

UDC: 616.831-001.34-07:796.966.071.2  
[https://doi.org/10.32345/USMYJ.2\(131\).2022.23-31](https://doi.org/10.32345/USMYJ.2(131).2022.23-31)

Received: January 21, 2022

Accepted: April 17, 2022

## Ранні діагностичні показники повернення до тренувально-змагальної діяльності у хокеїстів після черепно-мозкових травм

Секретний Володимир<sup>1</sup>, Неханевич Олег<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ДУ «Український медичний центр спортивної медицини Міністерства молоді та спорту України», Київ, Україна

<sup>2</sup> Дніпровський державний медичний університет, Дніпро, Україна

### Address for correspondence:

Volodymyr Sekretnyi

E-mail: [dr.sekretnyi@gmail.com](mailto:dr.sekretnyi@gmail.com)

**Анотація:** В дослідженні приймали участь 30 професійних гравців у хокей з шайбою у віці від 17 до 30 років (середній вік склав  $22,7 \pm 0,8$ ) із струсом головного мозку у спорті. Спортсменам у день отримання струсу головного мозку у спорті призначали фізичний та когнітивний спокій. На наступний день спортсмени проходили огляд в об'ємі: соматоскопія та соматометрія, оцінку тону вегетативної нервової системи, оцінку варіабельності серцевого ритму, оцінку відхилень балансу (BESS тест). Buffalo concussion treadmill test, який є найбільш вживаним тестом з дозованим фізичним навантаженням, що встановлює порогову частоту серцевих скорочень проводили на 3 день та 4 день. Результати проведеного дослідження показали зв'язок між струсом головного мозку у спорті та змінами вегетативної регуляції у бік переважання симпатикотонії. Крім того, було показано динаміку стану вегетативної рівноваги протягом раннього періоду відновлення після струсу головного мозку. Також вдалося встановити покращення рухових функцій після струсу головного мозку у динаміці з 1 візиту по 4. Проте, не дивлячись на існуючі рекомендації щодо початку ранньої активної реабілітації на третій день після струсу, не врахування стану вегетативної регуляції може призвести до фізичного перенапруження регулюючих систем. Це потребує врахування стану вегетативної регуляції під час планування та виконання як реабілітаційних, так й спортивних навантажень у хокеїстів після струсу головного мозку у спорті.

**Ключові слова:** дисфункція вегетативної нервової системи, струс головного мозку, хокей з шайбою, неврологічна реабілітація, черепно-мозкова травма.

### Вступ

Згідно зібраних Міжнародною федерацією хокею з шайбою (ІНФ) статистичних даних в період між 2006-2015 роками 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 ви-

падків за 3293 гри (Tuominen M et al, 2016). Існують науково обґрунтовані дані, що навіть при м'яких ушкодженнях, які відбуваються при СМС, реєструються ранні та пізні стійкі мозкові розлади. За визначенням стійка пост-струсова симптоматика (СПС) – це симптоми, які зберігаються більше 2 тижнів у дорослих або більше 1 місяця у підлітків після СМС

(McCrorry P et al, 2017). Вважається, що одним з основних патофізіологічних механізмів розвитку СПС після СМС є дисфункція вегетативної нервової системи (ВНС) (Leddy J et al, 2018). Зниження толерантності до фізичних навантажень, яку демонструють спортсмени після СМС, може бути пов'язана з патологічною регуляцією ВНС мозкового кровотоку (La Fountaine et al, 2009). Ряд авторів виявили порушення регуляції діяльності серцево-судинної системи (ССС) з боку ВНС протягом перших 72 годин після СМС у більш, ніж 80% спортсменів (Bishop S. et al, 2017; Dobson JL et al, 2017). Крім того, у таких спортсменів виявляються порушення рівноваги та нерво-м'язового контролю постави за рахунок порушення регуляції сенсомоторних процесів як у статичній, так і в динамічній діяльності (Murray N et al, 2014).

