



Центральний рівень сенсомоторної регуляції спортсменів при формуванні перенапруження серцево-судинної системи

Романчук О.П.¹, Гузій О.В.²

¹Міжнародний гуманітарний університет, м. Одеса

²Львівський державний університет фізичної культури імені Івана Боберського

Мета: Визначити зміни показників центральної регуляції сенсомоторної функції висококваліфікованих спортсменів при формуванні перенапруження серцево-судинної системи,

Матеріал і методи: За результатами дослідження серцево-судинної системи з використанням спіроартеріокардіоритмографії до, після та наступного після інтенсивного фізичного навантаження ранку були визначені 19 спортсменів чоловічої статі, у яких формувалось перенапруження серцево-судинної системи: у 10 – за симпатичним типом, у 9 – за парасимпатичним. Паралельно проводилось визначення показника перемикавання центральних установок (ПЦУ) за даними дослідження сенсомоторної системи з використанням приладу «Комп'ютерний вимірювач рухів». **Результати:** Одразу після інтенсивного фізичного навантаження відзначається значуще пришвидшення ПЦУл ($p < 0,05$) та значуще уповільнення ПЦУп ($p < 0,05$) при перенапруженні за симпатичним типом, а також значуще уповільнення ПЦУл ($p < 0,05$) та значуще пришвидшення ПЦУп ($p < 0,01$) при перенапруженні за парасимпатичним типом. У період відновлення відзначається уповільнення ПЦУл та ПЦУп ($p < 0,05$) при симпатичному перенапруженні, а також сталість показника ПЦУл у порівнянні з післянавантажувальним та значуща динаміка ПЦУп ($p < 0,05$) при парасимпатичному перенапруженні. **Висновки:** при симпатичному та парасимпатичному перенапруженнях відзначаються характерні асиметричні зміни показників перемикавання центральних установок, які можуть засвідчувати переважний перебіг ерготропних та трофотрофних процесів у організмі спортсменів.

Ключові слова: сенсомоторна регуляція, перенапруження серцево-судинної системи, спортсмени, фізичне навантаження.

Вступ. Визначення сенсомоторної функції є важливим напрямком дослідження психофізіологічних особливостей організму спортсменів [2;23;30], які важливі для вивчення когнітивних процесів [26], оцінки функціонального стану центральної нервової системи (ЦНС), сенсорної чутливості [6;10;19], розвитку моторики, психофізіологічних і нейрофізіологічних параметрів функціонування головного мозку [3;4;6;8;10].

Велика кількість наукових публікацій присвячена дослідженню простих та складних сенсомоторних реакцій спортсменів, які спрямовані на визначення особливостей організації сенсомоторної функції з урахуванням виду спорту, статі, стажу занять, етапів тренувального процесу тощо [17;19;20;25;27]. Проте, досліджень центральних механізмів сенсомоторної функції спортсменів обмаль, що пов'язано із складністю використання існуючих методів у навчально-тренувальному процесі [2;16]. Насамперед це відноситься до методів дослідження активності кори головного мозку. Нагадаємо, що серед останніх електроенцефалографія, метод викликаних потенціалів, позитронно-емісійна томографія [22]. Певного поширення набув метод дослідження рівня постійного потенціалу (РПП) [14;21].

Важливою складовою вивчення сенсомоторних реакцій є розуміння процесів, які відбуваються на центральному рівні організації рухів, який пов'язаний із механізмами внутрішньо- та міжпівкульної взаємодії. При цьому останні аналізуються з урахуванням активності обох півкуль та визначають рівень функціональної моторної асиметрії [2;3;4;13].

Відомо, що сучасний підхід до оцінки взаємозв'язків функціональних асиметрій і успішності спортивної діяльності пов'язаний із розумінням динамічного



характеру функціональної міжпівкульної взаємодії. Вважається, що функціональна асиметрія має регулюючу роль [14;22]. Вона забезпечує координаційне попереднє налаштування однобічних моторних дій. Останнє дозволяє вважати моторну асиметрію передумовою підвищення дієздатності організму в просторово-часових умовах існування [23]. За таких умов розподіл функцій між півкулями мозку, не будучи абсолютним, формує рухливий, гнучкий профіль міжпівкульної асиметрії мозку, діапазон адаптивних функцій міжпівкульних взаємодій і динаміку основних нервових, гуморальних і імунних процесів, від яких залежить ефективність адаптації до спортивної діяльності. У цьому аспекті, на думку більшості авторів [2;23], найбільш перспективними є дослідження динаміки функціональних асиметрій при змагальній діяльності і в процесі індивідуальної підготовки спортсменів на різних етапах тренування, що й зумовило необхідність нашого дослідження.

Нагадаємо, що загальною структурною схемою організації сенсомоторних процесів є рефлекторне кільце [1;12;22]. Сенсорна інформація, яка прямує від аналізаторів, здійснює запуск, регуляцію і контроль рухів. Координація сенсорних і моторних компонентів рухового акту – найважливіша умова функціонування сенсорних систем [2;3;25]. Сенсомоторні реакції в першу чергу характеризуються таким психофізіологічним поняттям, як «час реакції», під яким звично розуміють інтервал часу між появою сигналу і реакцією відповіді.

