

Критерії раннього відновлення гравців у хокей з шайбою після черепно-мозкових травм

УДК: 616-001+796.9

О. Б. Неханевич¹, В. А. Секретний²

¹Дніпропетровський державний медичний університет, Дніпро, Україна

²ДУ «Український медичний центр спортивної медицини Міністерства молоді та спорту України», Київ, Україна

Резюме. Серед травм, отриманих хокеїстами під час гри, струс головного мозку займає одне з першорядних місць. *Мета.* Встановити ранні критерії відновлення регуляції вегетативної нервової системи у хокеїстів після стусу головного мозку. *Методи.* Соматоскопія, соматометрія, оцінювання, тестування, електрокардіографія. *Результати.* Спортсменам у день отримання травми призначали фізичний та когнітивний спокій. На наступний день вони проходили соматоскопію та соматометрію, оцінювання тону, варіабельності серцевого ритму, відхилення балансу. Результати проведеного дослідження показали зв'язок між струсом головного мозку та змінами вегетативної регуляції у бік переважання симпатикотонії. Крім того, було показано динаміку стану вегетативної рівноваги протягом раннього періоду відновлення після травми. Проте, не дивлячись на існуючі рекомендації щодо початку ранньої активної реабілітації на третій день після стусу, неврахування стану вегетативної регуляції може призвести до фізичного перенапруження регулюючих систем. Це потребує уваги до стану вегетативної регуляції під час планування та виконання як реабілітаційних, так і спортивних навантажень у хокеїстів після стусу головного мозку.

Ключові слова: струс головного мозку у спорті, вегетативна нервова система, раннє відновлення, дозування фізичних навантажень, хокей з шайбою.

Criteria for early recovery of ice hockey players after traumatic brain injury

О. В. Nekhanevych¹, V. A. Sekretnyi²

¹Dnipropetrovsk State Medical University, Dnipro, Ukraine

²State Institution "Ukrainian Medical Center of Sports Medicine of the Ministry of Youth and Sports of Ukraine", Kyiv, Ukraine

Abstract. Concussion is one of the most important injuries experienced by hockey players during the game. *Objective.* To determine early criteria for the restoration of the autonomic nervous system regulation after a concussion in hockey players. *Methods.* Somatoscopy, somatometry, assessment, testing, and electrocardiography. *Results.* Athletes were given physical and cognitive rest on the day of injury. The next day they underwent somatoscopy and somatometry, assessment of tone, heart rate variability, and balance abnormalities. The results of the study showed an association between the concussion and changes in autonomic regulation toward the predominance of sympathicotonia. In addition, the dynamics of the state of autonomic balance was shown during the early recovery period after the injury. However, despite the existing recommendations for the beginning of early active rehabilitation on the third day after the concussion, a failure to take into account the state of autonomic regulation can lead to physical overstrain of regulatory systems. This requires attention to the state of autonomic regulation during the planning and implementation of both rehabilitation and sports activities in hockey players after a concussion.

Keywords: concussion in sports, autonomic nervous system, early recovery, dosage of physical loads, ice hockey.

Постановка проблеми. Згідно з зібраними Міжнародною федерацією хокею з шайбою (IIHF) статистичними даними, в період 2006–2015 рр. під час 169 турнірів чемпіонатів світу та Олімпійських ігор 10 % усіх отриманих травм гравцями у хокей з шайбою були струси головного мозку у спорті (СМС), зокрема, було зафіксовано 160 випадків за 3293 гри [8]. Існують науково обґрунтовані дані, що навіть при м'яких ушкодженнях, які трапляються при СМС, реєструються ранні та пізні стійкі мозкові розлади. За науковим визначенням, стійка постструсова симптоматика (СПС) — це симптоми, які зберігаються більше двох тижнів у дорослих або більше місяця у підлітків після СМС [7]. Вважається, що одним з основних патофізіологічних механізмів розвитку СПС після СМС є дисфункція вегетативної нервової системи (ВНС) [11]. Зниження толерантності до фізичних навантажень, яку демонструють спортсмени після СМС, може бути пов'язана з патологічною регуляцією ВНС мозкового кровотоку [25]. Ряд учених виявили порушення регуляції діяльності серцево-судинної системи (ССС) з боку ВНС протягом перших 72 год після СМС у понад 80 % спортсменів [9, 21]. 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 [23].

