

УДК 616.89-07-08(035):616-036.82:355.11:355.721

КЛІНІКО-ФУНКЦІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ЗДОРОВ'Я У ОСІБ З НАСЛІДКАМИ ЧЕРЕПНО-МОЗКОВОЇ ТРАВМИ ПІСЛЯ ПЕРЕБУВАННЯ В ЗОНІ БОЙОВИХ ДІЙ ЗА ПОКАЗНИКАМИ СТАБІЛОГРАФІЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Кальниш В. В.^{1,2}, Швець А. В.², Горолюк Д. О.³

¹Державна установа «Інститут медицини праці імені Ю. І. Кундієва Національної академії медичних наук України», м. Київ

²Українська військово-медична академія, м. Київ

³Військово-медичний клінічний центр Північного регіону, м. Харків

Вступ. Черепно-мозкові травми (ЧМТ), які були отримані протягом 2017 року внаслідок воєнних дій на Сході України, склали 30,8 % серед усіх механічних бойових ушкоджень і травм. При цьому ушкодження вуха внаслідок акубаротравми серед ЧМТ складало 22,8 %. Така поєднана патологія практично завжди тягне за собою дефекти рухової функції, у тому числі порушення контролю за позою, що робить зазначені дослідження актуальними.

Мета дослідження – аналіз результатів використання стабілометрії як методу контролю за станом рівноваги в пацієнтів з ЧМТ у процесі лікування та реабілітації, а також визначення орієнтовних показників стабілографічного дослідження в практично здорових осіб.

Матеріали та методи дослідження. Були обстежені дві групи військовослужбовців. Основна група – практично здорові військовослужбовці – склали 124 чоловіки віком 20–30 років, які були визнані військово-лікарською комісією придатними до служби в десантно-штурмових військах. Другу групу осіб склали пацієнти, які мали в анамнезі легку закриту ЧМТ, ускладнену акубаротравмою слухової та вестибулярної систем (23 чоловіки), з середнім терміном після одержаної травми голови (8 ± 2) доби. Дослідження статичної просторової стійкості (функції рівноваги) проводили за допомогою приладу «МПФИ стабілограф 1» і пакета програмного забезпечення StabiliS протягом 1 хв. У осіб з патологією зазначені дослідження проводили при поступленні в стаціонар та після 5 діб інтенсивного лікування.

Результати. Підтверджено, що участь зору в контролі за вертикальною позою (ВП) і його депривація впливає на окремий комплекс постурального контролю і змінює значення реєстрованих параметрів у нормі. Виявлені значимі зміни в параметрах підтримки ВП у режимі зорового контролю і без нього свідчать про зниження активності центрального апарату управління рівновагою тіла при депривації зору. Визначено орієнтовні нормативні значення параметрів статичної стабілометрії при відкритих і заплучених очах у практично здорових осіб. Показники комп'ютерної стабілометрії, отримані в умовах відсутності зорового контролю за підтриманням ВП, є найінформативнішими характеристиками, які можуть служити критеріями діагностики порушень функціонального стану після перенесених ЧМТ з акубаротравмою. Виділені шість найінформативніших показники стабілометрії 23 досліджуваних, за якими можна оцінити ступінь покращання функціонального стану в разі застосування відновного лікування в умовах стаціонару.

Висновки. Визначено межі нормативних значень параметрів статичної стабілометрії при відкритих і заплучених очах у практично здорових чоловіків. Визначені особливості покращання функціонального стану військовослужбовців з баротравмою, поєднаною з легким струсом головного мозку після 5 діб стаціонарного лікування за показниками стабілометрії. Виявлені інформативні показники, за якими можна оцінити ці покращання, а саме: середньозважена частота спектра коливань центру тиску в фронтальній площині, якість функції рівноваги, середня швидкість переміщення центру тиску, довжина траєкторії коливань центру тиску. Показано важливість проведення періодичної оцінки функціонального стану за стабілометричними показниками в осіб у процесі лікування баротравми, поєднаною з легким струсом головного мозку, для удосконалення та індивідуалізації технології відновного лікування зазначеної патології.

Ключові слова: акубаротравма, черепно-мозкова травма, стабілометрія, функціональний стан

Вступ

Черепно-мозкові травми (ЧМТ), які були отримані протягом 2017 року внаслідок воєнних дій на Сході України, склали 30,8 % серед усіх механічних бойових ушкоджень і травм. При цьому ушкодження вуха внаслідок акубаротравми серед ЧМТ складало 22,8 %. Відомо, що при багатьох захворюваннях внутрішнього вуха, нервової системи та опорно-рухового апарату якість підтримки вертикальної пози страждає. Тому ЧМТ, що викликають порушення свідомості, практично завжди тягнуть за собою дефекти рухової функції, у тому числі порушення контролю за позою [1, 14, 18, 20].

Контролювання пози в людини привертає увагу дослідників багатьох країн. Існують напрями клінічних досліджень, метою яких є визначення діагностичної цінності тих чи інших порушень пози. Об'єктивним способом оцінки ефективності підтримки вертикальної пози людини є статична стабілометрія [5, 9, 15]. Французька школа постурології виділяє синдром наслідків струсу головного мозку, який реєструється за допомогою статичної стабілометрії [19]. Крім того, серед сучасних технологій, які отримали розвиток за останні десятиліття, стабілометрія використовується як метод діагностики функції рівноваги, рухових порушень і проведення активної реабілітації пацієнтів з даною патологією [12, 18]. Таким чином, актуальною проблемою сучасної діагностики та контролю за лікувальними та реабілітаційними заходами військовослужбовців, які отримали травму головного мозку, є виявлення ефекту лікування та реабілітації за допомогою доступного та зі швидким терміном отримання результату методу стабілометричного дослідження. При цьому потрібно враховувати діапазони «нормальних» значень стабілограм для їхнього порівняння з проявами постконтузійної симптоматики.

Мета дослідження — аналіз результатів використання стабілометрії як методу контролю за станом рівноваги в пацієнтів з ЧМТ у процесі лікування та реабілітації, а також визначення орієнтовних показників стабілографічного дослідження в практично здорових осіб.

Матеріали та методи дослідження

Для реалізації поставленої мети обстежені 2 групи військовослужбовців. Основна група — практично

здорові військовослужбовці — склали 124 чоловіки віком 20–30 років (середня довжина тіла ($175,4 \pm 3,0$) см, середня маса тіла ($72,8 \pm 4,6$ кг), які були визнані військово-лікарською комісією придатними до служби в десантно-штурмових військах. У цих військовослужбовців ретельно аналізувалася історія життя, з акцентом на психічний і фізичний розвиток, а також медична документація.

