (II) і десинхронний тип (III) ЕЕГ.

Аналізуючи ЕЕГ у віддаленому періоді після ЧМТ, в 60 % пацієнтів спостерігали підвищення β -активності на тлі нерегулярного α -ритму в поєднанні з дифузною δ -активністю.

При десинхронному типі ЕЕГ відзначали низький або середній рівень коливань біопотенціалів, переважно α -активності.

Наступний ЕЕГ-феномен, який спостерігали у хворих (15 % випадків), характеризувався дезорганізованою активністю, що проявлялася в нерегулярному уповільненому α -ритмі на тлі високоамплітудних пароксизмальних спалахів θ -ритму. Таке траплялось у хворих після серйозних травм головного мозку та відкритих черепно-мозкових травм, це можна пояснити порушенням діенцефального відділу головного мозку (подразнення ядер таламуса). Наявність низькочастотної повільнохвильової активності високої та низької амплітуди в цих обстежених осіб є відбиттям дегенеративно-дистрофічних процесів, а окремі спалахи білатерально-синхронної повільно хвильової активності – дисфункцією серединно-глибинних структур головного мозку, що виявлялися в 10 % хворих. Дифузні зміни на ЕЕГ вважаються неспецифічними, але саме вони показують функціональний стан головного мозку. Дисфункція серединних структур, яка на ЕЕГ проявлялася у вигляді генералізованих білатерально-синхронних θ і δ -хвиль і виникала періодично (або у вигляді спалахів), виявлена в 10 % пацієнтів.

У 20 % хворих ЕЕГ мало низьку амплітуду всіх хвиль, що можна схарактеризувати як сплюснений варіант ЕЕГ. У 5 % пацієнтів (давність травми понад 2 роки) виявили помірні зрушення біоелектричної активності мозку.

Крім того, в зоні контузії головного мозку у хворих виявляли локальні δ -хвилі, що переважають за амплітудою δ -активність в інших ділянках кори і підтверджують правобічну або лівобічну контузію (високий коефіцієнт асиметрії).

У 60 % хворих активувальний вплив ретикулярної формації на коркові центри регуляції мав тенденцію до зниження після реабілітації. В інших випадках порушена біоелектрична активність залишалась після лікування. Отже, виявлена функціональна недостатність в області глибинних структур мозку, яка порушує механізми

Таблиця 1. Середні показники спектрального діапазону ЕЕГ до/після реабілітації, $M \pm m$

Ритм ЕЕГ	Характеристики ЕЕГ різних груп		
	Група I		Група II
	Початкові	Після реабілітації	
Середні значення індексів потужності загальних діапазонів спектра ЕЕГ, %			
δ	32,61 \pm 4,52 ^{###}	31,38 \pm 2,79 ^{###}	12,99 \pm 1,05
θ	20,12 \pm 2,83 [#]	14,17 \pm 2,18 [*]	14,23 \pm 1,01
α	22,22 \pm 2,80 ^{###}	24,65 \pm 3,74 ^{###}	46,96 \pm 3,02
β	12,83 \pm 1,77 [#]	11,99 \pm 0,96 ^{###}	17,60 \pm 1,41
γ	5,53 \pm 2,47	6,04 \pm 1,60	3,21 \pm 0,40
Середня амплітуда загальних діапазонів спектра ЕЕГ, мкВ			
δ	32,20 \pm 3,08 ^{###}	30,72 \pm 1,92 ^{###}	18,24 \pm 0,96
θ	21,75 \pm 2,89 [#]	13,93 \pm 1,48 [*]	14,34 \pm 0,92
α	16,32 \pm 1,17 ^{###}	19,57 \pm 1,84 ^{###}	27,21 \pm 1,22
β	13,82 \pm 1,08 ^{###}	12,98 \pm 0,75 ^{###}	10,32 \pm 0,57
γ	5,93 \pm 1,18	6,26 \pm 1,28	4,34 \pm 0,72
Середні значення частоти, що домінує в кожному з ритмів ЕЕГ, Гц			
δ	1,04 \pm 0,05 ^{###}	1,43 \pm 0,10 ^{**}	1,43 \pm 0,03
θ	5,65 \pm 0,14 [#]	5,70 \pm 0,29	5,26 \pm 0,09
α	9,74 \pm 0,40	9,82 \pm 0,27	9,84 \pm 0,10
β	15,34 \pm 0,53	14,89 \pm 0,27	15,72 \pm 0,42
γ	48,19 \pm 0,94 ^{###}	47,25 \pm 2,62 [#]	39,24 \pm 2,78

^{###, ###}: вірогідність різниці середніх значень показників ЕЕГ I та II груп; ^{*}, ^{**}, ^{###}, ^{####}: вірогідність зміни середніх значень показників ЕЕГ до/після лікування за критерієм Манна-Уїтні відповідає рівням: $p < 0,05$, $p < 0,01$, $p < 0,001$.