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 році, наголошується на недостатності доказів того, що призначення лише повноцінного відпочинку є достатнім для одужання після струсів головного мозку у спорті (СМС) (McCrorry P et al, 2017). Результати останніх досліджень дозволяють припустити, що своєчасно призначені в оптимальній дозі фізичні вправи пришвидшують відновлення після СМС та знижують ризик розвитку СПС (Wilson J. C et al, 2020; Leddy JJ et al 2019). Також є дослідження, що доводять ефективність застосування терапевтичних вправ щодо профілактики розвитку віддалених наслідків, зокрема, розвитку когнітивних порушень та ризику деменції у спортсменів, асоційованих з СМС (Ahlskog JE et al, 2011). 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 (Gagnon I et al, 2010).

Розповсюдженість та можливі стійкі наслідки СМС спонукали світову наукову спільноту на проведення у 2016 році в Берліні 5 Міжнародної конференції по струсам 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) (McCrorry P et al, 2017). Проте, не дивлячись на існування протоколу SCAT 5, консенсусу серед спеціалістів щодо ведення спортсменів після СМС немає. Особливу складність під час реабілітації спортсменів після СМС викликають проблеми, пов'язані з визначенням термінів початку застосування, змісту та дозуванням фізичних навантажень. Розбіжність поглядів при вирішенні цих завдань пов'язана з необхідністю спортсменів в найбільш ранні терміни відновити не тільки свою побутову, але й спортивну діяльність, що є впливовим фактором на застосування форсованих методик відновлення без врахування тонких порушень механізмів регуляції, зокрема діяльності ВНС. Поодинокі наукові роботи доводять ефективність застосування аеробних вправ після СМС, в зв'язку з тим, що саме вони покращують функцію ВНС, при цьому терапевтичним є призначення аеробних вправ на допороговому рівні інтенсивності (Leddy J et al, 2018). У більшості досліджень використовуються розрахункові дозування вправ від низької до помірної інтенсивності (за відсотком від розрахункової максимальної частоти серцевих скорочень (ЧСС) (McGeown JP et al, 2018; Rytter NM et al, 2019)

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

### **Мета**

Встановити ранні критерії відновлення регуляції вегетативної нервової системи у хокеїстів після струсу головного мозку.

### **Методи**

В дослідженні приймали участь 30 професійних гравців у хокей з шайбою у віці від 17 до 30 років (середній вік склав  $22,7 \pm 0,8$  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 даних ПМО, що були внесені до лі-

карсько-контрольних карт диспансерного нагляду спортсмена (форма № 062/о), жоден з спортсменів, включених у дослідження, не мав супутньої неврологічної патології. Всі спортсмени підписали інформовані згоди на участь у дослідженні.

Критеріями виключення в дослідження були: струс головного мозку не пов'язаний із тренувально-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 міс, 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 спортсмени проходили огляд в об'ємі: соматоскопія та соматометрія, оцінку тонусу ВНС, оцінку варіабельності серцевого ритму (BCP), оцінку відхилень балансу (BESS тест).

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.

Для оцінки порушень рівноваги застосовували систему оцінки помилок баланс (BESS тест), яка була розроблена дослідниками та клініцистами в дослідницькій лабораторії спортивної медицини Університету Північної Кароліни (NC 27599-8700) як об'єктивний тест для оцінки спортсменів із СМС ([Azad A et al, 2017](#)). Цей тест використовується як інструмент фізичного обстеження, який допомагає диференціювати СМС, особливо протягом перших кількох днів після травми ([Teel Elizabeth F et al, 2017](#)). BESS тестування включало обстеження на 2 видах поверхні: твердій (підлозі) та м'якій (на спеціальній поверхні з поролону). На кожному з видів поверхні пацієнту рекомендували пройти тестування у 3 позиціях: позиція «дві ноги поряд», позиція «одна нога» («домінуюча нога» зігнута у колінному суглобі), та позиція «тандем» («до-

мінуюча нога» попереду, п'яткою до «не домінуючої ноги»). Кожне з 6 тестувань триває 20 секунд 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 оцінки відновлення спортсмена після СМС.