Другу групу осіб склали пацієнти, які мали в анамнезі легку закриту ЧМТ (тТВІ), ускладнену акубаротравмою слухової та вестибулярної систем (23 чоловіки). З метою коректного набору клінічного матеріалу та однорідності отриманих даних у дослідження включені пацієнти з достовірним діагнозом (втрата свідомості після травми голови протягом 20–30 хв). У всіх пацієнтів під час отоневрологічного огляду виявлено нейросенсорну приглухуватість помірного ступеня. Критерієм виключення з дослідження були супутня соматична патологія, яка погіршує функцію вертикального положення тіла (наявність судинного, нейродегенеративного, дисметаболічного або іншого органічного ураження головного мозку). У відповідності з перерахованими критеріями в дослідження включено пацієнтів з тТВІ та нейросенсорною приглухуватістю, середній вік яких склав ($35,4 \pm 11,7$) років, середня довжина тіла — ($178,8 \pm 8,1$) см, середня маса тіла — ($76,5 \pm 11,9$) кг. Дослідження проводили на базі Військово-медичного клінічного центру Північного регіону у військовослужбовців з середнім терміном після одержаної травми голови (8 ± 2) доби до та після 5 днів інтенсивного лікування.

Дослідження статичної просторової стійкості (функції рівноваги) проводили за допомогою приладу «МПФИ стабілограф 1» і пакета програмного забезпечення StabiliS. Комплекс дозволяє здійснювати запис коливань тіла людини, що знаходиться в положенні стоячи. Дослідження психофізіологічних характеристик за допомогою приладу побудовані на принципі реєстрації коливань проєкції центру тиску людини на площину опори [6].

Дослідження здійснювали в такий спосіб: випробуваний перебуває у вертикальному положенні на тензометричній платформі. Потім відбувалася реєстрація коливань центру тиску протягом 1 хв з відкритими та 1 хв із закритими очима, після чого здійснювався аналіз отриманих записів за показниками: Length, мм — довжина траєкторії коливань центру тиску; AvgSpeed, мм/с — середня швидкість переміщення центру тиску; Angle, гр — усереднений

кут коливань центру тиску; $\text{Pup2Sigma}, \%$ – відносна кількість точок стабілограми, що лежать у межах подвоєного стандартного відхилення; PirsonXY – коефіцієнт лінійної кореляції між коливаннями в фронтальній і сагітальній площинах; $\text{RangeX}, \text{мм}$ – розмах коливань центру тиску в фронтальній площині; $\text{RangeY}, \text{мм}$ – розмах коливань центру тиску в сагітальній площині; $\text{LengthX}, \text{мм}$ – довжина траєкторії коливань центру тиску в фронтальній площині; $\text{LengthY}, \text{мм}$ – довжина траєкторії коливань центру тиску в сагітальній площині; $\text{MeanX}, \text{мм}$ – середнє положення центру тиску в фронтальній площині; $\text{MeanY}, \text{мм}$ – середнє положення центру тиску в сагітальній площині; $\text{StdDevX}, \text{мм}$ – стандартне відхилення коливань центру тиску в фронтальній площині; $\text{StdDevY}, \text{мм}$ – стандартне відхилення коливань центру тиску в сагітальній площині; $\text{SkewX}, \text{мм}$ – асиметрія коливань центру тиску в фронтальній площині; $\text{SkewY}, \text{мм}$ – асиметрія коливань центру тиску в сагітальній площині; $\text{KurtosisX}, \text{мм}$ – ексцес коливань центру тиску в фронтальній площині; $\text{KurtosisY}, \text{мм}$ – ексцес коливань центру тиску в сагітальній площині; $\text{wAvgFX}, \text{Гц}$ – середньозважена частота спектра коливань центру тиску в фронтальній площині; $\text{wAvgFY}, \text{Гц}$ – середньозважена частота спектра коливань центру тиску в сагітальній площині; $\text{wAvgFXY}, \text{Гц}$ – середньозважена частота кроспектра коливань центру тиску в фронтальній і сагітальній площині; $\text{CC0X}, \text{с}$ – зсув автокореляційної функції у фронтальній площині до отримання значення коефіцієнта кореляції менше ніж нуль; $\text{CC0Y}, \text{с}$ – зсув автокореляційної функції в сагітальній площині до отримання значення коефіцієнта кореляції менше ніж нуль; $\text{KFR}, \%$ – якість функції рівноваги. KFR розраховується за допомогою аналізу векторів зсуву центру тиску щодо осей координат. Вибір даного параметра не випадковий, так як він є найстабільнішим інтегральним показником стійкості тіла [10, 11]. Чим вище значення цього параметра, тим краща стійкість.

Вибір зазначених характеристик не випадковий, оскільки він ґрунтується на обранні тих параметрів, які піддаються нейрофізіологічному трактуванню та визначенню фізичного зв'язку (залежності) реєстрованих значень від технічної характеристики та особливостей пристрою, що реєструє показники [6].

Вважають, що в нормі частота коливання тіла становить близько 4 Гц [3]. Для повномасштабної оцінки коливання тіла, які відбуваються з частотою

близько 4 Гц, необхідно передбачити оптимальний варіант опитування датчиків, платформи приладу. Для вирішення завдань точної оцінки одержуваних даних, частота опитування датчика складає 13,1 Гц. Статистичну обробку отриманих результатів проводили в програмному пакеті STATISTICA 6.0 методами дескриптивної статистики.

Результати дослідження та їх обговорення

Підтримка вертикальної пози (ВП) людини – специфічне явище, що є складним безперервним функціональним процесом, який реалізується потужною фізіологічною системою, до якої входить опорно-м'язовий апарат і апарат управління ним. До останнього можна віднести коркові зони, підкіркові та сегментарні утворення нервової системи. У нормі людина, що підтримує ВП, здійснює мікроколивання в різних площинах, причому з фізичної точки зору тіло являє собою важіль з точкою опори в місці зіткнення підошов з поверхнею платформи. Фізіологія пропріорецепторів передбачає обов'язкові коливання тіла, які необхідні для збудження первинно-рецепторної клітини, що зумовлює взагалі оптимальність роботи даної анатоми-фізіологічної структури. Ці коливання практично не видно оком, вони мають маленьку амплітуду та частоту, яка за відомими даними становить близько 4 Гц.

Для обґрунтування орієнтовних показників стабілографічного дослідження в нормі було проаналізовано показники, одержані під час обстеження практично здорових осіб на артефакти, які слід виключати з обробки даних. Перевірка артефактів проводиться за критерієм нормованого відхилення випадку, заснованого на двонаправленій статистиці Граббса [7] відповідно до міжнародного стандарту ISO 5725-2:1994 [16]. У результаті цього було виключено дані обстеження 6 осіб, які суттєво відрізнялись від загальної вибірки. Наявність таких осіб серед групи здорових військовослужбовців можна пояснити декількома позиціями. По-перше – можливим приховуванням виявленими особами травм головного мозку в анамнезі, або іншої патології, яка впливає на підтримку ВП і не може бути доведеною під час проведення військово-лікарської експертизи загальноприйнятими методами обстеження. По-друге – помилками технічного характеру, допущеними дослідником під час проведення обстеження (не виконана калібровка приладу або

центру ваги тощо). Таким чином, аналізували дані стабілографічного обстеження, які відповідають закону нормального розподілу вибірових величин.

