

РЕАБІЛІТАЦІЯ ГРАВЦІВ У ХОКЕЙ З ШАЙБОЮ ПІСЛЯ СТРУСІВ ГОЛОВНОГО МОЗКУ, ЩО ПОВ'ЯЗАНІ ЗІ СПОРТИВНОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ

REHABILITATION OF ICE-HOCKEY PLAYERS AFTER SPORT-RELATED CONCUSSION

Секретний В. А.¹, Неханевич О. Б.²

¹ДУ «Український медичний центр спортивної медицини

Міністерства молоді та спорту України», м. Київ, Україна

²Дніпропетровський державний медичний університет, м. Дніпро, Україна

DOI <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2022.11.7>

Анотації

Мета. Встановити ефективність запропонованої програми реабілітації у хокеїстів після струсів головного мозку, що пов'язані зі спортивною діяльністю.

Матеріал. В дослідженні приймали участь 60 спортсменів – професійних гравців у хокей з шайбою, у віці від 17 до 34 років із струсом головного мозку пов'язаним із спортивною діяльністю (СМС) легкого ступеню. Дослідження проходило в два послідовних етапи. На першому етапі (2020–2021 рр.) у дослідження було включено 30 спортсменів з СМС (контрольна група), яким застосовували стандартний реабілітаційний протокол SCAT-5. На другому етапі (2021–2022 рр.) було включено 30 спортсменів з СМС (основна група), яким застосовували запропонований протокол реабілітації з урахуванням стану вегетативної регуляції. Обстеження проводилось на 1, 2, 3, 7 та 90 дні після СМС. Спортсменам у день отримання СМС призначали фізичний та когнітивний спокій. Під час наступних візитів проводили обстеження: соматоскопію, соматометрію, оцінку варіабельності серцевого ритму, оцінку відхилень балансу (BESS), оцінку рівня головного болю за візуально-аналоговою шкалою (ВАШ), оцінку когнітивної функції за Монреальським когнітивним тестом, оцінювали рухові функції за допомогою тесту з тандемною ходьбою та когнітивним завданням. Спортсменам на першому етапі з третього дня проводили тестування толерантності до фізичних навантажень (Buffalo concussion treadmill test), а спортсменам на другому етапі на 1 день після СМС.

Результати. Дослідження стану вегетативної рівноваги в перший день після СМС вказало на симпатикотонію у всіх спортсменів. В процесі застосування програм фізичної реабілітації спостерігалась позитивна динаміка клінічних, статистичних та спектральних показників вегетативної рівноваги, показників координації, рівня головного болю, фізичної працездатності та когнітивної сфери в обох групах спостереження. Проте, кращою вона була саме в основній групі спостереження.

Висновки. Результати проведеного дослідження довели ефективність підходу з врахуванням стану вегетативної регуляції під час планування та виконання реабілітаційних та спортивних навантажень у хокеїстів після СМС. Застосування запропонованої програми фізичної реабілітації показало переважаючу ефективність щодо показників тону вегетативної нервової системи, координації, фізичної працездатності та когнітивної сфери у гострому, післягострому та довготривалому періодах. Застосування даної програми реабілітації не виявило переваги із затвердженою програмою по відношенню до динаміки головного болю.

Ключові слова: струс головного мозку, вегетативна нервова система, фізична та когнітивна реабілітація.

The aim of study is to develop the criteria for early rehabilitation after sport-related concussions (SRC) with ice-hockey players. 60 professional ice-hockey players age from 17 to 30 years old (average age 22.7±0.8) were included in study. Methods of study: somatoscopy and somatometry, assessment of autonomic nervous system (ANS), assessment of heart rate variability (HRV) and assessment of balance (BESS test). The Buffalo concussion treadmill test (BCTT), which is the most used physical activity test after SRC was performed on days 3 after SRC in control group and on 1st day after SRC in main group. The results

of the study showed a association between SRC and changes in autonomic regulation increasing sympathicotonia. In addition, we discover the dynamics of ANS stability during the early period of recovery after SRC. Also, we establish improvement of motor functions after SRC in the dynamics from 1st visit to 4th. However, despite the existing recommendations for early active rehabilitation on the third day after concussion, not taking into account the level of autonomic regulation can lead to physical overstrain of regulatory systems. This think shows the importance of taking into account the level of autonomic regulation while planning the rehabilitation and sports activities after SRC with ice-hockey players.

Key words: sport-related concussions, autonomic nervous system, early recovery, dosage of physical activity, ice-hockey.