Одними з найбільш принципових при СМС є питання своєчасного призначення оптимальних реабілітаційних заходів. У заяві Міжнародного консенсусу щодо струсів головного мозку у спорті, опублікованій у 2017 р., наголошується на недостатності доказів того, що призначення лише повноцінного відпочинку є достатнім для одужання після струсів головного мозку у спорті [7]. Результати останніх досліджень дозволяють припустити, що своєчасно призначені в оптимальній дозі фізичні вправи пришвидшують відновлення після СМС та знижують ризик розвитку СПС [2, 3, 6, 10, 26]. Також є дослідження, що доводять ефективність застосування терапевтичних вправ для профілактики розвитку віддалених наслідків, зокрема, розвитку когнітивних порушень та ризику деменції у спортсменів, асоційованих з СМС [22]. Окрім того, деякі дані свідчать про те, що активні стратегії лікування можуть бути корисними для спортсменів, які звикли бути активними і є вмотивованими повернутися якнайшвидше до занять спортом [12].

Поширеність та можливі стійкі наслідки СМС спонукали світову наукову спільноту на проведення у 2016 р. в Берліні 5 Міжнародної конференції зі струсів у спорті, за результатами роботи

якої було розроблено механізм ведення спортсмена з моменту отримання струсу до його повернення до тренувально-змагальної діяльності (протокол SCAT 5) [7].

Проте, не дивлячись на існування протоколу SCAT 5, консенсусу серед спеціалістів щодо ведення спортсменів після СМС немає. Особливу складність під час реабілітації спортсменів після такої травми викликають проблеми, пов'язані з визначенням термінів початку застосування, змісту та дозування фізичних навантажень. Розбіжність поглядів при вирішенні цих завдань пов'язана з необхідністю спортсменів у найбільш ранні терміни відновити не тільки свою побутову, а й спортивну діяльність, що є впливовим фактором на застосування форсованих методик відновлення без урахування тонких порушень механізмів регуляції, зокрема діяльності ВНС. Поодинокі наукові роботи доводять ефективність застосування аеробних вправ після СМС у зв'язку з тим, що саме вони покращують функцію ВНС, при цьому терапевтичним є призначення аеробних вправ на допороговому рівні інтенсивності [1]. У більшості досліджень використовуються розрахункові дозування вправ від низької до помірної інтенсивності (за відсотком від розрахункової максимальної частоти серцевих скорочень (ЧСС)) [13, 14, 17, 24].

Таким чином, актуальним є розробка та наукове обґрунтування критеріїв для своєчасного та оптимального призначення засобів реабілітації у спортсменів після СМС.

Мета дослідження — встановити ранні критерії відновлення регуляції вегетативної нервової системи у хокеїстів після струсу головного мозку.

Методи дослідження: аналіз науково-методичної літератури, обстеження, тестування, порівняння.

Результати дослідження та їх обговорення. У дослідженні брали участь 30 професійних гравців у хокей з шайбою 17–30 років (середній вік — $22,7 \pm 0,8$ року) із СМС. Усі спортсмени перебували на диспансерному обліку в закладах системи надання лікарсько-фізкультурної допомоги України та проходили поглиблений медичний огляд (далі — ПМО) протягом останніх 6 місяців. Згідно з даними ПМО, що були внесені до лікарсько-контрольних карт диспансерного нагляду спортсмена (форма № 062/о), жоден зі спортсменів, включених у дослідження, не мав супутньої неврологічної патології. Всі спортсмени підписали інформовані згоди на участь у дослідженні.