На основі граничних значень 5–95 % перцентильного розмаху стабілографічних показників досліджуваних військовослужбовців розраховані гранично допустимі орієнтовні показники норми в здорових осіб (критеріальний 5–95 % діапазон норми), які надано в таблиці 1.

Оскільки деякі показники (Angle, PirsonXY, MeanX, MeanY, Skew) можуть мати як додатні, так і від'ємні значення, застосовано дескриптивну статистику для них окремо. Показники асиметрії

(Skew) мали однакові розмахи як для додатних, так і від'ємних величин, тому взято для аналізу значення асиметрії за модулем.

За матеріалами французької постурологічної асоціації (1985 р.) описано норми для здорових осіб, які було отримано на приладі з дискретизацією в 5 Гц [2]. Значимі відмінності були відмічені за показником StdDevY; його значення збільшилось при депривації зору. У режимі зорового контролю його значення склали ($3,52 \pm 1,50$) мм (перцентиль 2,5–4,32), а з заплученими очима – ($4,22 \pm 1,70$) мм (перцентиль 3,16–4,87). Ці дані певним чином кореспондують з одержаними

Таблиця 1

Середні значення параметрів статичної стабілометрії при відкритих і заплучених очах у практично здорових чоловіків

Показник	Розплучені очі				Заплучені очі			
	M ± m	5 %	95 %	σ	M ± m	5 %	95 %	σ
Length, мм	401,99 ± 8,85	255,90	575,95	96,15	553,58 ± 15,88	303,50	866,35	172,55
AvgSpeed, мм/с	7,14 ± 0,16	4,54	10,23	1,71	9,86 ± 0,28	5,36	15,54	3,09
Pup2Sigma, %	93,88 ± 0,16	90,90	96,70	1,75	93,65 ± 0,17	90,40	96,70	1,82
RangeX, мм	13,14 ± 0,42	7,77	21,75	4,54	14,14 ± 0,70	6,00	21,84	7,59
RangeY, мм	17,99 ± 0,58	9,88	29,28	6,34	19,03 ± 0,52	11,87	27,85	5,63
LengthX, мм	211,06 ± 6,36	107,65	351,10	69,07	275,19 ± 10,72	114,50	500,30	116,50
LengthY, мм	294,64 ± 6,19	198,90	420,40	67,24	418,09 ± 11,42	238,40	681,70	124,06
StdDevX, мм	2,76 ± 0,10	1,48	4,87	1,06	3,0 ± 0,19	1,26	4,78	2,10
StdDevY, мм	3,81 ± 0,14	1,99	6,71	1,55	3,98 ± 0,12	2,32	6,44	1,26
Модуль SkewX, мм	0,19 ± 0,02	0,01	0,55	0,19	0,15 ± 0,01	0,01	0,53	0,15
Модуль SkewY, мм	0,19 ± 0,02	0,02	0,57	0,19	0,16 ± 0,01	0,02	0,44	0,13
KurtosisX, мм	2,55 ± 0,08	2,03	3,04	0,84	2,54 ± 0,03	2,10	3,15	0,32
KurtosisY, мм	2,55 ± 0,03	2,14	3,12	0,35	2,54 ± 0,02	2,18	2,98	0,24
CC0X, с	19,92 ± 0,95	4,25	39,45	10,31	16,46 ± 0,96	1,10	38,50	10,46
CC0Y, с	17,77 ± 0,96	2,99	38,35	10,44	15,67 ± 0,93	1,57	35,83	10,07
wAvgFX, Гц	0,27 ± 0,01	0,19	0,38	0,06	0,32 ± 0,01	0,22	0,44	0,07
wAvgFY, Гц	0,25 ± 0,01	0,16	0,35	0,06	0,30 ± 0,01	0,22	0,41	0,06
wAvgFXY, Гц	0,260 ± 0,001	0,19	0,33	0,05	0,310 ± 0,001	0,49	0,23	0,39
KFR	81,62 ± 0,73	66,35	93,32	7,97	69,11 ± 1,26	44,55	89,59	13,72
Angle, гр	-13,58 ± 1,16	-31,42	-1,94	9,42	-12,73 ± 1,32	-34,66	-0,80	9,85
	14,53 ± 1,70	0,31	40,63	12,50	17,24 ± 1,80	1,73	47,97	14,44
PirsonXY	-0,18 ± 0,02	-0,42	-0,02	0,15	-0,18 ± 0,01	-0,43	-0,02	0,12
	0,21 ± 0,02	0,02	0,59	0,17	0,17 ± 0,02	0,01	0,47	0,15
MeanX, мм	-3,79 ± 0,49	-11,67	-0,04	3,75	-4,63 ± 0,48	-11,10	-0,63	3,75
	4,17 ± 0,59	0,26	11,80	4,62	4,97 ± 0,64	0,34	17,20	4,93
MeanY, мм	-14,87 ± 1,45	-41,00	-1,10	13,52	-15,75 ± 1,47	-38,76	-0,42	13,65
	5,47 ± 0,79	0,96	15,91	4,44	6,21 ± 1,02	0,26	16,03	5,92

Примітка. Жирним шрифтом виділені граничні значення «норми».

показниками StdDevY (відповідно середні значення $(3,81 \pm 0,14)$ і $(3,98 \pm 0,12)$), при цьому стандартна помилка середнього значення за нашими результатами є значно меншою.

Подібні результати одержані нами за інтегральним показником KFR. Так, за даними французьких учених цей показник при зоровому контролі складав $(81,29 \pm 11,50)$ % (перцентиль 73,10–91,25 %), а за нашими даними – $(81,62 \pm 0,73)$ і перцентиль 66,35–93,32. Без зорового контролю KFR складав $(69,58 \pm 17,0)$ % (перцентиль 58,18–84,05 %), а за даними дослідження – $(69,11 \pm 1,26)$ і перцентиль 44,55–89,59. Якщо середні значення KFR, отримані за результатами дослідження та французькими вченими дуже близькі, то в перцентилях є певні відмінності, пов'язані з їхнім діапазоном. Можливо в європейській публікації розраховувались 10–90 % перцентилі. У будь-якому випадку перцентиль допомагає виявити патерни між даними, які можуть бути приховані при їхньому нормальному розподілі.

Таким чином, участь зору в контролі за ВП і його депривація впливає на окремий комплекс постурального контролю та змінює значення реєстрованих параметрів. Виявлені значимі зміни в параметрах підтримки ВП у режимі зорового контролю й без нього свідчать про зниження активності центрального апарату управління рівновагою тіла при депривації зору.

Наступним етапом дослідження був аналіз показників стабілографії у хворих осіб та його порівняння з нормальними величинами.

У результаті проведеного клінічного дослідження виявлено, що пацієнти з наслідками ЧМТ мали численні синдроми при поступленні в стаціонар. Найчастіше виявлявся цефалгічний (75 %), вестибуло-атактичний (45 %), астено-невротичний (68 %) синдроми. Хворі скаржились на зниження когнітивних функцій (26 %), зниження працездатності та активності (70 %), зниження фону настрою та тривожності (46 %), розлади сну (30 %), судомний синдром (5 %), вегетативні порушення (48 %).