Вступ. Аналіз травматизму з 2006 р. до 2015 р. під час Олімпійських ігор та Чемпіонатів світу з хокею з шайбою вказав, що 10 % всіх травм становили струси головного мозку (СМС) [25]. Не дивлячись на відносно м'які ушкодження, які відбуваються під час СМС, за даними фахівців реєструються ранні та пізні стійкі мозкові розлади, що отримали назву ранньої та пізньої стійкої постструсової симптоматики (СПС) [15]. Одним з провідних механізмів розвитку СПС є порушення регулюючого впливу з боку вегетативної нервової системи (ВНС) [6]. Наслідками таких дисрегуляцій після СПС можуть бути такі порушення, як депресія, когнітивні розлади, психомоторні розлади, діяльність серцево-судинної та дихальної систем [8; 23; 28]. Особи, які перенесли СМС тривалий час страждають від головних болів. Кількість пацієнтів із головним болем після легкої ЧМТ становить 30–50 % [22]. За даними досліджень порушення регуляції ВНС призводить до зниження фізичної працездатності, що діагностується у спортсменів після перенесеного СМС [11]. Особливого значення це набуває в аспекті довгострокових негативних ефектів після СМС, зокрема, після повторних СМС [3; 16]. Крім того, у таких спортсменів виявляються порушення рівноваги та нервово-м'язового контролю постави за рахунок порушення регуляції сенсомоторних процесів як у статичній, так і в динамічній діяльності [18]. За даними ряду авторів у пацієнтів з легкою СМС спостерігається статистично значуще сповільнення ходьби та зниження стійкості під час виконання двох дій одночасно [9]. Також оцінку когнітивних порушень за даними досліджень останніх років слід розглядати як обов'язковий компонент протоколу

обстеження після черепно-мозкової травми, навіть у випадках СМС [19].

Питанням змісту та своєчасного призначення оптимальних реабілітаційних заходів у спортсменів після СМС приділяється все більше уваги. Зокрема, переглядаються питання достатності призначення лише відпочинку після СМС для спортсменів [15]. Останні результати наукових досліджень доводять, що своєчасно призначені в оптимальній дозі терапевтичні вправи прискорюють відновлення після СМС та знижують ризик розвитку СПС [13; 20; 27]. Ефективним є призначення терапевтичних вправ й для попередження розвитку віддалених наслідків, особливо когнітивних порушень у спортсменів після СМС [4].

Особливого значення набуває необхідність застосування активних реабілітаційних стратегій для спортсменів задля якнайшвидшого повернення до тренувань [10]. На сьогоднішній день механізм ведення спортсмена після СМС затверджено протоколом SCAT 5 [15]. Проте, не дивлячись на наявність протоколу SCAT 5, єдиної думки щодо ведення спортсменів після СМС серед спеціалістів немає. Значну складність протягом реабілітації спортсменів при СМС викликають питання, що пов'язані з термінами початку, змістом і дозуванням фізичних навантажень. Розбіжність поглядів фахівців пов'язана з необхідністю застосування форсованих підходів для найшвидшого відновлення спортивної працездатності часто без врахування тонких порушень регуляторних механізмів, зокрема, з боку ВНС. В зв'язку з цим немає єдиного погляду фахівців щодо змісту програм реабілітації. Результати поодиноких досліджень показали необхідність призначення після СМС аеробних вправ,

доводячи, що саме вони позитивно впливають на функцію ВНС [14].

Таким чином, актуальним є розробка та наукове обґрунтування реабілітаційних програм для спортсменів, які перенесли СМС, що засновані на індивідуальних критеріях, зокрема, з урахуванням стану вегетативної регуляції.

Мета дослідження. Встановити ефективність запропонованої програми реабілітації у хокеїстів після струсів головного мозку, що пов'язані зі спортивною діяльністю.

Матеріал і методи дослідження. В дослідженні приймали участь 60 спортсменів – професійних гравців у хокей з шайбою, у віці від 17 до 34 років (середній вік дорівнював $23,5 \pm 0,6$ років) із СМС легкого ступеню, з них 53 були чоловіки, 7 – жінки. Спортсмени перебували на диспансерному обліку та проходили поглиблений медичний огляд (ПМО) в закладах системи надання лікарсько-фізкультурної допомоги України протягом останнього року. Відповідно до результатів аналізу лікарсько-контрольних карт (форма № 062/о) жоден з спортсменів, що було включено у дослідження, не мав неврологічної патології до моменту СМС. Всіх спортсменів було проінформовано щодо ходу та мети дослідження і було отримано підписані інформовані згоди на участь у дослідженні.

Критеріями виключення з дослідження були струси головного мозку не пов'язані з спортивною діяльністю, тяжкість травми за шкалою Глазго – середня або тяжка [21], відсутність допуску лікаря зі спортивної медицини терміном не більше 6 міс, супутня неврологічна патологія та відмова спортсмена у підписанні інформованої згоди.

Дослідження проходило в два послідовних етапи. На першому етапі (2020–2021 рр.) у дослідження було включено 30 спортсменів з СМС (контрольна група), яким застосовували стандартний реабілітаційний протокол SCAT-5 [15]. На другому етапі (2021–2022 рр.) було включено 30 спортсменів з СМС (основна група), яким застосовували запропонований протокол реабілітації з урахуванням

стану вегетативної регуляції за даними варіабельності серцевого ритму (ВСР), зокрема, при рівні напруження регуляторних систем нижче за 200 од. вже з другого дня після СМС застосовували терапевтичні дихальні вправи з акцентом дихання на видиху та аеробні вправи, а з третього дня – терапевтичні вправи для координації та вправи для одночасного виконання двох завдань (з фізичним та розумовим навантаженням). Обстеження проводилось на 1, 2, 3, 7 та 90 дні після СМС.