Критеріями невключення в дослідження були: струс головного мозку, не пов'язаний із трену-

вально-змагальною діяльністю, тяжкість травми за шкалою Глазго — середня або тяжка, відсутність допуску лікаря зі спортивної медицини, отриманого у закладах системи надання лікарської допомоги в Україні терміном не більше 6 місяців, супутня неврологічна патологія, наявність травм нижніх кінцівок та відмова у підписанні інформованої згоди пацієнта.

Спортсменам у день отримання СМС призначали фізичний та когнітивний спокій. На наступний день вони проходили соматоскопію та соматометрію, оцінку тонуусу ВНС, варіабельності серцевого ритму (BCP), відхилень балансу (BESS тест).

Під час проведення соматоскопії та соматометрії визначали зріст та масу тіла, розраховували та оцінювали індекс маси тіла (ІМТ). Оцінка тонуусу ВНС включала пробу на дермографізм, розрахунок індексу Кердо (ІК) та ортостатичну пробу.

Для визначення порушень рівноваги застосовували систему оцінювання помилок балансу (BESS тест), яка була розроблена дослідниками та клініцистами в дослідницькій лабораторії спортивної медицини Університету Північної Кароліни (NC 27599-8700) як об'єктивний тест для оцінювання спортсменів із СМС [19]. Цей тест використовується як інструмент фізичного обстеження, що допомагає диференціювати СМС, особливо протягом перших кількох днів після травми [18]. BESS-тестування включало обстеження на двох видах поверхні: твердій (підлозі) та м'якій (на спеціальній поверхні з поролону). На кожному з видів поверхні пацієнту рекомендували пройти тестування у трьох позиціях: «дві ноги поряд», «одна нога» («домінуюча нога» зігнута у колінному суглобі), та «тандем» («домінуюча нога» попереду, п'яткою до «недомінуючої ноги»). Кожне з шести тестувань триває 20 с та оцінюється шляхом підрахунку помилок або відхилень від належної позиції. Максимальна загальна кількість помилок для одного положення становить 10. Підраховані бали порівнювали зі стандартизованою шкалою та в динаміці реабілітаційного періоду з метою оцінювання відновлення спортсмена після СМС.

Для аналізу BCP проводили реєстрацію електричної активності серця методом електрокардіографії у другому стандартному відведенні протягом 5 хв у стані відносного фізіологічного спокою з використанням 12-канального електрокардіографа Heart Screen 112 (УкрТелеМед, Україна). Обчислення BCP проводили за допомогою кардіоінтервалографії. Досліджували такі статистичні показники BCP: SDNN (мс) — стан-

дартне відхилення від середньої тривалості всіх кардіоінтервалів, характеризує BCP 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 BCP включав такі показники: HF (High Frequency) — високочастотний діапазон BCP, пов'язаний із дихальними рухами та характеризує парасимпатичний тонус ВНС, LF (Low Frequency) — низькочастотний діапазон BCP, характеризує симпатичний тонус ВНС. Крім того, розраховували індекс напруження регуляторних систем (ІН).

Оцінювання толерантності до фізичного навантаження після СМС є більш об'єктивним та фізіологічно обумовленим стандартом, за допомогою якого клініцисти можуть діагностувати та оцінювати відновлення краще, ніж лише на основі клінічної симптоматики у стані спокою [15]. Для цього використовували Buffalo concussion treadmill test (BCTT), який є найбільш вживаним тестом з дозованим фізичним навантаженням, що встановлює порогову ЧСС, при якій після СМС відбувається загострення симптомів, спричинених фізичними вправами, і відповідно дає можливість дозувати програму фізичної терапії [5, 16]. Тестування проводили на третій та четвертий день, оскільки повернення до фізичних навантажень у протоколі SCAT 5 рекомендують не раніше третьої доби з моменту отримання травми. Реєстрацію ЧСС під час проведення BCTT проводили з допомогою монітора ЧСС Polar S/N: C802L10666683 (Polar, Фінляндія). Перед початком тестування спортсменам демонстрували шкали Борга та Лікерта, визначали бали спокою та пояснювали, що оцінку напруженості (складності виконання) навантаження та вираженості симптомів будуть визначати щохвилини під час проведення тестування. Шкала Борга — це міра сприйнятого фізичного навантаження, що оцінювалась чисельною шкалою (від 6–20) та дескрипторами [20].