регуляції, знижує адаптивні можливості цих хворих, може призвести до погіршення якості життя та безпеки в операторських видах діяльності військовослужбовців.

Надалі проаналізували динаміку постконтузійної симптоматики. Так, афективні реакції (занепокоєння, нервово-емоційне напруження, важке засинання, проблеми зі сном, відчуття депресії чи пригнічення, висока дратівливість, відчуття розчарування від дрібниць) знизились після реабілітації вдвічі (рис. 1).

Після реабілітації частка осіб зі зниженими когнітивними функціями (вище ніж 15 балів) зникла (до реабілітації становила 7%; $p < 0,05$). У діапазоні помірних порушень когнітивних функцій (10–15 балів) в результаті реабілітаційних заходів відбулося поліпшення у 2 рази (12 % та 5 % відповідно, рис. 2).

Соматичні прояви, які дуже часто порушують працездатність (відчуття запаморочення, втрата рівноваги, погана координація рухів, незграбність, нудота, проблеми з зором (розмитість), головний біль) після реабілітації також вірогідно зникають (8 % і 0 % відповідно, $p < 0,05$). Крім того, в половині осіб соматичні прояви зникли взагалі після реабілітації, водночас при надходженні у стаціонар кількість осіб без соматичних проявів становила третину (рис. 3).

Поряд з тим чутливість до світла, шуму, утруднення слуху, відчуття оніміння чи поколювання в тілі, зміни смаку або нюху, втрати апетиту чи його підвищення не виходили за межі 15 балів, що відповідає нечастим проявам, які можуть порушувати працездатність людини, і становили 17 %. Після реабілітації ці прояви залишилися без змін. Етіологія відзначених симптомів не завжди зрозуміла, тому нозологічний статус цього стану (постконтузійний синдром, код МКХ-10: F07.2) є дещо невизначеним. Немає сумнівів, що цей синдром часто трапляється та завдає турбот хворому.

Таблиця 2. Характеристика концентрації уваги та обсягу короткочасної пам'яті до/після реабілітації військовослужбовців

Характеристики КУКП	Група I		Група II		
	Початкові (M ± m)	Після реабілітації (M ± m)	M ± m	Percentile 10 %	Percentile 90 %
Найкращий результат, K, од.	5,21 ± 0,14	6,02 ± 0,13***	7,69 ± 0,11###	6,00	9,00
Надійність, Ry, у.о.	0,68 ± 0,01	0,72±0,01***	0,81 ± 0,01###	0,70	0,90
Інтегральний показник, K*Ry, у.о.	3,59 ± 0,14	4,67 ± 0,13***	6,26 ± 0,14###	4,50	8,10

###: вірогідність різниці середніх значень показників КУКП I і II груп; ***: вірогідність зміни середніх значень показників КУКП до/після реабілітації за критерієм Стьюдента відповідає рівневі $p < 0,001$

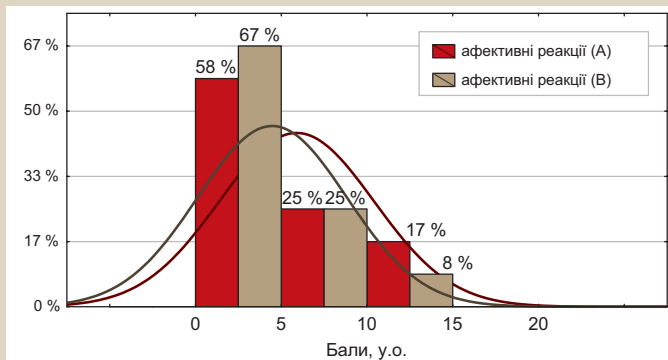


Рис. 1. Аналіз проявів контузії головного мозку у військовослужбовців за характеристикою структури афективних реакцій до (А) та після (В) реабілітації.