Це комплексне утворення, яке визначається сумарною сукупністю таких елементів [1]:

- швидкість збудження рецептора і посилення імпульсу в відповідний центр чуттєвості;
- швидкість переробки сигналу в ЦНС;
- швидкість прийняття рішення про реагування на сигнал;
- швидкість передачі сигналу до початку дій по еферентних волокнах;
- швидкість розвитку збудження в м'язі і подолання інерції тіла або його окремої ланки.

Відтворення усіх перерахованих способів в практиці експрес-діагностики основних властивостей нервової системи людини або повністю виключено, або надзвичайно трудомістко, тому упродовж багатьох років ведуться пошуки досить простих, але об'єктивних тестів визначення основних властивостей ЦНС – сили і функціональної рухливості нервових процесів, балансу збудливо-гальмівних процесів [11;22].

Серед складових «часу реакції» параметром, що характеризує центральний рівень організації рухів є швидкість переробки інформації у ЦНС з прийняттям рішення про реагування на сигнал.

Саме тому нашу увагу привернув метод оцінки сенсомоторної функції з використанням приладу «комп'ютерний вимірювач рухів» (КВР-03), серед параметрів дослідження яким вирізняється показник перемикання центральних установок (ПЦУ), що характеризує центральний рівень регуляції рухів, а саме час прийняття рішення про зміну характеристики руху [1;6;7;11;17].

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження виконувалося відповідно до плану науково-дослідної роботи Львівського державного університету фізичної культури «Застосування неінвазивних методів аналізу функціонального стану організму спортсменів» та «Теоретико-методичні основи фізичної реабілітації неповносправних з порушенням діяльності опорно-рухового апарату та дихальної системи», 2016 - 2020 рр.

Мета дослідження. Визначити зміни показників центральної регуляції сенсомоторної функції висококваліфікованих спортсменів при формуванні



перенапруження серцево-судинної системи.

Матеріали та методи дослідження. Алгоритм нашого обстеження передбачав дослідження параметрів та показників, які засвідчують зміни сенсомоторної та кардіореспіраторної систем за впливу інтенсивних фізичних навантажень, а також у період відновлення після них. Для дослідження сенсомоторної системи використовувався прилад комп'ютерний вимірювач рухів (КВР) [11;32]. Дослідження кардіореспіраторної системи відбувалось з використанням приладу «Спіроартеріокардіоритмограф» (САКР) [11] перед обстеженням сенсомоторної системи. Обстеження проводилось перед тренуванням (K_1), одразу після нього (K_2), а також наступного після тренування ранку (K_3).

Згідно даного алгоритму з використанням КВР та САКР були обстежені 202 висококваліфікованих спортсмена чоловічої статі віком $22,6 \pm 2,8$ років. Стаж занять спортом складав $10,3 \pm 3,1$ роки. В нашому дослідженні приймали участь висококваліфіковані спортсмени ациклічних видів спорту (карате, тхеквондо, кікбоксінг, бокс, водне поло, футбол) за впливу різних за спрямованістю інтенсивних фізичних навантажень, які виконувались у підготовчому, передзмагальному та змагальному періодах річного тренувального циклу. За результатами САКР були визначені 19 спортсменів, у яких за даними вимірів ВСР відзначались зміни, що свідчили про розвиток перенапруження серцево-судинної системи [5].

Визначення перенапруження базувалось на оцінці змін автономної регуляції серцевого ритму, що була запропонована Н.І. Шлик [24] та передбачала врахування стрес-індексу, а також активності АНС у понаднижкочастотному (VLF) діапазоні. В цілому виділяється 4 типи автономної регуляції серцевого ритму: I тип – засвідчує помірне напруження, II тип – засвідчує зниження функціонального стану регуляторних систем, розвиток втоми, III тип – засвідчує оптимальний стан регуляції, IV тип – може засвідчувати перенапруження автономної регуляції, або стан високої тренуваності.

Визначення типу автономної регуляції серцевого ритму на кожному етапі дослідження (K_1 , K_2 та K_3) дозволило нам встановити характерні зміни типів за впливу інтенсивних фізичних навантажень [5]. В той же час, були визначені варіанти, які характеризували у динаміці спостережень надмірну активність симпатичного та парасимпатичного контурів регуляції. До них нами були віднесені наступні варіанти:

1 варіант – з початковим оптимальним станом регуляторних систем, або перенапруженням автономної регуляції (III та IV тип); після інтенсивного тренувального навантаження – зниженням функціонального стану регуляторних систем (II тип); наступного після тренування ранку – зниженням функціонального стану регуляторних систем (II тип). Такий варіант реєструвався в 10 випадках та засвідчував розвиток перенапруження вегетативної та серцево-судинної системи за симпатичним типом;

2 варіант – з початковим перенапруженням автономної регуляції (IV тип); після інтенсивного тренувального навантаження – оптимальним станом регуляторних систем, або перенапруженням автономної регуляції (III та IV тип); наступного після тренування ранку – перенапруженням автономної регуляції (IV тип). Такий варіант реєструвався в 9 випадках та засвідчував розвиток перенапруження вегетативної та серцево-судинної системи за парасимпатичним типом.