Шкала Лікерта є мірою вираженості симптомів («наскільки добре/погано клінічні симптоми впливають на стан спортсмена»), яка також має чисельну шкалу (від 1–10) та дескриптори [4]. Суб'єктивні бали та ЧСС вносили до протоколу. Цю процедуру повторювали щохвилини, а нахил бігової доріжки збільшується зі швидкістю 1 град · хв⁻¹. Як тільки бігова доріжка досягне максимального нахилу в 15°, то швидкість збільшується на 0,65 км · год⁻¹ щохвилини, а нахил

не змінюється. Тест припиняли у випадку загострення симптомів (збільшення на понад 3 бали за шкалою Лікерта порівняно з оцінкою у стані спокою, додавання кількох нових симптомів або помітне збільшення вираженості симптомів, що призводить до утруднення продовження тесту). Після завершення ВСТТ спортсменам призначали програми фізичних вправ, виходячи з 80 % максимального ЧСС, досягнутого без загострення симптомів.

Дослідження проводили згідно з принципами Гельсінської декларації Світової медичної асоціації «Етичні засади медичних досліджень, що стосуються людських суб'єктів» (змінена в жовтні 2013 р.). Дозвіл на проведення досліджень отримано Комітетом з етики Дніпровського державного медичного університету. Дану роботу виконували відповідно до плану науково-дослідної теми «Медико-педагогічне забезпечення фізичної реабілітації, спортивних та оздоровчих тренувань» (№ держреєстрації 0116U004468, 2017–2021 рр.) кафедри фізичної реабілітації, спортивної медицини та валеології Дніпровського державного медичного університету.

Статистичну обробку отриманих результатів здійснювали за допомогою пакета 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 похибки середньоарифметичної величини $M \pm m$. Визначення статистичної значущості 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 фактора проводили однофакторний дисперсійний аналіз ANOVA. Пороговим рівнем статистичної значущості результатів вважали $p < 0,05$.

Під час планування реабілітаційних та тренувальних фізичних навантажень після СМС важливим є врахування стану ВНС. Важливо зазначити, що всі хокеїсти, які взяли участь у дослідженні, були професійними спортсменами з багаторічним тенуально-змагальним стажем, для яких характерною є адаптаційна перевага тону парасимпатичного відділу ВНС. Дослідивши динаміку вегетативного тону за клінічними показниками (ІК), було встановлено, що у перший день після СМС у всіх спортсменів спостерігалась симпатикотонія. На другий день лише у трьох спортсменів (10,0 %) було встановлено нормотонію, а у

27 (90,0 %) залишалась симпатикотонія. Важливим є оцінка стану ВНС на третій день, у зв'язку з тим, що згідно з протоколом SCAT 5, саме в цей день вже призначаються тренувальні навантаження. Під час третього візиту лише у дев'яти учасників (30,0 %) спостерігалась нормотонія, а у 21 (70,0 %) залишалась симпатикотонія. Протягом подальшого дослідження, на четвертий день відновлення, зафіксовано, що у більшості (18 спортсменів – 60,0 %) спостерігалась нормотонія, а у 12 (40,0 %) – симпатикотонія. Динаміку показника ІК наведено у таблиці 1.

Для підтвердження та об'єктивізації характерних змін ВНС після СМС було застосовано інструментальну діагностику, а саме дослідження ВСР. Під час першого візиту в усіх спортсменів за показником SDNN спостерігалась симпатикотонія (табл. 2); під час другого візиту у двох спортсменів (6,7 %) була нормотонія, а у 28 (93,3 %) залишалась симпатикотонія; на третьому візиті лише у третини спортсменів – 10 (33,3 %) спостерігалась нормотонія, а у 19 (63,3%) залишалась симпатикотонія. Під час четвертого візиту у більшості спортсменів (18 осіб – 60,0 %) була нормотонія, а симпатикотонія зберігалась у шести осіб (20,0 %). Важливо зазначити, що за показником SDNN парасимпатикотонія на третій візит спостерігалась у одного спортсмена (3,3 %), а на четвертий візит у шести спортсменів (20,0 %).