Для аналізу ВСР проводили реєстрацію електричної активності серця методом електрокардіографії у другому стандартному відведенні протягом 5 хвилин у стані відносно фізіологічного спокою з використанням 12-канального електрокардіографа “Heart Screen 112” (“УкрТелеМед”, Україна). Обчислення ВСР проводили за допомогою кардіоінтервалографії. Досліджували 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 (ІВР) – 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).

Оцінка толерантності до фізичного навантаження після СМС є більш об'єктивним та фізіологічно обумовленим стандартом, з допомогою якого клініцисти можуть діагностувати та оцінювати відновлення краще, ніж лише на основі клінічної симптоматики у стані спокою ([Leddy JJ, Willer B., 2013](#)). 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, спричи-

нених фізичними вправами, і відповідно дає можливість дозувати програму фізичної терапії (Leddy JJ et al, 2018). Тестування проводили на 3 день та 4 день, так як повернення до фізичних навантажень у протоколі SCAT 5 рекомендуються не раніше третьої доби з моменту отримання травми. Реєстрація ЧСС під час проведення ВСТТ на 3 та 4 день проводилось з допомогою монітору ЧСС Polar S/N: C802L110666683 (Polar, Фінляндія). Перед початком тестування спортсменам демонстрували шкали Борга та Лікерта, визначили бали спокою та пояснювали, що оцінка напруженості (складності виконання) навантаження та вираженості симптомів буде визначатись щохвилини під час проведення тестування. Шкала Борга – це міра сприйнятого фізичного навантаження, що оцінювалась чисельною шкалою (від 6-20) та дескрипторами (Ellis Michael J. et al, 2016). 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 (Jebb Andrew T. et al., 2018). Суб'єктивні бали та ЧСС вносили до протоколу. Цю процедуру повторювали щохвилини, а нахил бігової доріжки збільшується зі швидкістю 1 градус/хвилину. Як тільки бігова доріжка досягне максимального нахилу в 15 градусів, то швидкість збільшується на 0,65 км/год щохвилини, а нахил не змінюється. Тест припинявся у випадку загострення симптомів (збільшення більш ніж на 3 бали за шкалою Лікерта в порівнянні з оцінкою у стані спокою, додавання декількох 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 проводилося згідно з принципами 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 від-

повідності з планом науково-дослідної 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 середньоарифметичної 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. Пороговим рівнем статистичної значимості результатів вважали  $p < 0,05$ .

### Результати

Під час планування реабілітаційних та тренувальних навантажень фізичних навантажень після СМС важливим є врахування стану ВНС. Важливо зазначити, що всі хокеїсти, що прийняли участь у дослідженні, були професійними спортсменами з багаторічним тенуально-змагальним стажем, для яких характерною є адаптаційна перевага тонуусу парасимпатичного відділу ВНС. Дослідивши динаміку вегетативного тонуусу за клінічними показниками (ІК), було встановлено, що у перший день після СМС у всіх спортсменів спостерігалась симпатикотонія. На другий день лише у 3 спортсменів (10,0 %) було встановлено нормотонію, а у 27 (90,0 %) залишалась симпатикотонія. Важливим є оцінка стану ВНС на 3 день, в зв'язку з тим, що згідно з протоколом SCAT 5 саме в цей день вже призначаються тренувальні навантаження. Під час третього візиту лише у 9 учасників (30,0%) спостерігалась нормотонія, а у 21

№	Показник	Середнє	Мінімальне	Максимальне	SD	m
1.	ІК 1	-15,5	-20,4	-11,5	2,3	0,4
2.	ІК 2	-14,0	-18,5	-9,7	2,3	0,4
3.	ІК 3	-12,3	-17,5	-8,6	2,3	0,4
4.	ІК 4	-10,1*	-16,5	-5,8	2,5	0,5

Примітки: \* –  $p < 0,05$  статистично значима різниця у порівнянні з початковим рівнем; m – середня помилка середньоарифметичної величини; SD – середньоквадратичне відхилення; ІК 1-4 – значення індексу Кердо на 1-4 візитах, відповідно.