Окремі результати дескриптивної статистики параметрів статичної стабілометрії в нормі та патології наведено в таблиці 2.

Перш за все слід зазначити наявність достовірного впливу участі зорового контролю на стабілографічні показники серед як здорових, так і осіб з ЧМТ. Найважливішим є наявність змін у характеристиках інтегрального показника якості функції рівноваги.

Так, KFR достовірно зменшується при виключенні зорового контролю за підтримкою ВП в обох групах, при чому цей показник достовірно гірший у осіб з травмою головного мозку, поєднаною з акубаротравмою, особливо при заплющених очах (у 1,3 разу гірший за середньостатистичний показник у практично здорових осіб).

В умовах відсутності зорового контролю за загальною довжиною траєкторії коливань центру тиску довжина в різних площинах достовірно збільшується як в одній, так і іншій групі досліджуваних, при чому в II групі осіб цей показник погіршується в 1,63 рази (у I групі в 1,38 разу). Також зростає й середня швидкість переміщення центру тиску (у групі здорових у 1,38 разу та групі хворих у 1,66 разу відповідно). Відносна кількість точок стабілограми, що лежать у межах подвоєного стандартного відхилення, достовірно зменшується при закритті очей лише в групі хворих осіб.

Стандартне відхилення коливань центру тиску в фронтальній площині є більш чутливим показником впливу зорового контролю на підтримку ВП у практично здорових осіб. Так, у цій групі таке стандартне відхилення достовірно збільшується в 1,74 разу, а у групі хворих – майже не змінюється, хоча й має певну тенденцію до збільшення.

Середньозважена частота крос-спектра коливань центру тиску в фронтальній і сагітальній площині, а також середньозважені частоти спектра коливань центру тиску в фронтальній і сагітальній площинах достовірно збільшуються при заплющенні очей у представників груп здорових і хворих. По суті ці показники відображають лише частоту коливальних рухів тіла і є показниками частоти коливання тіла, які носять відносний характер і вказують на явища, що відбуваються в апогеї та перигеї коливального руху тіла. Зменшення коливань тіла відбувається за рахунок збільшення траєкторії, а це відбувається в результаті неточного руху.

Описуючи фізіологічне значення параметра, середній розмах коливань центру тиску в фронтальній чи сагітальній площинах, можна відзначити, що його абсолютна величина залежить не від частоти коливання тіла, а від точності цих рухів.

Оскільки в пацієнтів з патологією присутні додаткові рухи, які в даній ситуації будуть по осі абсцис і ординат (прямолінійні та бічні рухи) відповідно, достовірно збільшується в значеннях середнього розмаху коливань центру тиску, а також

Таблиця 2

Середні значення параметрів статичної стабілометрії в нормі та патології, $M \pm m$

Показник	Здорові			Хворі		
	середні значення з відкритими очима	середні значення з закритими очима	p	середні значення з відкритими очима	середні значення з закритими очима	p
KFR,%	81,62 ± 0,73	69,11 ± 1,26***	##	72,88 ± 2,64	53,36 ± 3,86***	###
Length, мм	401,99 ± 8,85	553,58 ± 15,88***	#	523,14 ± 43,48	854,05 ± 84,30**	##
AvgSpeed, мм/с	7,14 ± 0,16	9,86 ± 0,28***	#	9,31 ± 0,78	15,55 ± 2,36*	#
Pup2Sigma, %" "	93,88 ± 0,16	93,65 ± 0,17		93,70 ± 0,26	91,09 ± 0,30**	###
RangeX, мм	13,14 ± 0,42	14,14 ± 0,70	##	20,29 ± 2,03	25,30 ± 3,15	#
RangeY, мм	17,99 ± 0,58	19,03 ± 0,52		22,82 ± 2,57	29,30 ± 3,72	#
LengthX, мм	211,06 ± 6,36	275,19 ± 10,72***	###	322,23 ± 24,91	445,33 ± 42,66*	##
LengthY, мм	294,64 ± 6,19	418,09 ± 11,42***		340,07 ± 31,92	623,77 ± 109,02*	
StdDevX, мм	2,76 ± 0,10	4,71 ± 0,38***	###	4,19 ± 0,33	5,17 ± 0,61	
StdDevY, мм	3,81 ± 0,14	3,98 ± 0,12		4,94 ± 0,57	6,24 ± 0,82	##
CC0X, с	19,92 ± 0,95	16,46 ± 0,96***		19,70 ± 2,13	12,00 ± 1,32**	##
CC0Y, с	17,77 ± 0,96	15,67 ± 0,93		17,93 ± 2,14	15,51 ± 2,46	
wAvgFX, Гц	0,27 ± 0,01	0,32 ± 0,01***		0,28 ± 0,01	0,30 ± 0,01*	#
wAvgFY, Гц	0,25 ± 0,01	0,30 ± 0,01***		0,23 ± 0,01	0,29 ± 0,02*	
wAvgFXY, Гц	0,26 ± 0,001	0,310 ± 0,001***		0,25 ± 0,01	0,28 ± 0,01*	##
Модуль SkewX, мм	0,19 ± 0,02	0,15 ± 0,01		0,18 ± 0,04	0,21 ± 0,04	
Модуль SkewY, мм	0,19 ± 0,02	0,16 ± 0,01		0,14 ± 0,02	0,10 ± 0,01	###
KurtosisX, мм	2,55 ± 0,08	2,54 ± 0,03		2,55 ± 0,10	2,64 ± 0,07	
KurtosisY, мм	2,55 ± 0,03	2,54 ± 0,02	##	2,38 ± 0,05	2,49 ± 0,03	
Angle, гр	-13,58 ± 1,16	-12,73 ± 1,32	#	-10,94 ± 0,08	-9,33 ± 0,06	##
	14,53 ± 1,70	17,24 ± 1,80	#	9,84 ± 0,06	10,11 ± 0,08	###
PirsonXY	-0,18 ± 0,02	-0,18 ± 0,01		-0,157 ± 0,05	-0,124 ± 0,02	##
	0,21 ± 0,02	0,17 ± 0,02		0,12 ± 0,05	0,163 ± 0,020	
MeanX, мм	-3,79 ± 0,49	-4,63 ± 0,48		-3,818 ± 1,050	-3,907 ± 1,450	
	4,17 ± 0,59	4,97 ± 0,64	#	1,909 ± 0,760	3,198 ± 1,380	
MeanY, мм	-14,87 ± 1,45	-15,75 ± 1,47	###	-5,43 ± 0,62	-5,49 ± 0,63	###
	5,47 ± 0,79	6,21 ± 1,02	##	2,55 ± 0,34	3,45 ± 0,37	##

Примітка. *, **, ***Достовірність різниці середніх значень внутрішньо групових показників з закритими та відкритими очима за критерієм Стьюдента відповідає рівням $p < 0,05$, $p < 0,01$ і $p < 0,001$; #, ##, ### – достовірність різниці середніх значень міжгрупових показників в умовах закритих або відкритих очей за критерієм Стьюдента відповідає рівням $p < 0,05$, $p < 0,01$ і $p < 0,001$.