За результатами відбору нами були сформовані 2 групи спостереження: ГС₁ склали 10 спортсменів, у яких відзначалось перенапруження за симпатичним типом та ГС₂ - 9 спортсменів, у яких відзначалось перенапруження за



парасимпатичним типом. Групу порівняння (ГП) складали всі 202 висококваліфікованих спортсмени.

За допомогою КВР за результатами виконання трьох простих рухових тестів [11;32], які виконуються правою та лівою рукою, визначались 25 цифрових параметрів рухів: тривалість циклу руху (ТЦР, с) перемикання центральних установок (ПЦУ, с), час реалізації флексії і екстензії (ЧРФ і ЧРЕ, с), короткотермінова рухова пам'ять (КРП, с), час реакції на звуковий подразник (ЧРЗ, с), час реакції на світловий подразник (ЧРС, с), помилка корекції флексорів і екстензорів (ПКФ и ПКЕ), плавність рухів (ПР, %), баланс екстензорів і флексорів при візуальному контролі і без нього (БЕФВіз і БЕФ), а також коефіцієнт моторної асиметрії управління рухами [32]. У даному повідомленні ми зупинимося на показниках ПЦУ.

В попередніх дослідженнях, проведених нами було показано, що найбільш інформативним з показників, які характеризують вплив фізичних навантажень на організм та його відновлення після них [6], є показник часу перемикання центральних установок (ПЦУ), який характеризує активність прецентральної кори головного мозку та, з урахуванням асиметрії, може бути інформативним щодо перебігу енергетичних процесів у організмі спортсменів [14].

Аналіз отриманих результатів проводився у два етапи. Для виявлення відмінностей між групами та показниками в динаміці спостереження застосовувались непараметричні методи аналізу із використанням критеріїв Вілкоксона та Манн-Уїтні.

На другому етапі аналізу для виявлення особливостей змін показників ПЦУ у конкретних спортсменів та подальшої розробки алгоритму аналізу нами застосовувався перцентильний метод з визначенням рангових розподілів індивідуальних показників в межах відповідних діапазонів [17] (табл. 1), які були уточнені при обстеженні 785 висококваліфікованих спортсменів у порівнянні з попередніми даними [19], та «рангів змін» показників ПЦУ (табл. 2), які характеризують приріст рангу по відношенню до вихідного. Останній варіант аналізу був апробований нами при аналізі показників кардіореспіраторної системи при виконанні тестів з керованим диханням [28;29;33].

Таблиця 1

Характеристика рангів показників ПЦУ

Характеристика рангу показника	Значення показника ПЦУ, с		Значення рангу	Перцентильний діапазон
	Ліва рука	Правою рукою		
Виразене зниження	<0,77	<0,80	-2	<5%
Помірне зниження	0,77-1,18	0,80-1,15	-1	5-25%
Норма	1,19-2,81	1,16-4,24	0	25-75%
Помірне підвищення	2,82-4,43	4,25-6,41	+1	75-95%
Виразене підвищення	>4,43	>6,41	+2	>95%

Таблиця 2

Характеристика рангів змін показників ПЦУ

Ранги змін	Характеристика
-3	Виразена динаміка зниження
-2	Помірна динаміка зниження
-1	Незначна динаміка зниження
0	Відсутність динаміки
+1	Незначна динаміка підвищення
+2	Помірна динаміка підвищення
+3	Виразена динаміка підвищення



Як приклад застосування аналізу рангів змін, який достатньо наочно вказує на динаміку змін показника, наведемо результати тестування з використанням КВР лівою рукою спортсменом М.: у вихідному стані (K_1) ПЦУл складала 1,05 с, що відповідало центильному діапазону 5-25% та рангу (-1); після фізичного навантаження (K_2) – 1,41 с, що відповідало центильному діапазону 25-75% та рангу (0); наступного після тренування ранку (K_3) – 3,01 с, що відповідало центильному діапазону 75-95% та рангу (+1). Відповідно ранги змін показника ПЦУл у спортсмена М. складали: після фізичного навантаження – +1 ($K_2 - K_1 = 0 - (-1)$); наступного після тренування ранку – +2 ($K_3 - K_1 = +1 - (-1)$). Тобто, після фізичного навантаження відзначалось незначне уповільнення сенсомоторної функції на центральному рівні, а наступного після тренування ранку – помірне.

Таким чином можна оцінити та алгоритмізувати індивідуальні зміни центрального рівня регуляції сенсомоторної функції.