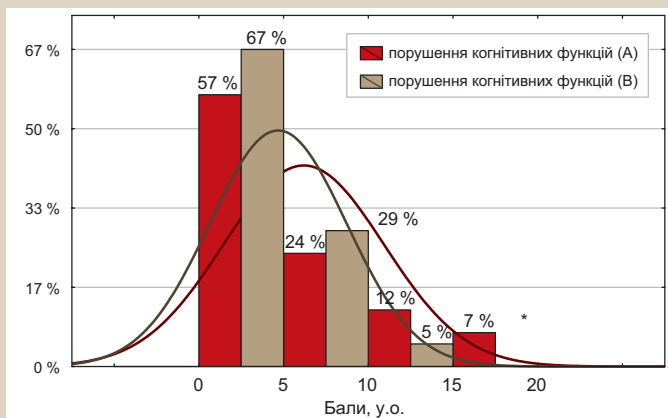


Рис. 2. Аналіз постконтузійної симптоматики у військовослужбовців за структурою оцінювання когнітивних функцій до (А) та після (В) реабілітації.

*: вірогідність різниці часток за критерієм Стьюдента відповідає $p < 0,05$.

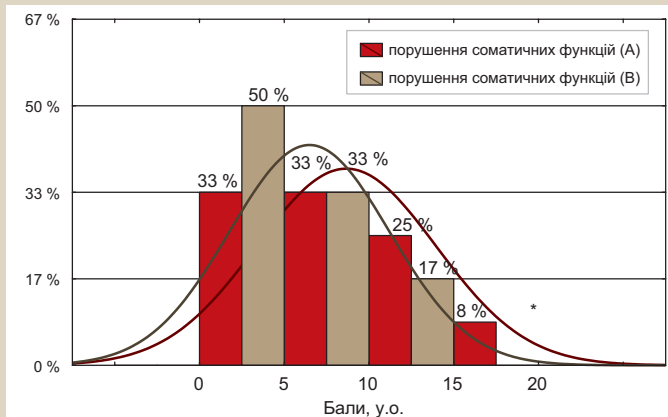


Рис. 3. Аналіз постконтузійної симптоматики у військовослужбовців за структурою оцінювання соматичних проявів до (А) та після (В) реабілітації.

*: вірогідність різниці часток за критерієм Стьюдента відповідає $p < 0,05$.

Досліджуючи характеристики КУКП (за показниками асиметрії та ексцесу підкоряється закону нормального розподілу в усіх групах), одержали нові цікаві результати. По-перше, для обґрунтування орієнтовних показників КУКП у нормі проаналізували показники на артефакти, котрі одержали під час обстеження практично здорових осіб, які слід усунути з обробки даних. Перевірку артефактів здійснили за критерієм нормованого відхилення випадку, що заснований на двонаправленій статистиці Граббса, відповідно до міжнародного стандарту ISO 5725-2:1994. У результаті виключили дані обстеження двох осіб, що суттєво відрізнялись від загальної вибірки, а це можна пояснити причинами технічного характеру (погане розуміння завдань тесту), або, можливо, низькими когнітивними якістьми. Отже, надалі аналізували дані КУКП, котрі відповідають закону нормального розподілу вибірових величин. Далі на підставі граничних значень 10–90 % перцентильного розмаху показників КУКП військовослужбовців розраховали гранично допустимі орієнтовні показники норми у здорових осіб (табл. 2).

По-друге, встановлено наявність вірогідної ($p < 0,001$) відмінності характеристик КУКП у хворих до початку та після реабілітації порівняно з контролем. До того ж початкові характеристики КУКП були нижчими за нормативні значення. По-третє, визначили вірогідну ($p < 0,001$) позитивну динаміку рівня КУКП після реабілітації та наближення цих характеристик до нормативних граничних значень.

Оскільки при одержанні найкращого результату K виконання тесту може мати різну надійність Ry (наприклад, для $K = 6$ трапляються $Ry = 0,6; 0,65; 0,7$), розраховали інтегральний показник як добуток $Ry \times K$. Цей показник покращився в 1,3 раза після реабілітації, тоді як окремі характеристики змінилися тільки в 1,15 раза.