Спортсменам у день отримання СМС призначали фізичний та когнітивний спокій. На наступний день та під час наступних візитів проводили обстеження: соматоскопію, соматометрію, оцінку тонусу ВНС, оцінку ВСР, оцінку відхилень балансу (BESS тест), оцінку рівня головного болю за 10-бальною візуально-аналоговою шкалою (ВАШ) [26], оцінку когнітивної функції за Монреальським когнітивним тестом (MoCA), оцінювали рухові функції за допомогою тесту з тандемною ходьбою та когнітивним завданням. Спортсменам контрольної групи з третього дня, а основної – з другого дня, проводили тестування фізичної працездатності та толерантності до фізичних навантажень за допомогою Buffalo concussion treadmill test (BCTT).

Під час проведення соматоскопії та соматометрії визначали зріст та вагу тіла, розраховували та оцінювали індекс маси тіла (ІМТ). Оцінка тонусу ВНС включала в себе пробу на дермографізм, розрахунок індексу Кердо (ІК) та ортостатичну пробу [1].

Для оцінки порушень рівноваги застосовували BESS тест [5]. BESS тестування включало обстеження на 2 видах поверхонь: твердій (підлозі) та м'якій (поверхні з поролону). На кожній поверхні пацієнту рекомендували пройти тестування у трьох позиціях: «дві ноги поряд», «одна нога» («домінуюча нога» зігнута у колінному суглобі), «тандем» («домінуюча нога» попереду, п'яткою до «не домінуючої ноги»). Кожне з 6 тестувань тривало 20 секунд та оцінювалось шляхом підрахунку помилок або відхилень від належної позиції. Максимальна загальна кількість

помилки для одного положення становила 10. Підраховані бали порівнювали зі стандартизованою шкалою та в динаміці реабілітації.

Для аналізу ВСР проводили реєстрацію електричної активності серця методом електрокардіографії у другому стандартному відведенні протягом 5 хвилин у стані відносного фізіологічного спокою з використанням 12-канального електрокардіографа «Heart Screen 112» («УкрТелеМед», Україна). Обчислення ВСР проводили за допомогою кардіоінтервалографії [7]. Аналізували наступні статистичні показники ВСР: SDNN (мс) – стандартне відхилення від середньої тривалості всіх кардіоінтервалів, характеризує ВСР в цілому за період запису і залежить від впливу як симпатичного, так і парасимпатичного відділів ВНС, а також розраховували індекс вегетативної рівноваги (IBP) – інтегральний вторинний показник, який вказує на співвідношення активності симпатичного та парасимпатичного відділів ВНС. Спектральний аналіз ВСР включав наступні показники: HF (High Frequency) – високочастотний діапазон ВСР, який пов'язаний із дихальними рухами та характеризує парасимпатичний тонус ВНС, LF (Low Frequency) – низькочастотний діапазон ВСР, який характеризує симпатичний тонус ВНС. Крім того, розраховували індекс напруги регуляторних систем (ІН).

Оцінку толерантності до фізичного навантаження після СМС досліджували за допомогою ВСТТ, який є одним з найбільш вживаних тестів, і надає можливість дозувати програму фізичної терапії [12]. Тестування проводили на 1, 3, 7 та 90 дні після СМС в основній групі та на 3, 7 та 90 дні в контрольній. Реєстрація ЧСС під час проведення ВСТТ проводилась з допомогою монітору ЧСС Polar S/N: C802L10666683 (Polar, Фінляндія). Перед початком тестування спортсменам демонстрували шкалу Борга, яка є мірою сприйняття пацієнтом складності виконання фізичного навантаження, що оцінювалась чисельною шкалою (від 6–20) [17]. Оцінку повторювали щохвилини, а нахил бігової доріжки збільшується зі швидкістю 1 градус/хвилину. У випадку, коли бігова доріжка

досягала максимального нахилу в 15 градусів, швидкість збільшували на 0,65 км/год щохвилини, а нахил не змінювали. Тест припинявся у випадку загострення симптомів.

Одним з вживаних когнітивних скринінгових тестів є MoCA [19]. Опитувальник є швидким тестом, що виконуються в середньому за 10 хвилин та оцінює наступні когнітивні функції: зорово-конструктивні та виконавчі, назви, увага, мова, абстракція та відкладене повторення та орієнтація у часі та просторі. Максимальна кількість балів за тест – 30. Оцінка в 26 балів та вище є нормою.

Для оцінки здатності виконання двох дій одночасно нами був обраний тест тандемної ходьби з когнітивним завданням [24]. Спочатку пацієнт проходив дистанцію 6,1 м пальці до п'ятки по прямій двічі та вираховують середній час тесту. Потім пацієнт проходив те саме завдання, але з когнітивним завданням – проговорюванням фонетичного алфавіту. Виконувалось 2 спроби та вираховуються середні. Показники оцінювались в динаміці відновлення.

Дослідження проводилося відповідно до принципів Гельсінської декларації Світової медичної асоціації «Етичні засади медичних досліджень, що стосуються людських суб'єктів» (змінена в жовтні 2013 року). Дозвіл на проведення досліджень отримано Комітетом з етики Дніпровського державного медичного університету. Дана робота виконувалась у відповідності з планом науководослідної теми «Медико-педагогічне забезпечення фізичної реабілітації, спортивних та оздоровчих тренувань» (№ державної реєстрації 0116U004468, 2017–2021 рр.) кафедри фізичної реабілітації, спортивної медицини та валеології Дніпровського державного медичного університету.