Результати дослідження. У табл. 3 представлено абсолютні значення виміру показників ПЦУ при виконанні тесту правою та лівою рукою на всіх етапах спостереження за спортсменами. Найбільш значуще пришвидшення у вихідному стані (K_1) ПЦУ при виконанні тесту лівою та правою рукою було у $ГС_1$ у порівнянні з $ГП$ та $ГС_2$ ($p < 0,05$). При цьому при виконанні тесту правою рукою у вихідному стані в $ГС_2$ відзначалось найбільше уповільнення ПЦУп ($p < 0,05$) серед досліджуваних груп. Тобто, зменшення часу ПЦУл та ПЦУп перед фізичним навантаженням може прогнозувати надмірну симпатичну реакцію серцево-судинної системи.

Таблиця 3.

Відмінності показника перемикання центральних установок у висококваліфікованих спортсменів за впливу інтенсивного тренувального навантаження та у період раннього відновлення після нього

Показник	Точка контролю	ГП n=202	ГС ₁ n=10	ГС ₂ n=9
ПЦУл	K ₁	1,62 (1,15; 2,42)	1,26 (0,96; 1,38) [#]	1,90 (1,49; 2,20) ^{\$}
	K ₂	1,49 (1,07; 2,29)	0,96 (0,91; 1,82) ^{##}	2,20 (1,38; 3,22) ^{\$\$}
	K ₃	1,67 (1,24; 2,35)	1,65 (1,24; 2,09) ^{*@}	2,45 (1,68; 3,11) ^{##*}
ПЦУп	K ₁	1,62 (1,07; 3,08)	1,15 (0,85; 1,51) [#]	1,82 (1,71; 2,12) ^{\$\$\$}
	K ₂	1,57 (1,13; 3,36)	1,51 (1,24; 1,65) [*]	1,38 (1,26; 1,46) ^{\$\$\$}
	K ₃	2,04 (1,21; 3,77) ^{@*}	1,95 (1,13; 2,28) ^{*@}	1,73 (1,13; 1,76) ^{##*}

Примітка:

[#] - $p < 0,05$ між $ГС_1$ та $ГС_2$ у порівнянні з $ГП$

^{\$} - $p < 0,05$; між $ГС_1$ та $ГС_2$

^{*} - $p < 0,05$ між K_2 та K_3 у порівнянні з K_1

[@] - $p < 0,05$; між K_2 та K_3

При K_2 відзначаються достатньо характерні зміни, які засвідчують відсутність змін показників ПЦУл та ПЦУп в $ГП$, значуще пришвидшення ПЦУл ($p < 0,05$) та значуще уповільнення ПЦУп ($p < 0,05$) в $ГС_1$, а також значуще уповільнення ПЦУл ($p < 0,05$) та значуще пришвидшення ПЦУп ($p < 0,01$) в $ГС_2$. Тобто, після фізичного навантаження значуще пришвидшення пришвидшеної у вихідному стані ПЦУл, яке супроводжується значущим уповільненням пришвидшеної у вихідному стані ПЦУп може прогнозувати надмірну симпатичну реакцію серцево-судинної системи. З іншого боку, значуще уповільнення, в нормативних межах, ПЦУл на тлі значущого пришвидшення, в нормативних межах, ПЦУп може прогнозувати надмірну парасимпатичну реакцію серцево-судинної системи.

При K_3 зміни показників ПЦУ в $ГП$ засвідчують значуще уповільнення ПЦУп

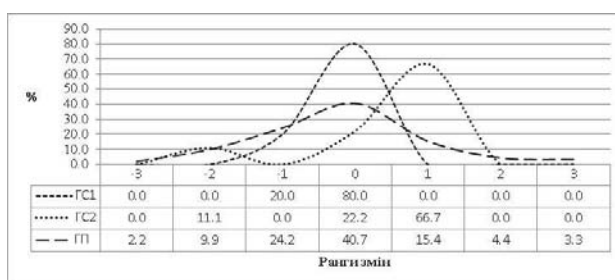


($p < 0,05$) у порівнянні з K_1 та K_2 при незмінності ПЦУл; в $ГС_1$ показники ПЦУл та ПЦУп вказують на їх значуще збільшення у порівнянні з K_1 та K_2 ($p < 0,05$); в $ГС_2$ показник ПЦУл значуще відрізняється від K_1 ($p < 0,05$), проте не відрізняється K_2 , а показник ПЦУп є значуще меншим від K_1 ($p < 0,05$) та значуще більшим від K_2 ($p < 0,05$). Тобто, характерним для $ГС_1$ наступного після тренування ранку є уповільнення центрального рівня регуляції сенсомоторної функції у порівнянні з вихідним рівнем при виконанні тестів правою та лівою рукою. Для $ГС_2$ характерним є уповільнення центрального рівня регуляції сенсомоторної функції у порівнянні з вихідним рівнем при виконанні тесту лівою рукою та пришвидшення при виконанні тесту правою рукою.