**Таблиця 1.** Динаміка індексу Кердо в процесі відновлення (n=30)

(70,0 %) залишалась симпатикотонія. Протягом подальшого дослідження, на 4 день відновлення, зафіксовано, що у більшості (18 спортсменів (60,0 %) спостерігалась нормотонія, а у 12 (40,0 %) – симпатикотонія. Динаміку показнику ІК наведено у табл. 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 2 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 6 осіб (20,0 %). Важливо зазначити, що за показником SDNN парасимпатикотонія на 3-й візит спостерігалась у 1 спортсмена (3,3 %), а на 4 візит у 6 спортсменів (20,0 %).

За даними табл. 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 спортсменів (33,3 %) було встановлено нормотонію, а у решти – 20 (66,7 %) залишалась симпатикотонія.

Зрушення в сторону симпатикотонії загального спектру SDNN та ІВР відбувалось за рахунок збільшення потужності хвиль низькочастотного спектру (LF) та зменшення високочастотної складової (HF). Динаміка показників LF та HF наведена у табл. 3.

Результуючою таких зрушень стало порушення процесів регуляції та напруження регуляторних систем за показником індексу напруги 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 %) спортсменів;

**Таблиця 2.** Динаміка показників ВСР в процесі відновлення хокеїстів після СМС (n=30)

№	Показник	Середнє	Мінімальне	Максимальне	SD	m
1.	SDNN 1	47,9	37,1	57,6	4,4	0,8
2.	SDNN 2	51,5	44,6	60,1	3,9	0,7
3.	SDNN 3	54,4	48,5	64,1	3,6	0,7
4.	SDNN 4	59,9*	53,1	75,4	5,1	0,9
5.	ІВР 1	35,7	28,7	47,5	4,6	0,8
6.	ІВР 2	40,3	31,4	51,2	5,0	0,9
7.	ІВР 3	46,3	37,8	55,3	5,3	1,0
8.	ІВР 4	52,2*	40,1	64,0	6,2	1,1

Примітки: \* –  $p < 0,05$  у порівнянні з початковим рівнем; SDNN 1-4 – показник SDNN під час 1-4 візитів, відповідно; ІВР 1-4 – показник індексу вегетативної рівноваги під час 1-4 візитів, відповідно.

№	Показник	Середнє	Мінімальне	Максимальне	SD	m
1.	LF 1	1260,1	1078,0	1564,0	128,2	23,4
2.	LF 2	1158,0	967,0	1432,0	117,0	21,4
3.	LF 3	1062,5	897,0	1289,0	98,2	17,9
4.	LF 4	972,4*	867,0	1150,0	63,3	11,6
5.	HF 1	352,4	312,0	389,0	21,2	3,9
6.	HF 2	372,4	329,0	395,0	18,3	3,4
7.	HF 3	391,4	290,0	434,0	24,6	4,6
8.	HF 4	415,2*	389,0	453,0	16,3	3,0

Примітки: \* –  $p < 0,05$  у порівнянні з початковим рівнем; LF 1-4 – показник низькочастотного спектру хвиль під час 1-4 візитів, відповідно; HF 1-4 – показник високочастотного спектру хвиль під час 1-4 візитів, відповідно.