Важливим є також дослідження зв'язку між об'єктивними та суб'єктивними характеристиками когнітивних функцій при ЧМТ. Кореляція сумарного показника когнітивної симптоматики (скарги на погану концентрацію уваги, забудькуватість, труднощі в ухваленні рішень, уповільнення думок, утруднення самоорганізованості, неможливість довести справу до завершення, швидка втомлюваність) з інтегральним показником КУКП має особливості. До початку реабілітації існував тісний зв'язок між суб'єктивними та об'єктивними характеристиками когнітивних функцій ($R = -0,68, p < 0,001$), який суттєво знизився після реабілітації ($R = -0,28$).

Обговорення

Результати досліджень не суперечать і доповнюють сучасні роботи закордонних учених у галузі нейрофізіології [2, 11] та нейропсихології ЧМТ [3, 12–15]. Незважаючи на

те, що характеристики ЕЕГ значущо відрізняються від контрольної групи, для моніторингу відновлення електричної активності головного мозку передусім потрібно звертати увагу на якісні характеристики ЕЕГ, наприклад, асиметрію локальних δ -хвиль, котрі переважають за амплітудою δ -активність в інших ділянках кори та підтверджують правобічну або лівобічну контузію (високий коефіцієнт асиметрії), патерни епілептиформної активності тощо. Зменшення сили зв'язку об'єктивних і суб'єктивних характеристик когнітивних функцій після реабілітації, з одного боку, можна пояснити тим, що майже третина осіб не мала позитивної динаміки за суб'єктивними ознаками когнітивних функцій, з іншого – більш тісним зв'язком суб'єктивних характеристик до/після реабілітації ($R = 0,93$, $p < 0,001$) порівняно з інтегральним показником КУКП ($R = 0,42$, $p < 0,01$). Такий феномен може свідчити про вираженішу динамічність зміни об'єктивних характеристик когнітивних функцій порівняно з суб'єктивними ознаками за опитувальником (до реабілітації – $6,12 \pm 0,72$ бала, після – $4,62 \pm 0,62$; $p > 0,05$). У цій роботі запропонували об'єктивний метод діагностики порушень когнітивних функцій у постконтузійному періоді в осіб із ЧМТ в анамнезі, який відрізняється від наявних аналогів [16] тим, що дає можливість об'єктивно, комплексно й тонше оцінити функції концентрації уваги та обсягу короточасної пам'яті в умовах, що наближені до гранично можливих рівнів інформаційного навантаження, а це є важливим індикатором реабілітації осіб, діяльність яких пов'язана з підвищеною небезпекою.

Висновки

1. Дослідили структуру основних ЕЕГ патернів, що трапляються у військовослужбовців із закритою черепно-мозковою травмою, та виявили позитивні зрушення ($p < 0,05$) за показниками ЕЕГ після реабілітації (середня амплітуда загального діапазону θ -спектра ЕЕГ і середнє значення частоти, що домінує в δ -ритмі ЕЕГ), які можуть свідчити про включення різних механізмів подолання нервово-емоційного напруження під час реабілітації в умовах стаціонара, при цьому інші дані свідчать про порушення функціонування неспецифічних систем, що робить дизрегуляційні зміни електричної активності головного мозку стійкими та тривалими.

2. Програми реабілітації, що застосували, позитивно впливають на прояви постконтузійної симптоматики – соматичні прояви, що дуже часто бувають і порушують працездатність, а також явні скарги з боку когнітивної сфери вірогідно зменшились ($p < 0,05$), однак у 17 % осіб скарги з приводу порушення сенсорних функцій майже не змінилися після курсу реабілітації.

3. Виявили вірогідну ($p < 0,001$) відмінність об'єктивних характеристик когнітивних функцій у хворих до початку реабілітації порівняно з контролем (нижче за нормативні значення), а також суттєву ($p < 0,001$) позитивну динаміку концентрації уваги та обсягу короточасної пам'яті після реабілітації військовослужбовців із постконтузійною симптоматикою та наближення цих характеристик до нормативних граничних значень.

4. Відзначили, що діагностика когнітивних розладів, які пов'язані з травмою голови, значною мірою повин-

на базуватися на результатах нейропсихологічного об'єктивного тестування концентрації уваги та обсягу короточасної пам'яті, оскільки вона є більш динамічною ($p < 0,001$) ознакою порівняно зі скаргами щодо порушення когнітивних функцій.