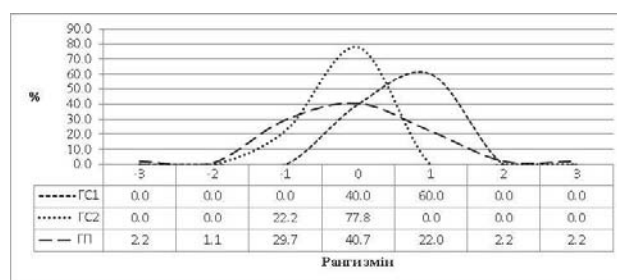
При розвитку перенапруження серцево-судинної системи за симпатичним типом відзначається уповільнення ПЦУ як правою так лівою рукою у порівнянні з вихідним станом та станом після фізичного навантаження. При цьому значення ПЦУ не відрізняються від ГП. В той же час, при перенапруженні за парасимпатичним типом – уповільнення при виконанні тесту лівою рукою відзначається у порівнянні з вихідним станом та не відрізняється від стану після навантаження та є значуще уповільненим, ніж в ГП ($p < 0,05$) та при симпатичному перенапруженні ($p < 0,05$). З іншого боку, при виконанні тесту правою рукою ПЦУп має проміжні значення між K_1 та K_2 , що свідчить про зворотну тенденцію центральних процесів сенсомоторної регуляції наступного після тренування ранку, які, в той же час, є значуще швидшими, ніж в ГП ($p < 0,05$) та при симпатичному перенапруженні ($p < 0,05$).

Тобто, при симпатичному та парасимпатичному перенапруженнях серцево-судинної системи спортсменів відзначаються характерні асиметричні зміни на центральному рівні регуляції сенсомоторної функції.

Для визначення індивідуальних варіантів з метою алгоритмізації змін центрального рівня регуляції сенсомоторної функції були проаналізовані зміни рангів показників ПЦУл та ПЦУп у порівнянні з вихідними рангами. На рис. 1 (а, б) представлені ранги змін у досліджених групах після інтенсивного фізичного навантаження.



а



б

Рис. 1. Ранги змін показників ПЦУ лівою (а) та правою (б) рукою в досліджених групах після інтенсивного фізичного навантаження (K_2) у порівнянні з вихідним станом (K_1).

Як видно з рис. 1а ранги змін ПЦУл в ГП є наближеними до нормального розподілу з тенденцією до переважання випадків прискорення центрального рівня сенсомоторної регуляції у 36,3% спортсменів (у 2,2% - вираженого, у 9,9% - помірного, у 24,2% - незначного), тоді як уповільнення відзначалось у 23,1% спортсменів (у 3,3% - вираженого, у 4,4% - помірного, у 15,4% - незначного). На



відміну від цього чітко диференціювались $ГС_1$ та $ГС_2$, розподіл в першій яких засвідчував відсутність змін у 80% спортсменів та незначне прискорення у 20% спортсменів, в другій – істотне переважання уповільнення ПЦУл у 66,7% спортсменів.

Тестування правою рукою ПЦУп (рис. 1б) показало тенденцію до переважання незначного прискорення у ГП (прискорення у 33,5% спортсменів, уповільнення у 24,4% спортсменів). В той же час, в $ГС_1$ відзначалось істотне переважання випадків незначного уповільнення (60% випадків), а в $ГС_2$ – переважання випадків відсутності змін (77,8% випадків) з тенденцією до незначного прискорення (22,2% випадків).

Тобто, при розвитку перенапруження серцево-судинної системи за симпатичним типом після фізичного навантаження характерним є незначна тенденція до прискорення центральних механізмів регуляції у правій півкулі мозку на тлі їх уповільнення у лівій півкулі, а при розвитку перенапруження серцево-судинної системи за парасимпатичним типом відбувається уповільнення центральних механізмів регуляції у правій півкулі мозку на тлі незначної тенденції до їх прискорення у лівій півкулі.

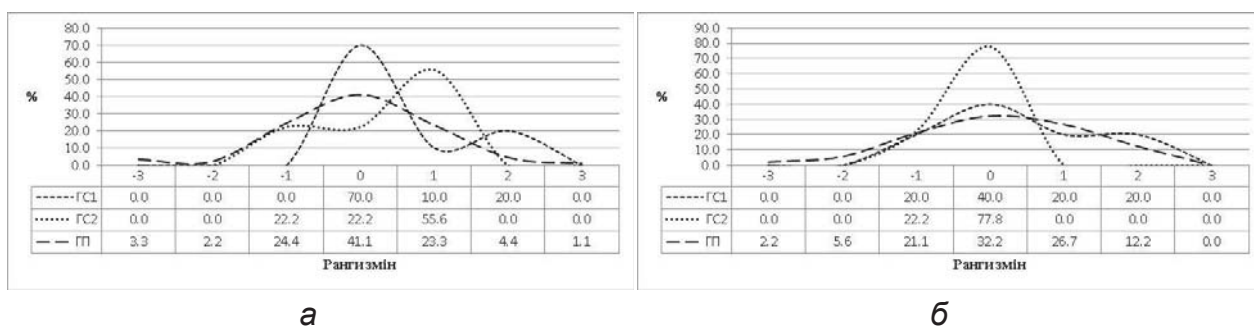


Рис. 2. Ранги змін показників ПЦУ лівою (а) та правою (б) рукою в досліджених групах наступного після інтенсивного фізичного навантаження ранку (K_3) у порівнянні з вихідним станом (K_1).