Статистичну обробку отриманих результатів здійснювали за допомогою пакету ліцензійних прикладних програм STATISTICA (6.1, серійний номер AGAR909E415822FA). Відповідність результатів нормальному розподілу визначали за W-критерієм Шапіро-Уїлка. Дані представлено у вигляді середньоарифметичного та середньої помилки середньо-

Таблиця 1

Динаміка показників вегетативної регуляції в процесі реабілітації (M±m)

№	Показник	Групи спостереження	
		основна (n=30)	контрольна (n=30)
1.	ІК 1, %	-15,7±0,3	-15,5±0,4
2.	ІК 3, %	-9,5±0,4	-12,3±0,4*
3.	ІК 7, %	-6,5±0,5	-10,1±0,5*
4.	ІК 90, %	9,5±0,6	7,2±0,7*
5.	SDNN 1, мс	48,2±0,7	47,9±0,8
6.	SDNN 3, мс	53,4±0,6	51,5±0,7
7.	SDNN 7, мс	58,2±0,4	54,4±0,7*
8.	SDNN 90, мс	62,3±0,5	59,9±0,9*
9.	ІВР 1, од	37,6±0,7	35,7±0,8
10.	ІВР 3, од	51,8±0,9	46,3±1,0*
11.	ІВР 7, од	57,3±0,7	52,7±1,1*
12.	ІВР 90, од	90,1±1,6	56,7±1,2*

Примітки: * – $p < 0,05$ статистично значима різниця у порівнянні між основною та контрольною групами на певному дні спостереження; m – середня помилка середньоарифметичної величини; ІК 1, 3, 7, 90 – значення індексу Кердо на 1, 3, 7, 90 дні після СМС; SDNN 1, 3, 7, 90 – показник стандартного відхилення від середньої тривалості всіх кардіоінтервалів на 1, 3, 7, 90 дні після СМС; ІВР 1, 3, 7, 90 – показник індексу вегетативної рівноваги на 1, 3, 7, 90 дні після СМС, відповідно.

Таблиця 2

Динаміка показників спектрального аналізу ВСР в процесі застосування реабілітаційних програм, (M±m)

№	Показник	Групи спостереження	
		основна (n=30)	контрольна (n=30)
1.	LF 1, мс ²	1212,8±12,9	1260,1±23,4
2.	LF 3, мс ²	929,9±17,5	1062,5±17,9*
3.	LF 7, мс ²	710,8±14,3	972,4±11,6*
4.	LF 90, мс ²	550,5±11,9	767,0±14,5*
5.	HF 1, мс ²	353,3±5,6	352,1±3,8
6.	HF 3, мс ²	407,5±3,8	390,0±4,6*
7.	HF 7, мс ²	437,0±3,6	413,9±3,2*
8.	HF 90, мс ²	653,8±6,7	584,8±7,4*

Примітки: * – $p < 0,05$ статистично значима різниця у порівнянні між основною та контрольною групами на певному дні спостереження; LF 1, 3, 7, 90 – показник низькочастотного спектру хвиль під час 1, 3, 7, 90 візитів; HF 1, 3, 7, 90 – показник високочастотного спектру хвиль під час 1, 3, 7, 90 візитів, відповідно.

арифметичної величини $M \pm m$. Визначення статистичної значимості між вибірками за умови нормального розподілу даних проводили з урахуванням t-критерію Стьюдента для незалежних вибірок. Для порівняння динаміки результатів впродовж дослідження використовували парний критерій Вілкоксона для залежних вибірок. Для дослідження впливу фактору проводили однофакторний дисперсійний аналіз ANOVA [2]. Пороговим рівнем статистичної значимості результатів вважали $p < 0,05$.

Результати дослідження. Дослідження груп за віком статтю, показниками фізичного розвитку (вагою тіла, зростом, індексом маси тіла) на початку дослідження вказало на однорідність показників в групах спостереження.

Для вирішення питань допуску до спортивних навантажень, а також для призначення реабілітаційних навантажень після СМС важливим є контроль стану регуляції ВНС. Всі хокеїсти, які приймали участь у дослідженні, на час отримання СМС були професійними спортсменами, для яких характерним є перевага тону парасимпатичного відділу ВНС. Дослідження стану вегетативної рівноваги в перший день після СМС вказало на симпатикотонію у всіх спортсменів. При цьому, не було встановлено статистично значимої різниці між групами (табл. 1). В процесі застосування програм фізичної реабілітації спостерігалась позитивна динаміка клінічних, статистичних та спектральних показників вегетативної рівноваги в обох групах спостереження. Проте, кращою вона була саме в основній групі.

Зрушення в сторону симпатикотонії після СМС загального спектру SDNN та ІВР відбувалось за рахунок збільшення потужності хвиль низькочастотного спектру (LF) та зменшення високочастотної складової (HF), що також позитивно змінювались впродовж реабілітаційного періоду, зокрема, в основній групі спостереження (табл. 2).