За даними таблиці 2, характерним підтвердженням змін вегетативної регуляції була динаміка показника ІВР. Під час трьох перших візитів у всіх спортсменів спостерігалась симпатикотонія. Лише на четвертий день у 10 осіб (33,3 %) було встановлено нормотонію, а у решти – 20 (66,7 %) залишалась симпатикотонія.

Зрушення в бік симпатикотонії загального спектра SDNN та ІВР відбувалось за рахунок збільшення потужності хвиль низькочастотного спектра (LF) та зменшення високочастотної складової (HF). Динаміку показників LF та HF наведено у таблиці 3.

ТАБЛИЦЯ 1 – Динаміка індексу Кердо в процесі відновлення

Показник	Середнє	Мінімальне	Максимальне	SD	m
ІК 1	-15,5	-20,4	-11,5	2,3	0,4
ІК 2	-14,0	-18,5	-9,7	2,3	0,4
ІК 3	-12,3	-17,5	-8,6	2,3	0,4
ІК 4	-10,1*	-16,5	-5,8	2,5	0,5

Примітки: * – $p < 0,05$ статистично значуща різниця порівняно з початковим рівнем; m – середня похибка середньоарифметичної величини; SD – середньоквадратичне відхилення; ІК 1–4 – значення індексу Кердо на 1–4 візитах, відповідно.

ТАБЛИЦЯ 2 – Динаміка показників ВСР в процесі відновлення хокеїстів після СМС

Показник	Середнє	Мінімальне	Максимальне	SD	m
SDNN 1	47,9	37,1	57,6	4,4	0,8
SDNN 2	51,5	44,6	60,1	3,9	0,7
SDNN 3	54,4	48,5	64,1	3,6	0,7
SDNN 4	59,9*	53,1	75,4	5,1	0,9
IBP 1	35,7	28,7	47,5	4,6	0,8
IBP 2	40,3	31,4	51,2	5,0	0,9
IBP 3	46,3	37,8	55,3	5,3	1,0
IBP 4	52,2*	40,1	64,0	6,2	1,1

Примітки: * – $p < 0,05$ порівняно з початковим рівнем; SDNN 1–4 – показник SDNN під час 1–4 візитів відповідно; IBP 1–4 – показник індексу вегетативної рівноваги під час 1–4 візитів відповідно.

ТАБЛИЦЯ 3 – Динаміка показників спектрального аналізу ВСР у процесі відновлення хокеїстів після СМС

Показник	Середнє	Мінімальне	Максимальне	SD	m
LF 1	1260,1	1078,0	1564,0	128,2	23,4
LF 2	1158,0	967,0	1432,0	117,0	21,4
LF 3	1062,5	897,0	1289,0	98,2	17,9
LF 4	972,4*	867,0	1150,0	63,3	11,6
HF 1	352,4	312,0	389,0	21,2	3,9
HF 2	372,4	329,0	395,0	18,3	3,4
HF 3	391,4	290,0	434,0	24,6	4,6
HF 4	415,2*	389,0	453,0	16,3	3,0

Примітки: * – $p < 0,05$ порівняно з початковим рівнем; LF 1–4 – показник низькочастотного спектра хвиль під час 1–4 візитів відповідно; HF 1–4 – показник високочастотного спектра хвиль під час 1–4 візитів відповідно.

Результуючою таких зрушень стало порушення процесів регуляції та напруження регуляторних систем за показником індексу напруження регуляторних систем за даними ВСР (табл. 4). Так, під час першого візиту нормальна адаптація відмічалась у 11 (36,7 %) спортсменів, напруження механізмів адаптації – у 19 (63,3 %); протягом другого візиту нормальна адаптація була у 20 (66,7 %), а напруження механізмів адаптації – у 10 (33,3 %); третій візит підтвердив, що у 4 (13,3 %) хокеїстів адаптація залишилась на рівні напруження.