Наступного після інтенсивного фізичного навантаження ранку (K_3) у порівнянні з вихідним станом (K_1) в цілому в організмі спортсменів (рис. 2) за показниками ПЦУ у ГП відсутня тенденція до пришвидшення центральних механізмів реалізації сенсомоторної функції (вони рівномірно двобічно спрямовані по 30% випадків у бік прискорення та уповільнення) при 40% випадків відсутності змін рангів при тестуванні лівою рукою. При тестуванні правою рукою в ГП відзначається зміна тенденції, яка при K_2 була спрямована у бік пришвидшення, а при K_3 у бік уповільнення (39% випадків уповільнення проти 29% випадків пришвидшення).

В $ГС_1$ при K_3 у низки спортсменів (30%) відзначається уповільнення ПЦУл у порівнянні з вихідним рівнем (рис. 2а) при тому, що у 70% зміни не відзначаються. Відзначається також більш істотна тенденція до уповільнення ПЦУп (40% випадків спрямовані у бік уповільнення, а 20% - у бік пришвидшення).

В $ГС_2$ при K_3 розподіл рангів змін засвідчує незначне уповільнення ПЦУл (55,6%), що істотно переважає варіанти без змін (22,2%) та незначного пришвидшення (22,2%) у порівнянні з K_1 (рис. 2а). Причому такий варіант розподілу майже не відрізняється від K_2 . Аналогічним при K_2 є розподіл ПЦУп при K_3 (рис. 2б), що характеризує сталість змін центральної регуляції сенсомоторної функції з незначною тенденцією до пришвидшення (22,2%), яка відзначалась одразу після інтенсивного фізичного навантаження (рис. 1б).



Тобто, при розвитку перенапруження серцево-судинної системи за симпатичним типом наступного після фізичного навантаження ранку у 30% спортсменів характерною є незначна тенденція до уповільнення центральних механізмів регуляції у правій півкулі мозку на тлі їх уповільнення у 40% спортсменів у лівій півкулі, а при розвитку перенапруження серцево-судинної системи за парасимпатичним типом відбувається уповільнення центральних механізмів регуляції у правій півкулі мозку на тлі незначної тенденції до їх пришвидшення у лівій півкулі. Останнє характеризує достатню інертність змін центральної регуляції сенсомоторної функції при парасимпатичному перенапруженні серцево-судинної системи.

Обговорення результатів дослідження. За результатами аналізу даних у вихідному стані, перед фізичним навантаженням, достатньо інформативними виявились відмінності між досліджуваними групами, які вказали на значну швидкість процесів перемикавання рухів в коркових рухових ділянках обох півкуль у осіб, у яких у подальшому формувалась надмірна реакція симпатичного відділу ВНС, яка приводила до перенапруження серцево-судинної системи.

Відмінним для симпатичного перенапруження є асиметрична функціональна реакція на інтенсивне фізичне навантаження, яка характеризується значущим пришвидшенням центральних процесів у правій півкулі та значущим уповільненням у лівій. Ця інформація доповнює дані отримані В.Ф. Фокіним і Н.В. Пономарьовою [22] при дослідженні рівня постійного потенціалу головного мозку, які свідчать про більше значення правої півкулі у визначенні наслідків перенесеного стресу. Тут слід також згадати, що на думку багатьох науковців [2;10;31] зміна домінуючої півкулі відбувається при зниженні працездатності спортсмена. Проте, в даному випадку про це говорити не має можливості.

Важливим є те, що для парасимпатичного перенапруження також характерною є асиметрична функціональна реакція на фізичне навантаження, проте протилежної спрямованості. Вона характеризується уповільненням центральних процесів у премоторній зоні правої півкулі та пришвидшенням – у лівій півкулі. Тобто, з урахуванням даних отриманих Пестряєвим В.А. та Сафіною Т.В. [14], які показали, що у більшості випадків ліва півкуля має більш тісні функціональні зв'язки із трофотропними системами регуляції, а права – з ерготропними системами, можна констатувати, що отримані нами результати дослідження сенсомоторної функції повністю відображають процеси, які відбуваються у автономній регуляції серцево-судинної системи. В даному випадку такі зміни центральних механізмів регуляції передують розвитку перенапружень АНС в регуляції серця [9;15].

Характерним для всіх спортсменів у період відновлення є певне уповільнення центральних процесів лівій півкулі при тому, що процеси у правій півкулі залишаються незмінними у порівнянні з вихідним станом та станом після фізичного навантаження.

Інформативними виявились зміни центральних механізмів у спортсменів з формуванням перенапруження серцево-судинної системи за симпатичним типом, у яких процеси збудження значуще уповільнилися у правій та лівій півкулях головного мозку, як у порівнянні з вихідним станом, так і зі станом після навантаження. При цьому функціональна асиметрія, яка виникла після інтенсивного фізичного навантаження, зникла. Такий варіант змін засвідчує погіршення, як енергетичних, так і пластичних процесів у організмі спортсменів.

