

DOI: 10.21802/artm.2020.4.16.28.

УДК 796.015.6:616

ПОСТНАВАНТАЖУВАЛЬНА ДИНАМІКА ПОКАЗНИКІВ ВАРІАБЕЛЬНОСТІ СЕРЦЕВОГО РИТМУ У ВИСОКОКВАЛІФІКОВАНИХ СПОРТСМЕНІВ ПРИ ФОРМУВАННІ ПЕРЕНАПРУЖЕНЬ ЗА СИМПАТИЧНИМ ТА ПАРАСИМПАТИЧНИМ ТИПАМИ

О.В. Гузій¹, О.П. Романчук², А.В. Магльований³*Львівський державний університет фізичної культури імені Івана Боберського, м. Львів, Україна:**¹кафедра спортивної медицини, здоров'я людини,
ORCID ID: 0000-0001-5420-8526, e-mail: o.guzij@gmail.com;**²кафедра фізичної терапії та ерготерапії,
ORCID ID: 0000-0001-6592-2573, e-mail: doclfc@ua.fm;**³Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького,
кафедра фізичного виховання і спортивної медицини, м. Львів, Україна,
ORCID ID: 0000-0002-1792-597X, e-mail: mavrpror@gmail.com*

Резюме. Мета: визначити зміни показників ВСР у висококваліфікованих спортсменів, які відбуваються у постнавантажувальний період, при формуванні перенапруження за симпатичним та парасимпатичним типами.

Методи дослідження. Були обстежені 202 висококваліфікованих спортсмени чоловічої статі віком 22,6±2,8 років, які є представниками ациклічних видів спорту. Всі дослідження проводились у передзмагальному періоді з використанням спіроартеріокардіоритмографії (САКР): у ранішні години, натщесерце, у положенні сидячи у день тренування (К₁), одразу (перші 5-7 хв.) після тренування (К₂) та наступного після тренування ранку натщесерце (К₃). Кожна реєстрація тривала 2 хвилини.

Результати. До параметрів ВСР, які характеризують перенапруження регуляції серцево-судинної системи, можна віднести показник RMSSD (мс), значення якого при К₂ змінюються у протилежному напрямку при формуванні перенапруження за парасимпатичним типом порівняно з іншими спортсменами, а також його стійке зниження при симпатичному перенапруженні при К₂ та К₃; показник IBP, який збільшується при К₂, залишається на тому ж рівні при К₃, при симпатичному перенапруженні, а при парасимпатичному – мало змінюється при К₂ та значуще зменшується при К₃; показник ПАПР, який після вираженого підвищення при К₂ залишається помірно підвищеним при К₃ порівняно з вихідним станом при обох варіантах перенапруження. Показовою виявилась активізація VLF-впливів при парасимпатичному перенапруженні при К₃.

Висновки. Дослідження постнавантажувальної динаміки параметрів ВСР у спортсменів з формуванням перенапруження за симпатичним та парасимпатичним типами показало, що найбільш значущими є динаміки показників RMSSD, IBP, ПАПР та VLF, що може сприяти використанню отриманих даних для валідації станів перенапруження за симпатичним та, особливо, парасимпатичним типом.

Ключові слова: спортсмени, перенапруження, серцевий ритм.

Вступ. Сучасні умови підготовки висококваліфікованих спортсменів вимагають вибору ефективних засобів корекції, які б дали змогу коригувати функціональні зміни в організмі, що виникають під впливом фізичних навантажень, без надмірних втручань у навчально-тренувальний процес [1,5]. Максимізація продуктивності спортсмена є не тільки частиною тренувального процесу, вона також залежить від оптимального балансу між тренуванням і відновленням, що є запорукою запобігання дизадаптації, яка може виникати через накопичення психологічних і фізіологічних стресів, спричинених навчально-тренувальним навантаженням [4]. Фізичні навантаження, які є беззаперечною умовою зростання рівня тренуваності, з іншого боку, можуть викликати фізичне перевантаження та супроводжуватись адекватним та неадекватним відновленням [2]. У першому випадку це є умовою зростання тренуваності, а у другому – передумовою

формування передпатологічних станів функціонального [5,10] та нефункціонального перенапруження [15], а також розвитку перетренованості [3]. На рівні з нервово-м'язовим апаратом, кардіореспіраторною системою провідна роль у формуванні цих станів належить вегетативній системі [5].