ТАБЛИЦЯ 4 – Рівень та динаміка індексу напруження регуляторних систем в процесі відновлення хокеїстів після СМС

Показник	Середнє	Мінімальне	Максимальне	SD	m
ІН 1	205,0	164,0	267,0	26,0	4,7
ІН 2	183,6	147,0	213,0	17,0	3,1
ІН 3	170,0	142,0	201,0	15,2	2,8
ІН 4	153,9*	132,0	198,0	15,7	2,9

Примітки: * – $p < 0,05$ порівняно з початковим рівнем; ІН 1–4 – індекс напруження регуляторних систем протягом 1–4 візитів відповідно.

Важливо зазначити, що хокей з шайбою вимагає високого рівня розвитку постуральної стабільності. Тому здатність спортсмена підтримувати рівновагу є запорукою вдалого виконання спортивних завдань. Проведене оцінювання BESS тестування як на твердій (ТП), так і на м'якій поверхні (МП) та загальна оцінка за обидві поверхні вказала на значні порушення рівноваги у спортсменів відразу після СМС. Але середні показники за даними проведених тестувань вказують на покращення балансу та координації в динаміці від першого до четвертого візиту. Динаміку показників за ТП, МП та загальну оцінку наведено у таблиці 5.

Розподіливши спортсменів за рівнем напруження регуляторних систем на дві групи, – I – з ознаками напруження адаптації (ІН більше або дорівнює 200 од) та II – з нормальним рівнем ІН (ІН менше за 200 од) – було доведено, що рівень ІН впливає на здатність пацієнтів виконувати завдання на розвиток рівноваги та нервово-м'язового контролю. Так, в групі I під час першо-

ТАБЛИЦЯ 5 – Показники рівноваги хокеїстів у динаміці відновлення після СМС

Показник	Середнє	Мінімальне	Максимальне	SD	m
ТП 1	3,07	2,00	4,00	0,78	0,14
ТП 2	2,60	2,00	3,00	0,50	0,09
ТП 3	2,43	2,00	3,00	0,50	0,09
ТП 4	2,20*	1,00	3,00	0,55	0,10
МП 1	7,73	5,00	9,00	0,98	0,18
МП 2	7,13	5,00	9,00	0,94	0,17
МП 3	6,80	5,00	8,00	0,76	0,14
МП 4	6,70*	5,00	8,00	0,75	0,14
Загальна 1	10,8	8,00	13,0	1,45	10,8
Загальна 2	9,73	8,00	12,0	1,08	9,73
Загальна 3	9,23	7,00	11,0	1,04	9,23
Загальна 4	8,90*	7,00	11,0	0,99	8,90

Примітка. * – $p < 0,05$ порівняно з початковим рівнем; ТП 1–4, МП 1–4 та загальна 1–4 – тестування на твердій, м'якій поверхнях та загальна оцінка під час 1–4 візитів відповідно.

ТАБЛИЦЯ 6 – Вплив рівня напруження регуляторних систем на здатність хокеїстів виконувати завдання на розвиток рівноваги

Показник	I група	II група	p
BESS ТП 1	3,37±0,16	2,54±0,21	0,01
BESS ТП 2	2,90±0,10	2,45±0,11	0,02
BESS ТП 3	3,00±0,01	2,35±0,10	0,02
BESS МП 1	8,00±0,22	7,27±0,27	0,04
BESS МП 2	7,70±0,33	6,85±0,17	0,02
BESS МП 3	7,75±0,25	7,04±0,19	0,16
BESS Загальна 1	11,4±0,3	9,82±0,35	0,01
BESS Загальна 2	10,6±0,3	9,30±1,18	0,01
BESS Загальна 3	10,5±0,3	9,04±0,19	0,02

го візиту результати тесту BESS ТП в середньому становили $3,37 \pm 0,16$ од., що було статистично значуще більше за показник у II групі, де він дорівнював $2,54 \pm 0,21$ од. ($F = 10,0$, $p = 0,01$). Аналогічна різниця була зафіксована й за результатами обстеження під час другого та третього візитів (табл. 6).