зменшується відносна кількість точок стабілограми, що лежать у межах подвоєного стандартного відхилення при заплучених очах порівняно з групою практично здорових осіб.

Крім того, не залежно від наявності чи відсутності зорового контролю за підтриманням ВП загальна довжина траєкторії коливань центру тиску та довжина траєкторії коливань центру тиску у фронтальній площині достовірно вища в осіб з патоло-

гією. При цьому стандартне відхилення коливань центру тиску в фронтальній площині достовірно гірше в осіб з патологією лише за наявності зорового контролю за підтримкою ВП.

Стандартне відхилення коливань центру тиску лише у фронтальній площині достовірно гірше в представників групи хворих за умов наявності зорового контролю за підтриманням ВП, а стандартне відхилення коливань центру тиску лише в сагітальній

площині достовірно гірше в цієї групи за умов відсутності зорового контролю за підтриманням ВП.

Цікавим є те, що середнє значення показника зсуву автокореляційної функції у фронтальній площині до отримання значення коефіцієнта кореляції менше ніж нуль достовірно зменшується в обох групах осіб при виключенні зорового контролю за підтримкою ВП і є достовірно меншим при заплюснених очах у хворих осіб. Це свідчить про більшу хаотичність рухів при виключенні зорового контролю та у хворих осіб.

Асиметрія та ексцес коливань центру тиску в різних площинах у представників досліджуваних груп не залежать від фактора впливу зорового контролю за підтримкою ВП.

Середнє положення центру тиску у фронтальній і сагітальній площинах, коефіцієнт лінійної кореляції між коливаннями в фронтальній і сагітальній площинах, а також усереднений кут коливань центру тиску не мають достовірних змін при виключенні зорового контролю за підтримкою ВП. Разом з тим, ці показники певним чином відрізняються при міжгруповому порівнянні. Оскільки при виділенні величин за знаком (- або +) вибірка осіб у групі хворих осіб зменшилася й коливається від 7 до 12 досліджуваних, одержані дані потребують подальшого дослідження та більш ретельного аналізу.

Таким чином, комп'ютерна стабілометрія є високоефективним методом об'єктивної оцінки рухових і вестибулярних порушень у хворих з ЧМТ в анамнезі в процесі діагностики та лікування. Показники комп'ютерної стабілометрії, отримані в умовах відсутності зорового контролю за підтриманням ВП (якість функції рівноваги, довжина загальної траєкторії коливань центру тиску та у фронтальній площині, середня швидкість переміщення центру тиску, відносна кількість точок стабілограми, що лежать у межах подвоєного стандартного відхилення, розмах коливань центру тиску в фронтальній та сагітальній площинах, стандартне відхилення коливань центру тиску в сагітальній площині та середньозважена частота крос-спектра коливань центру тиску у фронтальній і сагітальній площині) є найінформативнішими характеристиками, можуть служити критеріями діагностики рухових порушень після перенесених ЧМТ з акубаротравмою.

Наступним етапом дослідження став пошук найчутливіших характеристик стабілографії, які можуть свідчити про відновлення порушених функцій при лікуванні в гострий період ЧМТ, сполуче-

ною з акубаротравмою. Так, серед 23 характеристик достовірні зрушення ($p < 0,05$) через 5 діб лікування відмічені лише за декількома показниками, а саме: загальної довжини траєкторії коливань центру тиску та її характеристики в сагітальній площині (рис. 1); середньої швидкості переміщення центру тиску (рис. 2); якості функції рівноваги (рис. 3) та середньозваженої частоти спектра коливань центру тиску у фронтальній площині (рис. 4.).

Потрібно відмітити, що наслідком лікування є суттєве зменшення траєкторії коливань центру тиску в разі відсутності зорового контролю (рис. 1). Це явище характеризує процес зменшення кількості зайвих рухів у пацієнта в разі стабілізації вертикальної пози, обумовлених діяльністю вестибулярного апарату та інших механізмів її підтримки.

Зрозуміло, що в разі змінення довжини траєкторії коливань центру тиску за умов відсутності зорового контролю повинна змінюватись швидкість переміщення центру тиску. Ця теза підтверджується даними рисунка 2, де констатується достовірне зниження цього параметра після 5 діб лікування. Така сама тенденція зменшення швидкості спостерігається й при відкритих очах. Але в цьому випадку вона є значно меншою, ніж у попередньому, що можна пояснити стабілізуючою роллю центральної нервової системи при здійсненні зорового контролю за підтримкою пози.

Тотожна закономірність спостерігається й за показником якості функції рівноваги (рис. 3). Тут можна помітити невелике покращання якості функції рівноваги після 5 діб лікування, збільшення якої

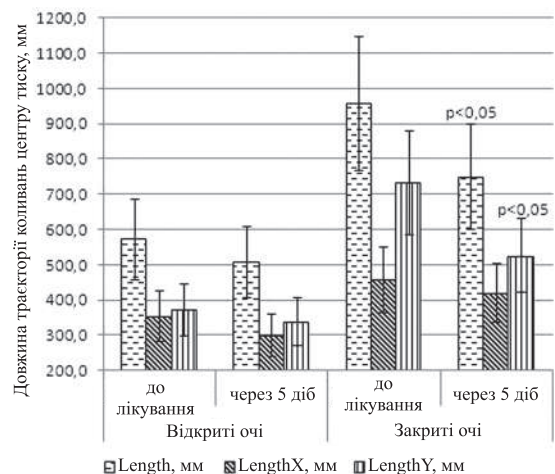


Рис. 1. Характеристики довжини траєкторії коливань центру тиску у хворих осіб на перший та п'ятий день лікування

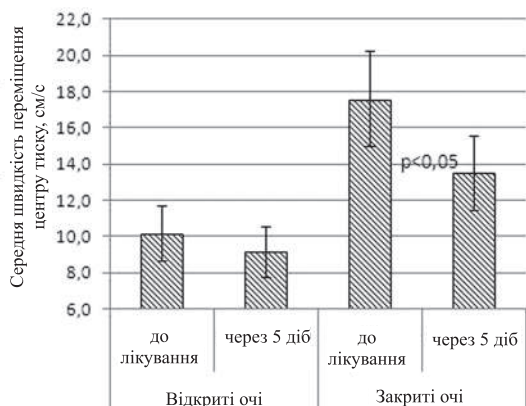


Рис. 2. Характеристики середньої швидкості переміщення центру тиску у хворих осіб на перший та п'ятий день лікування

стримується стабілізуючою функцією окремих компонентів головного мозку. Цікаво, що в разі відключення цього механізму при закритих очах спостерігається суттєве зниження якості рівноваги як до, так і через 5 днів лікування, що ілюструє велику роль центральних мозкових процесів у забезпеченні рівноваги. Між тим при закритих очах спостерігається достовірне збільшення якості функції рівноваги. Це свідчить про ефективний вплив незначного за часом лікування. Проте надання лікарю оперативної інформації про цю ефективність дало б йому можливість планувати більш раціональну стратегію відновлення функцій організму військовослужбовця.