**Таблиця 3.** Динаміка показників спектрального аналізу ВСР в процесі відновлення хокеїстів після СМС (n=30)

№	Показник	Середнє	Мінімальне	Максимальне	SD	m
1.	ІН 1	205,0	164,0	267,0	26,0	4,7
2.	ІН 2	183,6	147,0	213,0	17,0	3,1
3.	ІН 3	170,0	142,0	201,0	15,2	2,8
4.	ІН 4	153,9*	132,0	198,0	15,7	2,9

Примітки: \* -  $p < 0,05$  у порівнянні з початковим рівнем; ІН 1-4 – індекс напруги регуляторних систем протягом 1-4 візитів, відповідно.

**Таблиця 4.** Рівень та динаміка індексу напруги регуляторних систем в процесі відновлення хокеїстів після СМС (n=30)

№	Показник	Середнє	Мінімальне	Максимальне	SD	m
1.	ТП 1	3,07	2,00	4,00	0,78	0,14
2.	ТП 2	2,60	2,00	3,00	0,50	0,09
3.	ТП 3	2,43	2,00	3,00	0,50	0,09
4.	ТП 4	2,20*	1,00	3,00	0,55	0,10
5.	МП 1	7,73	5,00	9,00	0,98	0,18
6.	МП 2	7,13	5,00	9,00	0,94	0,17
7.	МП 3	6,80	5,00	8,00	0,76	0,14
8.	МП 4	6,70*	5,00	8,00	0,75	0,14
9.	Загальна 1	10,8	8,00	13,0	1,45	10,8
10.	Загальна 2	9,73	8,00	12,0	1,08	9,73
11.	Загальна 3	9,23	7,00	11,0	1,04	9,23
12.	Загальна 4	8,90*	7,00	11,0	0,99	8,90

Примітка. \* -  $p < 0,05$  у порівнянні 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 5.** Показники рівноваги хокеїстів в динаміці відновлення після СМС (n=30)

третій візит підтвердив, що у 4 (13,3 %) хокеїстів адаптація залишилась на рівні напруження.

Важливо зазначити, що хокей з шайбою вимагає високого рівня розвитку постуральної стабільності. Тому, здатність спортсмена підтримувати рівновагу є запорукою вдалого виконання спортивних завдань. Проведена оцінка 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 1 до 4 візиту. Динаміка показників за ТП, МП та загальна оцінка наведені у табл. 5.

Розділивши спортсменів за рівнем напруги 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 першого візиту результати тесту BESS ТП в середньому складала  $3,37 \pm 0,16$  од, що було статистично значимо більшим 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. Ранніми критеріями відновлення регуляції вегетативної нервової системи у хокеїстів після СМС були показники ВСР, зокрема, підвищення статистичного показника стандартного відхилення від середньої тривалості всіх кардіоінтервалів та індексу вегетативної рівноваги, зміни показників спектрального аналізу ВСР, особливо підвищення високочастотного та зниження низькочастотного діапазону ВСР, результуючою чого стало зниження індексу напруги регуляторних систем. В роботі доведено, що не врахування стану вегетативної регуляції за індексом напруги регуляторних систем негативно вплинуло на відновлення рухових функцій хокеїстів, які перенесли СМС, зокрема, на здатність хокеїстів виконувати завдання на розвиток рівноваги.

Це потребує врахування стану вегетативної регуляції під час планування та виконання як реабілітаційних, так й спортивних навантажень у хокеїстів після струсу головного мозку.

## Фінансування

Дане дослідження не отримало зовнішнього фінансування.

## Конфлікт інтересів

У представленій роботі немає конфлікту інтересів.