У спортсменів з формуванням парасимпатичного перенапруження у період відновлення відзначається найбільш виражене уповільнення центральних процесів у правій півкулі, що з урахуванням згаданих раніше даних, може свідчити про значну економізацію енергетичних витрат. При цьому, істотна активізація лівій



півкулі після інтенсивного фізичного навантаження залишається достатньо активною наступного після інтенсивного тренування ранку у порівнянні з вихідним станом, що може засвідчувати інтенсивний перебіг трофотрофних процесів у організмі спортсменів [14;18;33].

Інформативним виявився перцентильний аналіз змін, який проводився з використанням рангів показників та рангів змін показників ПЦУ за параметрами мод зустрічності окремих показників, та дозволив визначати та підтвердити характерні напрямки змін параметрів центральної регуляції сенсомоторної функції. Такий спосіб аналізу може дозволити алгоритмізувати оцінку змін сенсомоторної функції спортсменів з визначенням індивідуальних варіантів пристосувальних механізмів центральної регуляції рухів, що матиме важливе значення для індивідуалізації результатів дослідження, особливо при скринінгових експресних обстеженнях спортсменів в межах навчально-тренувального процесу.

Висновок.

При симпатичному та парасимпатичному перенапруженнях серцево-судинної системи спортсменів за впливу інтенсивного фізичного навантаження та у період відновлення відзначаються характерні асиметричні зміни на центральному рівні регуляції сенсомоторної функції, які можуть засвідчувати переважний перебіг ерготропних та трофотрофних процесів у організмі спортсменів. Проведені дослідження підкреслили важливість тестування сенсомоторної функції у навчально-тренувальному процесі з метою виявлення станів перенапруження організму.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з врахуванням отриманих особливостей сенсомоторної функції в удосконаленні діагностики станів перенапруження організму спортсменів та у розробці програм фізичної реабілітації спортсменів в межах навчально-тренувального процесу.

Список використаної літератури

1. Безруких, М. М., Киселев, М. Ф., Комаров, Г. Д., Козлов, А. П., Курнешова, Л. Е., Ланда, С. Б.,.....Пивоваров В. В. (2000). Возрастные особенности организации двигательной активности у детей 6-16 лет. *Физиология человека*, 26 (3), 100-107
2. Бердичевская, Е. М., Гронская, А. С. (2009). Функциональные асимметрии и спорт. Фокин В.Ф. (Ред.) *Руководство по функциональной межполушарной асимметрии*. (С. 647-691). М.: Научный мир.
3. Болобан, В. В. (2006). Сенсомоторная координация как основа технической подготовки. *Наука в олимпийском спорте*, 2, 96-102.
4. Брагина, Н. Н., Доброхотова, Т. А. (1988). *Функциональные асимметрии человека*. М.: Медицина.
5. Гузій, О. В. (2019). Зміни типів автономної регуляції серцевого ритму за впливу інтенсивних фізичних навантажень. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова*, 10(118), 43-49.
6. Гузій, О. В., Романчук, О. П., Магльований, А. В. (2020). Сенсомоторні показники як критерії впливу інтенсивних фізичних навантажень на організм спортсмена. *Український журнал медицини, біології та спорту*, 5(3), 351–358. doi: 10.26693/jmbs05.03.351
7. Кавалерский, Г. М., Терновой, К. С., Богачев, В. Ю., Романчук, А. П., Никушкина, Н. Е., Лебедева, М. А. (2012). Методика оценки функционального состояния психомоторной регуляции у больных со спинномозговой травмой. *Вестник восстановительной медицины*, 3, 12-15.
8. Коробейников, Г. В., Коробейникова, Л. Г., Ричок, Т. М., Міщенко, В. С. (2015). Статеві особливості нейродинамічних функцій у елітних спортсменів. *Бюлетень Черкаського університету: теоретичні науки*, 2(335), 55-60.
9. Кузнецова С. М., Сычов О. С., Егорова М. С. (2017). Клинические аспекты вариабельности ритма сердца у пациентов с дисциркуляторной энцефалопатией (обзор) *The Journal Of Neuroscience Of B.M. Mankovskyi*, 5(1), 79-85.