Обґрунтування дослідження. В зв'язку з відсутністю чітких нозологічних ознак, на думку багатьох науковців [4,12,16], однією з основних ланок діагностики донозологічних станів має бути визначення функціонального стану вегетативної нервової системи (ВНС). Адже саме збалансоване функціонування ВНС забезпечує можливості спортсмена щодо максимального використання функціональних резервів серцево-судинної, дихальної та інших систем організму, визначає доцільну економізацію функцій та впливає на швидкість процесів відновлення організму [7]. З іншого боку, дизадаптація ВНС, яка є, як правило,

ранньою ознакою, призводить до погіршення адаптації до навантажень і спричиняє за собою зниження працездатності [10], а зрив адаптації ВНС може призводити до виникнення клінічно значущих порушень підтримки судинного тону у вигляді гіпер-, гіпо-, або дистоній, що супроводжується порушеннями ритму серця, системної та центральної гемодинаміки [11].

Проте їх інформативність може бути значущою тільки за умови динамічного спостереження за окремими особами, адже у більшості випадків значення окремих параметрів будуть знаходитись в межах нормативно-зважених популяційних [13].

Останнє вимагає використання неінвазивних засобів ранньої діагностики станів функціонального і нефункціонального перенапруження в «польових умовах», що можливо тільки з використанням сучасних валідних еспресних методів функціональної діагностики стану спортсмена.

У наших попередніх дослідженнях було показано, що зміни автономної регуляції серцевого ритму за впливу фізичних навантажень та у періоді відновлення після них мають достатньо характерну динаміку [3,13,14]. Так, визначення типів регуляції серцевого ритму до, після та наступного після тренування ранку дозволило нам встановити, що незалежно від вихідного типу регуляції після інтенсивного фізичного навантаження у більшості спортсменів відзначається зниження функціонального стану регуляторних систем (II тип), яке спостерігається в 59,5% випадках у спортсменів з вихідним помірним напруженням (I тип), в 87,5% випадків у спортсменів з вихідним зниженням функціонального стану (II тип), в 58,0% випадків у спортсменів з вихідним оптимальним типом регуляції (III тип). Винятком були тільки спортсмени з вихідним перенапруженням типом (IV тип), у яких II тип відзначався тільки в 20,5%, а найбільш характерним був оптимальний тип (III тип) регуляції після навантаження (52,3% випадків). При всіх типах автономної регуляції серцевого ритму наступного після інтенсивного фізичного навантаження ранку переважаючим був оптимальний варіант регуляції (III тип): 59,5 % – у групі спортсменів із вихідним помірним напруженням (I тип); 66,7% – у групі спортсменів із вихідним зниженням функціонального стану регуляторних систем (II тип); по 45,5% - у групах із оптимальним (III тип) та перенапруженням (IV тип) варіантами регуляції серцевого ритму. Нашу увагу привернули варіанти змін регуляції серцевого ритму, що свідчать про формування перенапруження за симпатичним та парасимпатичним типами, зміни при яких в інших системах були проаналізовані нами раніше [19, 20].

Метою дослідження було визначення змін показників ВСР у висококваліфікованих спортсменів, які відбуваються у постнавантажувальний період, при формуванні перенапруження за симпатичним та парасимпатичним типами.