Особливо важливим є порушення балансу між симпатичним та парасимпатичним відділами ВНС через три місяці після СМС за даними табл. 1, 2.

Треба зазначити, що хокей з шайбою пред'являє високі вимоги щодо розвитку постуральної стабільності. Здатність спортсмена підтримувати рівновагу як в статичній, так і в динамічній роботі, є запорукою успіш-

ного виконання професійних завдань. Після СМС у спортсменів спостерігалось порушення як статичного, так і динамічного балансу за тестом BESS. В процесі застосування реабілітаційних програм відмічалось статистично значиме покращення показників рівноваги в обох групах спостереження. Проте, дані показники були кращими в основній групі (табл. 3).

Таблиця 3

Показники рівноваги та головної болі хокеїстів в динаміці відновлення після СМС, (M±m)

№	Показник	Групи спостереження	
		основна (n=30)	контрольна (n=30)
1.	BESS 1, бали	10,5±0,2	10,5±0,3
2.	BESS 3, бали	8,8±0,3	9,4±0,2
3.	BESS 7, бали	5,8±0,1	8,9±0,2*
4.	BESS 90, бали	5,6±0,1	7,5±0,1*
5.	ВАШ 1, бали	5,1±0,2	4,7±0,2
6.	ВАШ 3, бали	1,6±0,2	1,2±0,1
7.	ВАШ 7, бали	0,2±0,1	0,1±0,1
8.	ВАШ 90, бали	0,05±0,02	0,07±0,04

Примітки: * – $p < 0,05$ статистично значима різниця у порівнянні між основною та контрольною групами на певному дні спостереження; BESS 1, 3, 7, 90 – загальна оцінка тестування балансу під час 1, 3, 7, 90 днів після СМС; ВАШ 1, 3, 7, 90 – рівень болю за ВАШ під час 1, 3, 7, 90 днів після СМС.

За даними табл. 3 також встановлено позитивну динаміку рівня головної болі за ВАШ в процесі застосування реабілітаційних програм в обох групах. При цьому, різниці в групах зафіксовано не було ($p > 0,05$).

В процесі реабілітації було обстежено здатність виконувати хокеїстами стандартні рухові тести та тести з подвійним завданням (фізичним та когнітивним). Аналіз результатів показав, що найбільш позитивна динаміка була зафіксована саме у представників основної групи спостереження (табл. 4).

Дискусія. Результати, отримані в роботі, підтверджують дані попередніх досліджень щодо наявності ранньої та пізньої СПС у спортсменів [15], що проявляється не тільки моторними розладами та зниженням працездатності, але й порушенням когнітивної сфери [8; 22; 23]. Одним з провідних механізмів розвитку СПС є порушення регулюючого

впливу з боку ВНС [6]. Також були підтверджені дані попередніх досліджень щодо віддаленого фізичного та когнітивного дефіциту у таких спортсменів [3; 16].

Таблиця 4

Динаміка показників фізичної працездатності та здатності виконання когнітивного завдання в процесі реабілітації, (M±m)

№	Показник	Групи спостереження	
		основна (n=30)	контрольна (n=30)
1.	ТХ 1, с	19,3±0,1	19,0±0,2
2.	ТХ 3, с	19,0±0,1	18,9±0,2
3.	ТХ 7, с	17,9±0,2	18,8±0,1*
4.	ТХ 90, с	17,8±0,2	18,7±0,1*

Примітки: * – $p < 0,05$ статистично значима різниця у порівнянні між основною та контрольною групами на певному дні спостереження; ТХ 1, 3, 7, 90 – результати тесту з тандемною ходьбою та когнітивним завданням на 1, 3, 7, 90 днів спостереження, відповідно.

Проте, не дивлячись на існуючі затверджені рекомендації щодо ефективності початку ранньої активної реабілітації на третій день після СМС [15], не врахування тонких механізмів вегетативної регуляції при побудові реабілітаційних навантажень та ранній початок спортивних навантажень можуть призвести до фізичного перенапруження регулюючих систем та негативно вплинути на превалювання тону симпатичної нервової системи, що утруднює відновлення та сприяє пролонгуванню ознак фізичного та когнітивного дефіциту.

Висновки. Результати проведеного дослідження довели ефективність підходу з врахуванням стану вегетативної регуляції під час планування та виконання як реабілітаційних, так й спортивних навантажень у хокеїстів після струсу головного мозку. Застосування запропонованої програми фізичної реабілітації показало переважаючу ефективність щодо показників тону вегетативної нервової системи, координації, фізичної працездатності та когнітивної сфери у гострому, післягострому та довготривалому періодах. При цьому, застосування даної програми реабілітації не виявило переваги із затвердженою програмою по відношенню до динаміки головної болі.