10. Москвин, В. А., Москвина, Н. В. (2015). Индивидуальные различия функциональной асимметрии в спорте. *Наука в олимпийском спорте*, 2, 58–62.
11. Носкин, Л. А., Кривошеев, В. Ф., Кучма, В. Р., Румянцев, А. Г., Носкин, В. А., Комаров, В. Д., Карганов, М. Ю. (2005). *Педагогическая санология*. М: МИОО.
12. Панкова, Н. Б. (2003). Применение компьютерного измерителя движений КИД-3 для исследования психомоторной координации и сенсомоторной реактивности больных заболеваниями позвоночника. *Патогенез*, 1(1), 86–89.
13. Панкова, Н. Б., Карганов, М. Ю. (2013). Изменения показателей моторной асимметрии у первоклассников под влиянием факторов образовательной среды. *Асимметрия*, 7(3), 20–31.
14. Пестряев, В. А., Сафина, Т. В. (2014). Межполушарная асимметрия трофотропной и эрготропной регуляции. *Асимметрия*, 8(2), 48–58.
15. Романчук, А. П. (2005). Вегетативная регуляция кардиореспираторной системы в динамике годичного тренировочного цикла. *Теория и практика физической культуры*, 6, 42–45.
16. Романчук, А. П. (2003). Концептуальные предпосылки саногенетического мониторинга лиц, занимающихся физической культурой и спортом. *Теория и практика физической культуры*, 1, 50–53.
17. Романчук, А. П. (2007). К вопросу типирования сенсомоторных реакций спортсменов. *Вестник спортивной науки*, 2, 38–42.
18. Романчук, А. П., Овчарек, А. М., Браславский, И. А. (2006). Вегетативное обеспечение кардиореспираторной системы спортсменов различных специализаций. *Теория и практика физической культуры*, 7, 48–50.
19. Романчук, О. П. (2012). До питання сенсомоторної організації рухів у різних видах спорту. *Наука і освіта*, 4, 163–166.
20. Романчук, О. П., Гузій, О. В., Глущенко, М. М., Подгорная В. В. (2016). Статеві особливості сенсомоторної функції осіб молодого віку з урахуванням моторної асиметрії. *Journal of Education, Health and Sport*, 6(1), 38–63.
21. Сорокина, Н. Д., Селицкий, Г. В., Ильина, Е. С., Жердева, А. С. (2018). Межполушарная асимметрия биоэлектрической активности головного мозга и особенности регуляции сердечного ритма у пациентов с мигренью и эпилепсией. *Асимметрия*, 12(1), 42–54.
22. Фокин, В. Ф., Боровова, А. И., Галкина, Н. С., Пономарева, Н. В., Шимко, И. А. (2009). Стационарная и динамическая организация функциональной межполушарной асимметрии Фокин В.Ф. (Ред.). *Руководство по функциональной межполушарной асимметрии*. (С. 389–428). М.: Научный мир.
23. Чермит, К. Д., Шаханова, А. В., Заболотный А. Г. (2014). Спортивный латеростресс (научная гипотеза). *Теория и практика физической культуры*, 11, 24–26.
24. Шлык Н.И. (2009). Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. Ижевск.
25. Chikurov, A. I., Fedorov, V. I., Voinich, A. L., Khudik, S. S. (2016). Directed asymmetric power action as effectivization factor in sprint coaching. *Journal of Physical Education and Sport*, 16 (4), 1287–1292. doi: 10.7752/jpes.2016.04204
26. Craig, A. D. (2005). Forebrain emotional asymmetry: a neuroanatomical basis? *Trends in Cognitive Sciences*, 9(12), 566–571, doi: 10.1016/j.tics.2005.10.005
27. Grabinenko, E. V., Zhurba, V. V. (2017). Features of functional asymmetry of the brain and the coefficient of lateralization of athletes depending on the specialization. *Health, Physical Culture and Sports*, 3(6), 22–34.
28. Guzii, O. V., Romanchuk, A. P. (2018). Determinants of the functional state of sportsmen using heart rate variability measurements in tests with controlled respiration. *Journal of Physical Education and Sport*, 18(2), 715 – 724.
29. Guzii, O.V., Romanchuk, A.P. (2017). Heart rate variability during controlled respiration after endurance training. *Journal of Physical Education and Sport*, 30, 2024–2029. doi:10.7752/jpes.2017.03203.
30. Mitti, V., Németh, Z., Berényi, K., Mintál, T. (2016). Mind Does Matter: The Psychological Effect of Ankle Injury in Sport. *Journal Psychol Psychother*, 6, 278. doi: 10.4172/2161-0487.1000278
31. Oppenheimer, S. M., Gelb, A., Girvin, J. P., Hachinski, V. C. (1992). Cardiovascular effects of human insular cortex stimulation. *Neurology*, 42, 1727–1732.
32. Pivovarov, V. V. (2006). The computerized motion meter. *Biomedical Engineering*, 40, 74–77. doi: 10.1007/s10527-006-0046-2
33. Romanchuk, A.P. (2013). Estimation of cardiovascular system reactance of sportsmen at use of tests with controlled respiration. *Journal Of Health Sciences*, 3(4), 335–344. doi: 10.5281/zenodo.16197



Відомості про авторів

Романчук Олександр Петрович: д-р мед. наук., професор.

Міжнародний гуманітарний університет.

м. Одеса, Україна.

orcid.org/0000-0001-6592-2573

E-mail: doclfc@ua.fm

Гузій Оксана Володимирівна: кандидат наук з фізичного виховання і спорту, доцент.

Львівський державний університет фізичної культури.

м. Львів, Україна.

orcid.org/0000-0001-5420-8526

E-mail: o.guzij@gmail.com