Висновки. Результати проведеного дослідження показали зв'язок між СМС та змінами вегетативної регуляції у бік переважання симпатикотонії. Крім того, було показано динаміку стану вегетативної рівноваги протягом раннього

періоду відновлення після СМС. Також вдалося встановити покращення рухових функцій після СМС у динаміці з першого візиту по четвертий. Проте, не дивлячись на існуючі рекомендації щодо початку ранньої активної реабілітації на третій день після струсу, неврахування стану вегетативної регуляції може призвести до фізичного перенапруження регулюючих систем. Це потребує уваги до стану вегетативної регуляції під час планування та виконання як реабілітаційних, так й спортивних навантажень у хокеїстів після струсу головного мозку.

Література

1. Active Recovery from Concussion. John Leddy, Charles Wilber, and Barry Willer. Author manuscript; Curr Opin Neurol. available in PMC 2020 Feb 27. Published in final edited form as: Curr Opin Neurol. 2018 Dec; 31(6): 681–686. doi: 10.1097/WCO.0000000000000611
2. Acute cognitive and physical rest may not improve concussion recovery time. Buckley TA, Munkasy BA, Clouse BP. J Head Trauma Rehabil. 2016;31:233-241.
3. A preliminary study of the effect of early aerobic exercise treatment for sport-related concussion in males. Leddy JJ, Haider MN, Hinds AL, Darling S, Willer BS. Clin J Sport Med. 2019;29:353-360
4. A Review of Key Likert Scale Development Advances: 1995–2019. Andrew T. Jebb, Vincent Ng, Louis Tay Front Psychol. 2021; 12: 637547. Published online 2021 May 4. doi: 10.3389/fpsyg.2021.637547
5. Baker JG, Freitas MS, Leddy JJ, Kozlowski KF, Willer BS. Return to full functioning after graded exercise assessment and progressive exercise treatment of postconcussion syndrome. Rehabilitation research and practice. 2012; 2012:705309. Epub 2012/02/01. doi: 10.1155/2012/705309
6. Benefits of strict rest after acute concussion: a randomized controlled trial. Thomas DG, Apps JN, Hoffmann RG, McCrema M, Hammeke T. Pediatrics. 2015;135:213-223
7. Consensus statement on concussion in sport—the 5th International Conference on Concussion in Sport held in Berlin, October 2016. McCrory P, Meeuwisse W, Dvorak J, et al. Br J Sports Med. 2017;51(11):838–847
8. Concussion in the international ice hockey World Championships and Olympic Winter Games between 2006 and 2015. Markku Tuominen, Timo Hänninen, Jari Parkkari, Michael J Stuart, Teemu Luoto, Pekka Kannus, Mark Aubry. BJSM. 2016, 244-252;
9. Dobson JL, Yarbrough MB, Perez J, Evans K, Buckley T. Sport-related concussion induces transient cardiovascular autonomic dysfunction. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol. 2017;312(4):R575–R84
10. Early physical activity and clinical outcomes following pediatric sport-related concussion Julie C. Wilson, Michael W. Kirkwood, Morgan N. Potter, Pamela E. Wilson, Aaron J. Provance, and David R. Howell, J Clin Transl Res. 2020 May 26; 5(4): 161–168.
11. Exercise is Medicine for Concussion. Curr Sports Med Rep. John J Leddy, Mohammad N Haider, Michael Ellis, Barry S Willer 2018 August; 17(8): 262–270. doi:10.1249/JSR.0000000000000505
12. Gagnon I, Galli C, Friedman D, Grilli L, Iverson GL. Active rehabilitation for children who are slow to recover following sport-related concussion. Brain Inj. 2009; 23 12: 956–964. Alsalaheen BA, Mucha A, Morris LO, et al. Vestibular rehabilitation for dizziness and balance disorders after concussion. J Neurol Phys Ther. 2010; 34 2: 87–93.