**Таблиця 6.** Вплив рівня напруги регуляторних систем на здатність хокеїстів виконувати завдання на розвиток рівноваги (n=30)

№	Показник	I група	II група	p
1.	BESS ТП 1	$3,37 \pm 0,16$	$2,54 \pm 0,21$	0,01
2.	BESS ТП 2	$2,90 \pm 0,10$	$2,45 \pm 0,11$	0,02
3.	BESS ТП 3	$3,00 \pm 0,01$	$2,35 \pm 0,10$	0,02
4.	BESS МП 1	$8,00 \pm 0,22$	$7,27 \pm 0,27$	0,04
5.	BESS МП 2	$7,70 \pm 0,33$	$6,85 \pm 0,17$	0,02
6.	BESS МП 3	$7,75 \pm 0,25$	$7,04 \pm 0,19$	0,16
7.	BESS Загальна 1	$11,4 \pm 0,3$	$9,82 \pm 0,35$	0,01
8.	BESS Загальна 2	$10,6 \pm 0,3$	$9,30 \pm 1,18$	0,01
9.	BESS Загальна 3	$10,5 \pm 0,3$	$9,04 \pm 0,19$	0,02

### Згода на публікацію

Згода на публікацію отримана від усіх пацієнтів які були залучені у проспективне дослідження.

### ORCID ID та внесок авторів

[0000-0003-0467-681X](https://orcid.org/0000-0003-0467-681X) (A, B, C, D) Секретний Володимир

[0000-0003-0307-784X](https://orcid.org/0000-0003-0307-784X) (C, D, E, F) Невич Олег

A – Research concept and design, B – Collection and/or assembly of data, C – Data analysis and interpretation, D – Writing the article, E – Critical revision of the article, F – Final approval of article

## ЛІТЕРАТУРА

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. <https://doi.org/10.4065/mcp.2011.0252>

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. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2016-000117>

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. <https://doi.org/10.1080/02699052.2016.1226385>

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. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00499.2016>

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.

Jebb Andrew T., Louis Vincent Ng, Tay A Review of Key Likert Scale Development Advances: 1995–2019 *Front Psychol.* 2021; 12: 637547. Published online 2021 May 4. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.637547>

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. <https://doi.org/10.1016/j.autneu.2009.03.001>

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

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. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000663>

Leddy J. J., Wilber C. G., Willer B. S. Active recovery from concussion. *Current opinion in neurology*. 2018. No. 31(6), pp. 681-686. <https://doi.org/10.1097/WCO.0000000000000611>

Ellis Michael J., Leddy John, WilleBarry r . *Multi-Disciplinary Management of Athletes with Post-Concussion Syndrome: An Evolving Pathophysiological Approach*. *Front Neurol*. 2016; 7: 136. Published online 2016 Aug 24.

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. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097699>

McGeown JP, Zerpa C, Lees S, Niccoli S, Sanzo 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. *P. Brain Inj.* 2018;32:1556-1565.

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. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-49.3.32>

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

Teel Elizabeth F, Marshall Stephen W, Shankar Viswanathan, McCrea Michael, Guskiewicz Kevin M. Predicting Recovery Patterns After Sport-Related Concussion *J Athl Train.* 2017 Mar;52(3):288-298. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-52.1.12>

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.

---

## Early diagnostic indicators of return to training and competitive activity in ice-hockey players after traumatic brain injuries

Sekretnyi Volodymyr<sup>1</sup>, Nekhanevych Oleg<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ukrainian Medical Center of Sports Medicine of the Ministry of Youth and Sports of Ukraine, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup> Dnipro State Medical University, Dnipro, Ukraine

### Address for correspondence:

Volodymyr Sekretnyi

E-mail: [dr.sekretnyi@gmail.com](mailto:dr.sekretnyi@gmail.com)

**Abstract:** The aim of study is to develop the criteria for early recovery after sport-related concussions (SRC) with ice-hockey players. 30 professional ice-hockey players from 17 to 30 years (average age  $22.7 \pm 0.8$  from SMS) were included in study. Methods: somatoscopy and somatometry, assessment of autonomic nervous system (ANS), assessment of heart rate variability (HRV), 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 and 4 after SRC. The results of the study showed a link between SRC and changes in autonomic regulation in the case of increased 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 1 visit to 4. 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:** [brain concussion](#), [ice hockey](#), [neurologic rehabilitation](#), [traumatic brain injury](#).