Ще однією з важливих характеристик процесу підтримки ВП у людини є показник середньозваженої частоти спектра коливань центру тиску. При всій складності форми спектра коливань центру тиску його середньозважена частота інтегрально віддзеркалює зсув піків цього спектра в бік збільшення чи зниження частот. Виходячи з теоретичних міркувань можна припустити, що підвищення середньозваженої частоти, особливо за умов з закритими очима, свідчить про активацію та напруження механізмів підтримки пози, коли методом «проб та помилок», чи іншими невідомими нам механізмами організм намагається вийти до більш раціонального режиму регуляції пози.

Тепер можна розглянути отримані емпіричні дані щодо відновлення організму військовослужбовців через баротравму (рис. 4). Тут потрібно констатувати, що за умов з відкритими очима середньозважена частота значно зменшується після 5 днів

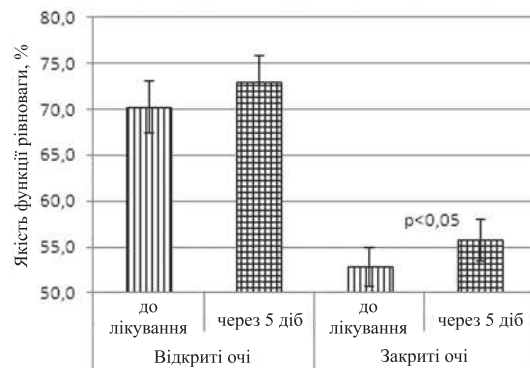


Рис. 3. Характеристики якості функції рівноваги у хворих осіб на перший та п'ятий день лікування

лікування, що свідчить про зменшення напруги механізмів підтримки вертикальної пози. З закритими очима середньозважена частота спектра коливань центру тиску майже не змінюється порівняно з замірами, отриманими за умов з відкритими очима. У цьому разі можна думати, що формування середньозваженої частоти спектра коливань центру тиску здійснюється певними централізованими та в деякій мірі автономними механізмами регуляції пози. Але зменшення різниці частот спектра через 5 днів лікування в осіб з закритими очима (порівняно за умов з відкритими очима) може свідчити про відносно меншу роль цих автономних механізмів у регуляції пози, ніж центральних механізмів.

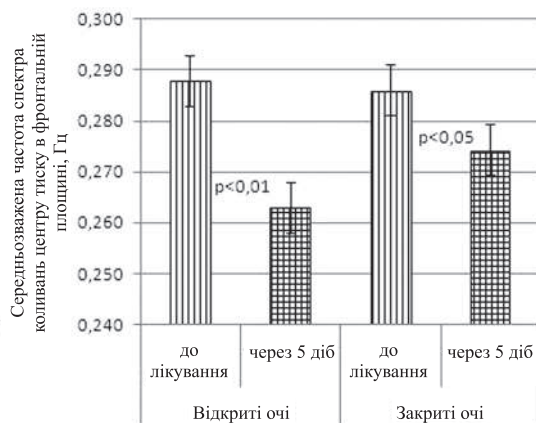


Рис. 4. Характеристики середньозваженої частоти спектра коливань центру тиску в фронтальній площині у хворих осіб на перший та п'ятий день лікування

Таким чином, для визначення нормативних значень показників стабілометрії з метою їхнього порівняння з даними хворих осіб були винайдені середні значення параметрів статичної стабілометрії в разі відкритих і заплющених очей у практично здорових осіб. Виявлені закономірності відновлення фізичного стану військовослужбовців з баротравмою, поєднаною з легким струсом головного мозку, за 5 днів лікування констатують, що проведення лікування є ефективним. Надання лікарю інформації щодо індивідуальної оцінки функціонального стану військовослужбовців надають йому цінну інформацію для раціоналізації заходів з відновлення здоров'я.

Висновки

1. Визначено межі нормативних значень параметрів статичної стабілометрії в разі відкритих і заплющених очей у практично здорових осіб.

Література

1. Черепно-мозговая травма. Бойко А. В., Батышева Т. Т., Костенко Е. В., Зайцев К. А. *Consilium Medicum*. 2008. Т. 9, № 8. С. 5–10.

2. Гаже П.-М., Вебер Б. Постурология. Регуляция и нарушения равновесия тела человека; пер. с франц., под ред. В. И. Усачева. СПб, 2008. 316 с.

3. Гурфинкель В. С., Коц Я. М., Шик М. Л. Регуляция позы человека. Москва : Наука, 1965. 256 с.

4. Жаворонкова Л. А., Максакова О. А., Смирнова Н. Я. Динамика межполушарных соотношений когерентности ЭЭГ как отражение реабилитационного процесса у больных, перенесших тяжелую черепно-мозговую травму. *Физиология человека*. 2001. Т. 27, № 2. С. 5–14.

5. Коновалов А. Н. Клиническое руководство по черепно-мозговой травме. Т. 3. Москва : Антидор. 2002. 632 с.

6. Кочина М. Л., Камінський А. О. Апаратно-програмний комплекс для дослідження статодинамічної стійкості людини. *Прикладна радіоелектроніка*. 2012. Т. 11, № 1. С. 120–124.

7. Лемешко Б. Ю., Лемешко С. Б. Расширение области применения критериев типа Граббса, используемых при отбраковке аномальных измерений. *Измерительная техника*. 2005. № 6. С. 13–19.

8. Лихачев С. А., Качинский А. Н. Значение некоторых показателей статической стабиллометрии. *Вестник оториноларингологии*. 2011. № 2. С. 33–37.

9. Скворцов Д. В. Стабиллометрическое исследование: краткое руководство. Москва : Маска, 2010. 176 с.

2. Визначені особливості покращання функціонального стану військовослужбовців з баротравмою, поєднаною з легким струсом головного мозку, після п'яти днів стаціонарного лікування за показниками стабілометрії. Виявлені інформативні показники, за якими можна оцінити ці покращання, а саме: середньозважена частота спектра коливань центру тиску в фронтальній площині, якість функції рівноваги, середня швидкість переміщення центру тиску, довжина траєкторії коливань центру тиску.

3. Показано важливість проведення періодичної оцінки функціонального стану за стабілометричними показниками в осіб у процесі лікування баротравми, поєднаної з легким струсом головного мозку, для удосконалення та індивідуалізації технології відновного лікування зазначеної патології.

10. Слива С. С. Биологическая обратная связь на основе методов и средств компьютерной стабиллографии. *Биоуправление-4: Теория и практика*. Новосибирск. 2002. С. 294–299.

11. Новая методология стабиллометрической диагностики нарушения функции равновесия тела. Усачев В. И., Доценко В. И., Кононов А. Ф., Артемов В. Г. *Вестник оториноларингологии*. 2009. № 3. С. 19–22.

12. Яхно Н. Н., Штульман Д. Р. Болезни нервной системы. Т. 1. Москва : Медицина, 2003. 744 с.

13. Postural control after traumatic brain injury in patients with neuro-ophthalmic deficits . V. Agostini, E. Chiamello, C. Bredariol [et al.]. *Gait Posture*. 2011. V. 34, № 2. P. 248–253.