13. Gauvin-Lepage J, Friedman D, Grilli L, et al. Effectiveness of an exercise-based active rehabilitation intervention for youth who are slow to recover after concussion [published online August 8, 2018]. Clin J Sport Med. doi:10.1097/ JSM.0000000000000634
14. Implementing a structured exercise program for persistent concussion symptoms: a pilot study on the effects on salivary brain-derived neurotrophic factor, cognition, static balance, and symptom scores. McGeown JP, Zerpa C, Lees S, Niccoli S, Sanzo P. Brain Inj. 2018;32:1556-1565.
15. Leddy JJ, Willer B. Use of graded exercise testing in concussion and return-to-activity management. Curr Sports Med Rep. 2013;12:370-376
16. Leddy JJ, Haider MN, Ellis M, Willer BS. Exercise is medicine for concussion. Curr Sports Med Rep. 2018;17:262-270.
17. Maerlender A, Rieman W, Lichtenstein J, Condiracci C. Programmed physical exertion in recovery from sports-related concussion: a randomized pilot study. Dev Neuropsychol. 2015;40:273-278
18. McCrema M, Guskiewicz KM, Marshall SW, et al. Acute effects and recovery time following concussion in collegiate football players: the NCAA Concussion Study. JAMA 2003;290:2556–63. doi:10.1001/jama.290.19.2556
19. Modified Balance Error Scoring System (M-BESS) test scores in athletes wearing protective equipment and cleats. Aftab Mohammad Azad, Saad Al Juma, Junaid Ahmad Bhatti, J Scott Delaney. BMJ Open Sport Exerc Med. 2016 May 13;2(1):e000117. doi: 10.1136/bmjsem-2016-000117.
20. Multi-Disciplinary Management of Athletes with Post-Concussion Syndrome: An Evolving Pathophysiological Approach Michael J. Ellis, John Leddy, Barry Willer Front Neurol. 2016; 7: 136. Published online 2016 Aug 24.
15. Parasympathetic baroreflexes and heart rate variability during acute stage of sport concussion recovery. Bishop S, Dech R, Baker T, Butz M, Aravintan K, Neary JP. Brain Inj. 2017;31(2):247–59.
21. Parasympathetic baroreflexes and heart rate variability during acute stage of sport concussion recovery. Bishop S, Dech R, Baker T, Butz M, Aravintan K, Neary JP. Brain Inj. 2017;31(2):247–59.
22. Physical exercise as a preventive or disease-modifying treatment of dementia and brain aging. Ahlskog JE, Geda YE, Graff-Radford NR, Petersen RC. Mayo Clinic proceedings Mayo Clinic. 2011; 86(9):876–84. Epub 2011/09/01. DOI: 10.4065/mcp.2011.0252)
23. Reliability and validity evidence of multiple balance assessments in athletes with a concussion. Murray N, Salvatore A, Powell D, Reed-Jones R.J Athl Tra-in. 2014 Jul-Aug;49(4):540-9. doi: 10.4085/1062-6050-49.3.32. Epub 2014 Jun 16.
24. Rytter HM, Westenbaek K, Henriksen H, Christiansen P, Humle F. Specialized interdisciplinary rehabilitation reduces persistent post-concussive symptoms: a randomized clinical trial. Brain Inj. 2019;33:266-281
25. Transient suppression of heart rate complexity in concussed athletes. La Fontaine MF, Heffernan KS, Gossett JD, Bauman WA, De Meersman RE. Auton Neurosci. 2009;148:101-103. Len T, Neary J. Cerebrovascular pathophysiology following mild traumatic brain injury. Clin Physiol Funct Imaging. 2011;31:85-93
26. Use of supervised exercise during recovery following sports-related concussion. Popovich M, Almeida A, Freeman J, et al. Neurology. 2018;91(23 suppl 1):S15)