Перспективи подальших досліджень. Для поліпшення терапевтичних результатів хворих із віддаленими наслідками легкої ЧМТ доречно використовувати велику інформативність, неінвазивність і безпечність наведених методів діагностики для оцінювання проявів постконтузійної симптоматики для прогнозування ймовірності розвитку неадекватних і/або парадоксальних реакцій на проведені лікувальні заходи, надати рекомендації з оптимізації терапії, включаючи медикаментозну, з урахуванням тла нейрогуморальної регуляції. Для складання оптимальної схеми лікувальних і реабілітаційних заходів хворих із віддаленими наслідками легкої ЧМТ рекомендовано, враховуючи неврологічну симптоматику, результати комплексного клініко-інструментального та клініко-біохімічного обстеження, продовжувати застосовувати нейрофізіологічні, нейропсихологічні методи дослідження для встановлення реабілітаційного потенціалу та вибору релевантної тактики дальшої реабілітації. Для формування обґрунтованих пропозицій щодо оцінювання реабілітаційного потенціалу людини потрібно продовжити дослідження з метою встановлення особливостей перебігу постконтузійної симптоматики в осіб різного віку залежно від часу, який минув після травми голови, наявності супутньої патології, часу перебування в зоні бойових дій тощо.

Конфлікт інтересів: відсутній.

Conflicts of interest: authors have no conflict of interest to declare.

Надійшла до редакції / Received: 15.01.2019

Після доопрацювання / Revised: 01.03.2019

Прийнято до друку / Accepted: 14.03.2019

Відомості про авторів:

Швець А. В., д-р мед. наук, старший науковий співробітник, начальник науково-дослідного відділу спеціальної медицини та психофізіології НДІ проблем військової медицини, Українська військово-медична академія, м. Київ, Україна. ORCID ID: 0000-0002-9461-7129

Кіх А. Ю., канд. мед. наук, начальник, Військово-медичний клінічний центр професійної патології особового складу Збройних Сил України, м. Ірпінь.

Лук'яничук І. А., старший науковий співробітник науково-дослідного відділу спеціальної медицини та психофізіології НДІ проблем військової медицини, Українська військово-медична академія, м. Київ.

Сведения об авторах:

Швец А. В., д-р мед. наук, старший научный сотрудник, начальник научно-исследовательского отдела специальной медицины и психофизиологии НИИ проблем военной медицины, Украинская военно-медицинская академия, г. Киев.

Ких А. Ю., канд. мед. наук, начальник, Военно-медицинский клинический центр профессиональной патологии личного состава Вооруженных Сил Украины, г. Ирпень.

Лукьяничук И. А., старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела специальной медицины и психофизиологии НИИ проблем военной медицины, Украинская военно-медицинская академия, г. Киев.

Information about authors:

Shvets A. V., MD, PhD, DSc, Senior Researcher, Head of the Research Department of Special Medicine and Psychophysiology of Research Institute of Military Medicine, Ukrainian Military Medical Academy, Kyiv.

Kikh A. Yu., MD, PhD, Head of the Military Medical Clinical Center for Occupational Pathology of Military Personnel of UAF Ukraine, Irpin.

Lukianchuk I. A., Senior Researcher of the Research Department of Special Medicine and Psychophysiology of Research Institute of Military Medicine, Ukrainian Military Medical Academy, Kyiv.