14. Chandrasekhar S. S. The assessment of balance and dizziness in the TBI patient. *NeuroRehabilitation*. 2013. V. 32, №3. P.445–454.

15. Geurts A. E., Ribbers G. M., Knoop J. A. Identification of static and dynamic postural instability following traumatic brain injury. *Arch. Phys. Rehabil*. 2006. V. 77, № 7. P. 639–644.

16. ISO 5725-2:1994. Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results – Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method. BSI, 1995. 62 p.

17. Peterson M. D. A case-oriented approach exploring the relationship between visual and vestibular disturbances and problems of higher-level mobility in persons with traumatic brain injury. *J Head Trauma Rehabil*. 2010. V. 25, № 3. P.193–205.

18. Objectively assessing balance deficits after TBI: Role of computerized posturography / T. C. Pickett, L. S. Radfar-Baublitz, S. D. McDonald [et al.]. *J Rehabil Res Dev.* 2007. V. 44, № 7. P. 983–990.

19. Püllela R., Raber J., Pfankuch T. Traumatic injury to the immature brain results in progressive neuronal

loss, hyperactivity and delayed cognitive impairment. *Dev. Neurosci.* 2006. V. 28, № 4–5. P. 396–409.

20. Zhou X. R., Fan L. H., Yang X. P. Assessment of dynamic posture equilibrium function after traumatic brain injury. *Fa Yi Xue Za Zhi.* 2010. V. 26 (6). P. 428–431 [Article in Chinese].

Кальниш В. В.^{1,2}, Швец А. В.², Горюлюк Д. О.³

КЛИНИКО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ У ЛИЦ С ПОСЛЕДСТВИЯМИ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЫ ПОСЛЕ ПРЕБЫВАНИЯ В ЗОНЕ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ СТАБИЛОГРАФИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

¹Государственное учреждение «Институт медицины труда имени Ю. И. Кундиева Национальной академии медицинских наук Украины», г. Киев

²Украинская военно-медицинская академия, г. Киев

³Военно-медицинский клинический центр Северного региона, г. Харьков

Введение. Черепно-мозговые травмы (ЧМТ), которые были получены в течение 2017 года в результате военных действий на Востоке Украины, составили 30,8 % среди всех механических боевых повреждений и травм. При этом повреждения уха вследствие акубаротравмы среди ЧМТ составляло 22,8 %. Такая сочетанная патология практически всегда влечет за собой дефекты двигательной функции, в том числе нарушения контроля за позой, делает указанные исследования актуальными.

Цель исследования – анализ результатов использования стабилотрии как метода контроля за состоянием равновесия у пациентов с ЧМТ в процессе лечения и реабилитации, а также определения ориентировочных показателей стабилотрического исследования у практически здоровых лиц.

Материалы и методы исследования. Были обследованы две группы военнослужащих. Основная группа – практически здоровые военнослужащие – составила 124 мужчины в возрасте 20–30 лет, которые были признаны военно-врачебной комиссией годными к службе в десантно-штурмовых войсках. Вторую группу лиц составили пациенты, которые имели в анамнезе легкую закрытую черепно-мозговую травму, усложненную акубаротравмой (23 человека) со средним сроком после полученной травмы головы (8 ± 2) суток. Исследование статической пространственной устойчивости (функции равновесия) проводилось с помощью прибора «МПФИ стабилотриграф 1» и пакета программного обеспечения StabiliS в течение 1 мин. У лиц с патологией указанные исследования проводили при поступлении в стационар и после 5 дней интенсивного лечения.

Результаты. Подтверждено, что участие зрения в контроле за вертикальной позой (ВП) и его депривация влияет на отдельный комплекс постурального контроля и изменяет значение регистрируемых параметров в норме. Выявленные значимые изменения в параметрах поддержки ВП в режиме зрительного контроля и без него свидетельствуют о снижении активности центрального аппарата управления равновесием тела при депривации зрения. Определены ориентировочные нормативные значения параметров статической стабилотрии при открытых и закрытых глазах у практически здоровых мужчин. Показатели компьютерной стабилотрии, полученные в условиях отсутствия зрительного контроля за поддержанием ВП, являются наиболее информативными характеристиками, которые могут служить критериями диагностики нарушений функционального состояния после перенесенных ЧМТ с акубаротравмой. Среди 23 исследуемых показателей выделены 6 наиболее информативных показателей стабилотрии, по которым можно оценить степень улучшения функционального состояния при применении восстановительного лечения в условиях стационара.

Выводы. Определены границы нормативных значений параметров статической стабилотрии при открытых и закрытых глазах у практически здоровых мужчин. Определены особенности улучшения функционального состояния военнослужащих с баротравмой, сочетанной с легким сотрясением головного мозга после пяти суток стационарного лечения по показателям стабилотрии. Обнаружены информативные показатели, по которым можно оценить эти улучшения, а именно: средневзвешенная частота спектра колебаний центра давления во фронтальной плоскости, качество функции равновесия, средняя скорость перемещения центра давления, длина траектории колебаний центра давления. Показана важность проведения периодической оценки функционального состояния по стабилотрическим показателям у лиц в процессе лечения баротравмы, сочетанной с легким сотрясением головного мозга, для совершенствования и индивидуализации технологии восстановительного лечения данной патологии.

Ключевые слова: акубаротравма, черепно-мозговая травма, стабилотрия, функциональное состояние

Kalnysh V. V.^{1,2}, Shvets A. V.², Gorolyuk D. O.³

CLINICAL AND FUNCTIONAL FEATURES OF HEALTH RECOVERY IN PERSONS WITH CONSEQUENCES OF TRAUMATIC BRAIN INJURIES AFTER STAYING IN THE COMBAT ZONE BY INDICES OF A STABILOGRAPHIC STUDY

¹State Institution «Kundiiev Institute of Occupational Health of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Kyiv

²Ukrainian Military Medical Academy, Kyiv

³Military Medical Clinical Center of the Northern Region, Kharkiv

Introduction. Traumatic brain injuries (TBI), received in 2017 as a result of military operations in the East of Ukraine, accounted for 30,8 % of all mechanical combat injuries. In this, ear injuries due to ear barotraumas among TBI made 22,8 %. Such combined pathology, almost always leading to defects in the motor function, including impaired posture control, makes these studies actual.

The purpose of research was to analyze the results of stabilometry as a method of monitoring the state of poise in patients with mild TBI during treatment and rehabilitation and, also, to determine the normal parameters of posturography examination in practically healthy individuals.

Materials and methods. Two groups of servicemen were examined. The main group - practically healthy servicemen (124 men, aged 20–30) who were recognized by the military medical commission as fit for service in airborne troops. The second group consisted of patients with mild TBIs complicated by ear barotrauma (23 persons) with an average period of (8 ± 2) days after head injury. The study of static spatial stability (poise function) was conducted using «MPPI Stabilograph 1» device and StabiliS software within one minute. In persons with pathology, these studies were conducted at admission to the hospital and after five days of intensive treatment.