Література

1. Абрамов В. В., Клапчук В. В., Неханевич О. Б. Фізична реабілітація, спортивна медицина. *Дніпропетровськ: Журфонд*. 2014. С. 456.
2. Голованова І. А., Белікова І. В., Ляхова Н. О. Основи медичної статистики. Полтава : ВДНЗУ «УМСА». 2017. С. 113.
3. Секретний В. А., Неханевич О. Б. Віддалені наслідки черепно-мозкового травмизму у гравців в хокей з шайбою. *Вісник проблем біології і медицини*. 2020. № 2 (156). С. 328–332. DOI: 10.29254/2077-4214-2020-2-156-328-332
4. Ahlskog J. E., Geda Y. E., Graff-Radford N. R., Petersen R. C. Physical exercise as a preventive or disease-modifying treatment of dementia and brain aging. *Mayo Clinic proceedings*. 2011. No. 86 (9), pp. 876–884. DOI: 10.4065/mcp.2011.0252
5. Azad A. M., Al Juma S., Bhatti J. A. Modified Balance Error Scoring System (M-BESS) test scores in athletes wearing protective equipment and cleats. *BMJ open sport & exercise medicine*. 2016. No. 2 (1), pp. e000117. DOI: 10.1136/bmjsem-2016-000117
6. Bishop S., Dech R., Baker T., et al. Parasympathetic baroreflexes and heart rate variability during acute stage of sport concussion recovery. *Brain injury*. 2017. No. 31 (2), pp. 247–259. DOI: 10.1080/02699052.2016.1226385.
7. Catai A. M., Pastre C. M., Godoy M. F., et al. Heart rate variability: are you using it properly? Standardisation checklist of procedures. *Brazilian journal of physical therapy*. 2020. No. 24 (2), pp. 91–102. DOI: 10.1016/j.bjpt.2019.02.006
8. Dobson J. L., Yarbrough M. B., Perez J., et al. Sport-related concussion induces transient cardiovascular autonomic dysfunction. *American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology*. 2017. No. 312 (4), pp. R575–R584. DOI: 10.1152/ajpregu.00499.2016
9. Fait P., McFadyen B. J., Swaine B., Cantin J. F. Alterations to locomotor navigation in a complex environment at 7 and 30 days following a concussion in an elite athlete.

References

1. Abramov, V. V., Klapchuk, V. V., Nekhanevych, O. B., et al. (2014). *Fizychna rehabilitatsiia, sportyvna medytsyna*. [Physical rehabilitation, sports medicine]. Dnipropetrovsk: Zhurfond, 456. [in Ukrainian]
2. Holovanova, I. A., Bielikova, I. V., Liakhova, N. O. *Osnovy medychnoi statystyky*. [The basic of medical statistic]. Poltava: VDNZU «UMSA», P. 113. [in Ukrainian]
3. Sekretnyi, V., Nekhanevych, O. (2020). Viddaleni naslidky cherepno-mozkovoho travmatyzmu u hravtsiv v khokei z shaiboiu [Long-term consequences of traumatic brain injury in ice-hockey players]. *Visnyk problem biolohii i medytsyny*, 2 (156), 328–332 [in Ukrainian]. DOI: 10.29254/2077-4214-2020-2-156-328-332
4. Ahlskog, J. E., Geda, Y. E., Graff-Radford, N. R., & Petersen, R. C. (2011). Physical exercise as a preventive or disease-modifying treatment of dementia and brain aging. *Mayo Clinic proceedings*, 86 (9), 876–884. DOI: 10.4065/mcp.2011.0252
5. Azad, A. M., Al Juma, S., Bhatti, J. A., Delaney, J. S. (2016). Modified Balance Error Scoring System (M-BESS) test scores in athletes wearing protective equipment and cleats. *BMJ open sport & exercise medicine*, 2 (1), e000117. DOI: 10.1136/bmjsem-2016-000117
6. Bishop, S., Dech, R., Baker, T., et al. (2017). Parasympathetic baroreflexes and heart rate variability during acute stage of sport concussion recovery. *Brain injury*, 31 (2), 247–259. DOI: 10.1080/02699052.2016.1226385
7. Catai, A. M., Pastre, C. M., Godoy, M. F., et al. (2020). Heart rate variability: are you using it properly? Standardisation checklist of procedures. *Brazilian journal of physical therapy*, 24 (2), 91–102. DOI: 10.1016/j.bjpt.2019.02.006
8. Dobson, J. L., Yarbrough, M. B., Perez, J., et al. (2017). Sport-related concussion induces transient cardiovascular autonomic dysfunction. *American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology*. No. 312 (4), pp. R575–R584. DOI: 10.1152/ajpregu.00499.2016

Brain injury. 2009. No. 23 (4), pp. 362–369. DOI: 10.1080/02699050902788485

10. Gagnon I., Galli C., Friedman D., et al. Active rehabilitation for children who are slow to recover following sport-related concussion. *Brain Inj*. 2009. No. 23 (12), pp. 956–964.