Список літератури

- [1] Shvets A., Kikh A. The decision support model for forecasting of wounded and sick restoration in hospital conditions based on psychophysiological data. *Кибернетика и вычислительная техника*. 2017. №3(189). С. 79–96. doi: 10.15407/kvt188.02.075
- [2] Ianof J. N., Anghinah R. Traumatic brain injury: An EEG point of view. *Dement Neuropsychol*. 2017. Vol. 11. Issue 1. P. 3–5. doi: 10.1590/1980-57642016dn11-010002
- [3] Post-Concussive Syndrome: a Focus on Post-Traumatic Headache and Related Cognitive, Psychiatric, and Sleep Issues / M. T. Minen et al. *Curr Neurol Neurosci Rep*. 2016. Vol. 16. Issue 11. doi: 10.1007/s11910-016-0697-7
- [4] Long-term structural changes after mTBI and their relation to post-concussion symptoms / J. A. Philip et al. *Brain Injury*. 2015. Vol. 29. Issue 10. P. 1211–1218. doi: 10.3109/02699052.2015.1035334
- [5] Postconcussion syndrome: emographics and predictors in 221 patients / C. H. Tator et al. *J. Neurosurg*. 2016. Vol. 125. P. 1206–1216.
- [6] IFCN standards for digital recording of clinical EEG / M. R. Nuwer et al. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*. 1998. Vol. 106. Issue 3. P. 259–261. doi: 10.1016/s0013-4694(97)00106-5
- [7] Жирмунская Е.А. Биозлектрическая активность здорового и больного мозга человека. *Клиническая физиология. Руководство по физиологии*. Ленинград: Наука, 1972. 313 с.
- [8] Cicerone K. D., Kalmar K. Persistent postconcussion syndrome: The structure of subjective complaints after mild traumatic brain injury. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*. 1995. Vol. 10. Issue 3. P. 1–17.
- [9] Швець А. В., Кальниш В. В., Шевчук О. В. Свідчення про реєстрацію авторського права на твір «Комп'ютерна програма «Peacekeepers' psychophysiology research program P.P.R.P.» від 12.06.2008 №24720.
- [10] Кальниш В. В., Швець А. В. Удосконалення методології визначення психофізіологічних характеристик операторів. *Український журнал з проблем медицини праці*. 2008. Т. 16. №4. С. 49–54.
- [11] Electroencephalography and quantitative electroencephalography in mild traumatic brain injury / Z. Haneef et al. *J. Neurotrauma*. 2013. Vol. 30. Issue 8. P. 653–656. doi: 10.1089/neu.2012.2585
- [12] Mild Traumatic Brain Injury (mTBI) and chronic cognitive impairment: A scoping review / K. McInnes et al. *PLoS One*. 2017. Vol. 12. Issue 4. e0174847. doi: 10.1371/journal.pone.0174847
- [13] Broshek D. K., De Marco A. P., Freeman J. R. A review of post-concussion syndrome and psychological factors associated with concussion. *Brain Injury*. 2015. Vol. 29. Issue 2. P. 228–237. doi: 10.3109/02699052.2014.974674
- [14] Postconcussion symptoms reported by Operation Enduring Freedom/ Operation Iraqi Freedom veterans with and without blast exposure, mild traumatic brain injury, and posttraumatic stress disorder / M. E. O'Neil et al. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*. 2017. Vol. 39. Issue 5. P. 449–458. doi: 10.1080/13803395.2016.1232699
- [15] Longitudinal Study of Postconcussion Syndrome: Not Everyone Recovers / C. Hiploylee et al. *Journal of Neurotrauma*. 2017. Vol. 34. Issue 8. P. 1511–1523. doi: 10.1089/neu.2016.4677
- [16] Moser R. S., Schatz P., Lichtenstein J. D. The Importance of Proper Administration and Interpretation of Neuropsychological Baseline and Postconcussion Computerized Testing. *Applied Neuropsychology: Child*. 2015. Vol. 4. Issue 1. P. 41–48. doi: 10.1080/21622965.2013.791825

References

- [1] Shvets A., & Kikh, A. (2017). The decision support model for forecasting of wounded and sick restoration in hospital conditions based on psychophysiological data. *Kibernetika i vychislitel'naya tekhnika*, 3(189), 79–96. doi: doi.org/10.15407/kvt188.02.075
- [2] Ianof, J. N., & Anghinah, R. (2017). Traumatic brain injury: An EEG point of view. *Dement Neuropsychol*, 11(1), 3–5. doi: 10.1590/1980-57642016dn11-010002
- [3] Minen, M. T., Boubour, A., Walia, H., & Barr, W. (2016). Post-Concussive Syndrome: a Focus on Post-Traumatic Headache and Related Cognitive, Psychiatric, and Sleep Issues. *Curr Neurol Neurosci Rep*, 16(11), 100. doi: 10.1007/s11910-016-0697-7