Results. It is confirmed that the participation of vision in the control of the vertical posture (VP) and its deprivation, affects the individual complex of postural control and changes the meanings of the registered parameters in the norm. The revealed significant changes in the parameters of support for VP in the mode of visual control and without it, indicate a decrease in the activity of the central apparatus for controlling the body's balance in the deprivation of vision. The orienting normative values of the parameters of static posturography with open and closed eyes in practically healthy men have been determined. The indices of computer posturography, obtained in the absence of the visual control in the maintenance of VP, are the most informative characteristics that can serve as the criteria for diagnosing functional disorders after mild TBI complicated by ear barotrauma. Among twenty-three investigated indicators there are identified six of the most informative posturography indicators, according to which it is possible to estimate the degree of improvement of the functional state during of restorative treatment in the hospital.

Conclusions. The borders of the normative values of posturography parameters with open and closed eyes in practically healthy men have been determined. The peculiarities of improvement of the functional state in servicemen with mild TBI complicated by ear barotrauma after five days of inpatient treatment based on posturography parameters have been determined. Informative indices have been revealed, according to which these improvements can be assessed (the average frequency of the spectrum of pressure center oscillation in the frontal plane, the quality of the poise function, the average speed of the pressure center displacement, and the path length of the pressure center oscillation). The importance of periodic evaluation of the functional state by posturography indices in persons during treatment of mild TBI complicated by ear barotrauma for improving and individualizing the technology of restorative treatment such pathology has been shown.

Key words: ear barotrauma, traumatic brain injury, posturography, functional state

References

1. Boiko A. V., Batysheva T. T., Kostenko E. V., Zaitsev K. A. (2008), «Craniocerebral injury», *Consilium Medicum*, 9 (8), 5–10.
2. Gazhe P. M. and Weber B. (2008), *Posturologia. Regulyatsiya i natusheniye ravnovesiya tela cheloveka* [Posturology. Regulation and imbalance of the human body], Transl. from France, (Ed. by. Usachev). St. Petersburg, 316 p.
3. Gurfinkel V. S., Kots Ya. M. and Chic M. L. (1965), *Regulyatsiya pozy cheloveka* [Regulation of the human posture]. Moscow : Nauka, 256 p.
4. Zhavoronkova L. A., Maksakova O. A. and Smirnova N. Ya. (2001), «Dynamics of interhemispheric relationships of EEG coherence as a reflection of the rehabilitation process in patients with severe cranio-cerebral trauma», *Fiziologia cheloveka*, 27 (2), 5–14.
5. Konovalov A. N. (2002), *Klinicheskoye rukovodstvo po cherepno-mozgovoi travme* [Clinical manual on cranio-cerebral trauma], Part 3. Moscow : Antidor, 632 p.
6. Kochina M. L. and Kaminsky A. O. (2012), «A hardware and software complex for studying human posturography», *Prikladnaya radioelektronika*, 11 (1), 120–124.

7. Lemeshko B. Yu. and Lemeshko S. B. (2005), «Extension of the area of usage of Grubbs-type criteria in the rejection of abnormal measurements», *Izmeritelnaya tekhnika*, 6, 13–19.
8. Likhachev S. A. and Kachinsky A. N. (2011), «The significance of some indicators of static stabilometry», *Bulleten otorinolaringologii*, 2, 33–37.
9. Skvortsov D. V. (2010), *Stabilometricheskoye issledovaniye: kratkoye rukovodstvo [Stabilometric study: a short guide]*. Moscow : Maska, 176 p.
10. Sliva S. S. (2002) «Biological feedback on the basis of methods and means of computer stabilography», *Bioupravleniye-4: Teoriya i praktika*, Novosibirsk, 294–299.
11. Usachev V. I., Dotsenko V. I., Kononov A. F. and Artemov V. G. (2009), «A new methodology for stabilometric diagnostics of disorders of the body equilibrium function», *Bulleten otorinolaringologii*, 3, 19–22.
12. Yakhno N. N. and Shtulman D. R. (2003), *Bolezni nervnoi sistemy [Diseases of the nervous system] Part 1*. Moscow : Meditsina, 744 p.
13. Agostini V., Chiaramello E., Bredariol C., Cavallini C. and Knaflitz M. (2011) «Postural control after traumatic brain injury in patients with neuro-ophthalmic deficits», *Gait Posture*, 34 (2), 248–253.
14. Chandrasekhar S. S. (2013), «The assessment of balance and dizziness in the TBI patients», *Neuro Rehabilitation*, 32 (3), 445–454.
15. Geurts A. E., Ribbers J. M. and Knoop J. A. (2006), «Identification of static and dynamic postural instability following traumatic brain injury», *Arch. Phys. Rehabil.* 77 (7), 639–644.
16. ISO 5725-2:1994. (1995) Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results – Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method, BSI.
17. Peterson M. D. (2010), «A case-oriented approach exploring the relationship between visual and vestibular disturbances and problems of higher-level mobility in persons with traumatic brain injury», *J Head Trauma Rehabil.*, 25 (3), 193–205.
18. Pickett T. C., Radfar-Baublitz L. S., McDonald S. D. [et al.] (2007), «Objectively assessing balance deficits after TBI: Role of computerized posturography», *J Rehabil Res Dev.*, 44 (7), 983–990.
19. Pulella R., Raber J. and Pfankuch T. (2006), «Traumatic injury to the immature brain results in progressive neuronal loss, hyperactivity and delayed cognitive impairment», *Dev. Neurosci.*, 28 (4–5), 396–409.
20. Zhou X. R., Fan L. H. and Yang X. P. (2010), «Assessment of dynamic posture equilibrium function after traumatic brain injury», *Fa Yi Xue Za Zhi.*, 26 (6), 428–431.

ORCID ID співавторів та їхній внесок у підготовку та написання статті:

Кальниш В. В. (ORCID ID 0000-0002-5033-6659) – аналіз стабілографічних показників військовослужбовців – учасників бойових дій, оцінка отриманих результатів, формування висновків;

Швець А. В. (ORCID ID 0000-0002-9461-7129) – огляд літератури за темою роботи, дослідження та оцінка стабілографічних показників у практично здорових військовослужбовців – учасників бойових дій, аналіз результатів дослідження, формування висновків;

Горюлюк Д. О. (ORCID ID 0000-0002-0374-4027) – дослідження та оцінка стабілографічних показників у військовослужбовців після акубаротравми, проведення статистичної обробки отриманих даних, формування висновків.

Інформація щодо джерел фінансування дослідження: дослідження виконано за темою «Встановити психофізіологічні закономірності змін розумової працездатності учасників АТО в процесі реабілітації», № держреєстрації 0116U000449.

Надійшла: 27 липня 2018 р.

Контактна особа: Кальниш Валентин Володимирович, ДУ «Інститут медицини праці імені Ю. І. Кундієва НАМН України», буд. 75, вул. Саксаганського, м. Київ, 01033. Тел.: + 38 0 44 289 70 88.
Електронна пошта: vkalnysh@ukr.net