11. La Fontaine M. F., Heffernan K. S., Gossett J. D., et al. Transient suppression of heart rate complexity in concussed athletes. *Autonomic neuroscience: basic & clinical*. 2009. No. 148 (1-2), pp. 101–103. DOI: 10.1016/j.autneu.2009.03.001

12. Leddy J. J., Haider M. N., Ellis M. Exercise is Medicine for Concussion. *Current sports medicine reports*. 2018. No. 17 (8), pp. 262–270. DOI: 10.1249/JSR.0000000000000505

13. Leddy J. J., Haider M. N., Hinds A. L., et al. A Preliminary Study of the Effect of Early Aerobic Exercise Treatment for Sport-Related Concussion in Males. *Clinical journal of sport medicine: official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*. 2019. No. 29 (5), pp. 353–360. DOI: 10.1097/JSM.0000000000000663

14. Leddy J. J., Wilber C. G., Willer B. S. Active recovery from concussion. *Current opinion in neurology*. 2018. No. 31 (6), pp. 681–686. DOI: 10.1097/WCO.0000000000000611

15. McCrory P., Meeuwisse W., Dvořák et al. Consensus statement on concussion in sport—the 5th international conference on concussion in sport held in Berlin, October 2016. *British journal of sports medicine*. 2017. No. 51 (11), pp. 838–847. DOI: 10.1136/bjsports-2017-097699

16. Memmini A. K., Fontaine M. F., Broglio S. P., Moore R. D. Long-Term Influence of Concussion on Cardio-Autonomic Function in Adolescent Hockey Players. *Journal of athletic training*. 2021. No. 56 (2), pp. 141–147. DOI: 10.4085/1062-6050-0578.19

17. Morishita S., Tsubaki A., Hotta K., et al. Face Pain Scale and Borg Scale compared to physiological parameters during cardiopulmonary exercise testing. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. 2021. No. 61 (11), pp. 1464–1468. DOI: 10.23736/S0022-4707.20.11815-2

9. Fait, P., McFadyen, B. J., Swaine, B., Cantin, J. F. (2009). Alterations to locomotor navigation in a complex environment at 7 and 30 days following a concussion in an elite athlete. *Brain injury*. No. 23 (4), pp. 362–369. DOI: 10.1080/02699050902788485

10. Gagnon, I., Galli, C., Friedman, D., et al. (2009). Active rehabilitation for children who are slow to recover following sport-related concussion. *Brain Inj*. No. 23 (12), pp. 956–964.

11. La Fontaine, M. F., Heffernan, K. S., Gossett, J. D., et al. (2009). Transient suppression of heart rate complexity in concussed athletes. *Autonomic neuroscience: basic & clinical*. No. 148 (1–2), pp. 101–103. DOI: 10.1016/j.autneu.2009.03.001

12. Leddy, J. J., Haider, M. N., Ellis, M. (2018). Exercise is Medicine for Concussion. *Current sports medicine reports*. No. 17 (8), pp. 262–270. DOI: 10.1249/JSR.0000000000000505

13. Leddy, J. J., Haider, M. N., Hinds, A. L., et al. (2019). A Preliminary Study of the Effect of Early Aerobic Exercise Treatment for Sport-Related Concussion in Males. *Clinical journal of sport medicine: official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*. No. 29 (5), pp. 353–360. DOI: 10.1097/JSM.0000000000000663

14. Leddy, J. J., Wilber, C. G., Willer, B. S. (2018). Active recovery from concussion. *Current opinion in neurology*. No. 31 (6), pp. 681–686. DOI: 10.1097/WCO.0000000000000611

15. McCrory, P., Meeuwisse, W., Dvořák et al. (2017). Consensus statement on concussion in sport—the 5th international conference on concussion in sport held in Berlin, October 2016. *British journal of sports medicine*. No. 51 (11), pp. 838–847. DOI: 10.1136/bjsports-2017-097699

16. Memmini, A. K., Fontaine, M. F., Broglio, S. P., Moore, R. D. (2021). Long-Term Influence of Concussion on Cardio-Autonomic Function in Adolescent Hockey Players. *Journal of athletic training*. No. 56 (2), pp. 141–147. DOI: 10.4085/1062-6050-0578.19