- [4] Dean, Ph. J. A., Sato, J. R., Vieira, G., McNamara, A., & Sterr, A. (2015) Long-term structural changes after mTBI and their relation to post-concussion symptoms. *Brain Injury*, 29(10), 1211–1218. doi: 10.3109/02699052.2015.1035334
- [5] Tator, C. H., Davis, H. S., Dufort, P. A., Tartaglia, M. C., Davis, K. D., Ebraheem, A., & Hiploylee, C. (2016). Postconcussion syndrome: emographics and predictors in 221 patients. *J. Neurosurg*, 125(5), 1206–1216. doi: 10.3171/2015.6.JNS15664
- [6] Nuwer, M. R., Comi, G., Emerson, R., Fuglsang-Frederiksen, A., Guérit, J. M., Hinrichs, H., et al. (1998). IFCN standards for digital recording of clinical EEG. The International Federation of Clinical Neurophysiology. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol Suppl*, 106(3), 259–61. doi: 10.1016/s0013-4694(97)00106-5
- [7] Zhirmunskaya, E. A. (1972). Bioelektricheskaya aktivnost' zdorovogo i bol'nogo mozga cheloveka [Bioelectric activity of a healthy and sick human brain]. *Rukovodstvo po fiziologii. Klinicheskaya fiziologiya*. Leningrad: Nauka. [in Russian].
- [8] Cicerone, K. D., & Kalmar, K. (1995). Persistent postconcussion syndrome: The structure of subjective complaints after mild traumatic brain injury. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 10(3), 1–17. http://dx.doi.org/10.1097/00001199-199510030-00002
- [9] Shvets, A. V., Kalnysh, V. V., & Shevchuk, O. V. (2008). Svidostvo pro reiestratsiiu avtorskoho prava na tvir «Kompiuterna prohrama «Peacekeepers' psychophysiology research program P.P.R.P.» vid 12.06.2008 №24720 [Certificate of registration of copyright for the work «Computer software «Peacekeepers' psychophysiology research program P.P.R.P.» from June 12, 2008. №24720.], [in Ukrainian].
- [10] Kalnysh, V. V., & Shvets, A. V. (2008). Udokonalennia metodologii vyznachennia psikhofiziologiiichnykh kharakterystyk operatoriv [Improvement of methodology for determining operators' psychophysiological characteristics]. *Ukrainskyi zhurnal z problem medytsyny pratsi*, 16(4), 49–54. [in Ukrainian].
- [11] Haneef, Z., Levin, H. S., Frost, J. D. Jr., & Mizrahi, E. M. (2013). Electroencephalography and quantitative electroencephalography in mild traumatic brain injury. *J Neurotrauma*, 30(8), 653–656. doi: 10.1089/neu.2012.2585
- [12] McInnes, K., Friesen, C. L., MacKenzie, D. E., Westwood, D. A., & Boe, S. G. (2017). Mild Traumatic Brain Injury (mTBI) and chronic cognitive impairment: A scoping review. *PLoS One*, 12(4), e0174847. doi: 10.1371/journal.pone.0174847
- [13] Broshek, D. K., De Marco, A. P., & Freeman J.R. (2015). A review of post-concussion syndrome and psychological factors associated with concussion. *Brain Injury*, 29(2), 228–237. doi: 10.3109/02699052.2014.974674
- [14] O'Neil, M. E., Kathleen, M. C., Carlson, F., Roost, M., Laman-Maharg, B., Twamley, E. W., et al. (2017). Postconcussion symptoms reported by Operation Enduring Freedom/Operation Iraqi Freedom veterans with and without blast exposure, mild traumatic brain injury, and posttraumatic stress disorder. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 39(5), 449–458. doi: 10.1080/13803395.2016.1232699
- [15] Hiploylee, C., Dufort, P. A., Davis, H. S., Wennberg, R. A., Tartaglia, M. C., Mikulis, D., et al. (2015). Longitudinal Study of Postconcussion Syndrome: Not Everyone Recovers. *Journal of Neurotrauma*, 34(8), 1511–1523. doi: 10.1089/neu.2016.4677
- [16] Moser, R. S., Schatz, Ph., & Lichtenstein, J. D. (2015). The Importance of Proper Administration and Interpretation of Neuropsychological Baseline and Postconcussion Computerized Testing. *Applied Neuropsychology: Child*, 4(1), 41–48. doi: 10.1080/21622965.2013.791825