17. Morishita, S., Tsubaki, A., Hotta, K., et al. (2021). Face Pain Scale and Borg Scale compared to physiological

18. Murray N., Salvatore A., Powell D., Reed-Jones R. Reliability and validity evidence of multiple balance assessments in athletes with a concussion. *Journal of athletic training*. 2014. No. 49 (4), pp. 540–549. DOI: 10.4085/1062-6050-49.3.32
19. Panwar N., Purohit D., Deo Sinha V., Joshi M. Evaluation of extent and pattern of neurocognitive functions in mild and moderate traumatic brain injury patients by using Montreal Cognitive Assessment (MoCA) score as a screening tool: An observational study from India. *Asian journal of psychiatry*. 2019. No. 41, pp. 60–65. DOI: 10.1016/j.ajp.2018.08.007
20. Popovich M., Almeida A., Freeman et al. Use of Supervised Exercise During Recovery Following Sports-Related Concussion. *Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*. 2021. No. 31 (2), pp. 127–132. DOI: 10.1097/JSM.0000000000000721
21. Ramazani J., Hosseini M. Comparison of full outline of unresponsiveness score and Glasgow Coma Scale in Medical Intensive Care Unit. *Annals of cardiac anaesthesia*. 2019. No. 22 (2), pp. 143–148. DOI: 10.4103/aca.ACA_25_18
22. Register-Mihalik J. K., Vander Vegt C. B., Cools M., Carnerio K. Factors Associated with Sport-Related Post-concussion Headache and Opportunities for Treatment. *Current pain and headache reports*. 2018. No. 22 (11), pp. 75. DOI: 10.1007/s11916-018-0724-2
23. Snyder A., Sheridan C., Tanner A., et al. Cardiorespiratory Functioning in Youth with Persistent Post-Concussion Symptoms: A Pilot Study. *Journal of clinical medicine*. 2021. No. 10 (4), pp. 561. DOI: 10.3390/jcm10040561
24. Sremakaew M., Sungkarat S., Treleaven J. Effects of tandem walk and cognitive and motor dual-tasks on gait speed in individuals with chronic idiopathic neck pain: a preliminary study. *Physiotherapy theory and practice*. 2021. No. 37 (11), pp. 1210–1216. DOI: 10.1080/09593985.2019.1686794
25. Stuart M. J., Luoto T., Kannus P. Concussion in the international ice hockey parameters during cardiopulmonary exercise testing. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. No. 61 (11), pp. 1464–1468. DOI: 10.23736/S0022-4707.20.11815-2
18. Murray, N., Salvatore, A., Powell, D., Reed-Jones, R. (2014). Reliability and validity evidence of multiple balance assessments in athletes with a concussion. *Journal of athletic training*. No. 49 (4), pp. 540–549. DOI: 10.4085/1062-6050-49.3.32
19. Panwar, N., Purohit, D., Deo Sinha, V., Joshi, M. (2019). Evaluation of extent and pattern of neurocognitive functions in mild and moderate traumatic brain injury patients by using Montreal Cognitive Assessment (MoCA) score as a screening tool: An observational study from India. *Asian journal of psychiatry*. No. 41, pp. 60–65. DOI: 10.1016/j.ajp.2018.08.007
20. Popovich, M., Almeida, A., Freeman et al. (2021). Use of Supervised Exercise During Recovery Following Sports-Related Concussion. *Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*. No. 31 (2), pp. 127–132. DOI: 10.1097/JSM.0000000000000721
21. Ramazani, J., Hosseini, M. (2019). Comparison of full outline of unresponsiveness score and Glasgow Coma Scale in Medical Intensive Care Unit. *Annals of cardiac anaesthesia*. No. 22 (2), pp. 143–148. DOI: 10.4103/aca.ACA_25_18
22. Register-Mihalik, J. K., Vander Vegt, C. B., Cools, M., Carnerio, K. (2018). Factors Associated with Sport-Related Post-concussion Headache and Opportunities for Treatment. *Current pain and headache reports*. No. 22 (11), pp. 75. DOI: 10.1007/s11916-018-0724-2
23. Snyder, A., Sheridan, C., Tanner, A., et al. (2021). Cardiorespiratory Functioning in Youth with Persistent Post-Concussion Symptoms: A Pilot Study. *Journal of clinical medicine*. No. 10 (4), pp. 561. DOI: 10.3390/jcm10040561
24. Sremakaew, M., Sungkarat, S., Treleaven, J. (2021). Effects of tandem walk and cognitive and motor dual-tasks on gait speed in individuals with chronic idiopathic neck pain: a preliminary study. *Physiotherapy theory and practice*

World Championships and Olympic Winter Games between 2006 and 2015. *British journal of sports medicine*. 2017. No. 51 (4), pp. 244–252. DOI: 10.1136/bjsports-2016-097119

26. Thong I., Jensen M. P., Miró J., Tan G. The validity of pain intensity measures: what do the NRS, VAS, VRS, and FPS-R measure? *Scandinavian journal of pain*. 2018. No. 18 (1), pp. 99–107. DOI: 10.1515/sjpain-2018-0012

27. Wilson J. C., Kirkwood M. W., Potter M. N., et al. Early physical activity and clinical outcomes following pediatric sport-related concussion. *Journal of clinical and translational research*. 2020. No. 5 (4), pp. 161–168.

28. Worley M. L., O’Leary M. C., Sackett J. R., et al. Preliminary Evidence of Orthostatic Intolerance and Altered Cerebral Vascular Control Following Sport-Related Concussion. *Frontiers in neurology*. 2021. No. 12, pp. 620757. DOI: 10.3389/fneur.2021.620757

and practice. No. 37 (11), pp. 1210–1216. DOI : 10.1080/09593985.2019.1686794

25. Stuart, M. J., Luoto, T., Kannus, P. (2017). Concussion in the international ice hockey World Championships and Olympic Winter Games between 2006 and 2015. *British journal of sports medicine*. No. 51 (4), pp. 244–252. DOI: 10.1136/bjsports-2016-097119

26. Thong, I., Jensen, M. P., Miró, J., Tan, G. (2018). The validity of pain intensity measures: what do the NRS, VAS, VRS, and FPS-R measure? *Scandinavian journal of pain*. No. 18 (1), pp. 99–107. DOI: 10.1515/sjpain-2018-0012.

27. Wilson, J. C., Kirkwood, M. W., Potter, M. N., et al. (2020). Early physical activity and clinical outcomes following pediatric sport-related concussion. *Journal of clinical and translational research*. No. 5 (4), pp. 161–168.

28. Worley, M. L., O’Leary, M. C., Sackett, J. R., et al. (2021). Preliminary Evidence of Orthostatic Intolerance and Altered Cerebral Vascular Control Following Sport-Related Concussion. *Frontiers in neurology*. No. 12, pp. 620757. DOI: 10.3389/fneur.2021.620757