Матеріали та методи дослідження. 3 використанням спіроартеріокардіоритмографії (САКР) [6] були обстежені 202 висококваліфікованих спортсмени чоловічої статі віком $22,6 \pm 2,8$ років, які є представниками ациклічних видів спорту, а саме різних видів одноборств (карате, тхеквондо, кікбоксинг, бокс, вільна боротьба, греко-римська боротьба, дзюдо, самбо) та ігор (водне поло, футбол). Стаж занять спортом складав $10,3 \pm 3,1$ роки. Всі дослідження проводились у передзмагальному періоді. Згідно з дизайном дослідження обстеження з використанням САКР проводилось тричі: у ранішні години, натщесерце, у положенні сидячи у день тренування (K_1), одразу (перші 5-7 хв.) після тренування (K_2) та наступного після тренування ранку натщесерце (K_3). Кожна реєстрація тривала 2 хвилини. Перед дослідженням САКР проводилось морфометричне дослідження та рутинні методи вимірювання артеріального систолічного (СТ) та діастолічного тиску (ДТ) [8]. За отриманими даними проводився розрахунок низки індексів, які характеризують функціональний стан кардіореспіраторної системи та організму в цілому і розраховуються за відомими формулами [1,8] – індекс Кердо (ІК), індекс Робінсона (ІР), адаптаційний потенціал Басєвського (АП), рівень фізичного стану за Пироговою (РФС).

За даними дослідження визначались наступні параметри ВСР: TP (загальна потужність ВСР, mc^2), VLF (потужність ВСР у понаднизькочастотному діапазоні, mc^2), LF (потужність ВСР у низькочастотному діапазоні, mc^2), LFn (частка низькочастотних ритмів у спектрі ВСР, н.о.) HF (потужність ВСР у високочастотному діапазоні, mc^2), HFn (частка високочастотних ритмів у спектрі ВСР, н.о.), LF/HF (відношення потужностей ВСР у низькочастотному та високочастотному діапазонах, у.о.), IBP (індекс вегетативної рівноваги, у.о.), ПАПР (показник адекватності підкоркової регуляції, у.о.), ВПР (вегетативний показник регуляції, у.о.), SI (стрес-індекс, у.о.), SDANN (стандартне відхилення значень кардіоінтервалів, мс), RMSSD (квадратний корінь з суми квадратів різниць величин послідовних пар нормальних інтервалів, мс), pNN50 (відсоток NN50 від загальної кількості послідовних пар інтервалів, які розрізняються більше, ніж на 50 мілісекунд, отриманих за весь час запису, %).

Тип автономної регуляції серцевого ритму спортсменів визначався згідно з запропонованим Н.І. Шлик підходом [9], який передбачає класифікацію даних ВСР з визначенням показників TP (mc^2), SI (у.о.) та VLF (mc^2). 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 – засвідчує перенапруження автономної регуляції, або стан високої тренуваності.

Принципи класифікації типів з урахуванням зазначених вище критеріїв представлені у таблиці 1.

Таблиця 1

Критерії визначення типів регуляції серцевого ритму за Н.І. Шлик

Тип регуляції	Група	Критерії	
		SI (ум. од.)	VLF (мс ²)
Переважаюча центральної регуляції	I	>100	>240
	II	>100	<240
Переважаюча автономної регуляції	III	25 - 100	>240
	IV	<25	VLF>500, TP>8000-10000

Статистичний аналіз отриманих результатів фізіологічного дослідження проводився з визначенням відмінностей між групами із використанням критеріїв Вілкоксона та Манн-Уїтні.

Результати дослідження. За результатами змін показників САКР після тренувального навантаження були виділені випадки, які засвідчували розвиток перенапруження регуляції серцевого ритму. Серед усіх 202 спостережень нами були визначені 19 випадків. Вони були віднесені до 2 варіантів змін регуляції серцевого ритму, які характеризувались:

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

2 варіант – початковим перенапруженням автономної регуляції (IV тип); яке після інтенсивного тренувального навантаження змінювалось на оптимальний стан регуляторних систем, або перенапруження автономної регуляції (III та IV тип), а наступного після тренування ранку характеризувалось перенапруженням автономної регуляції (IV тип). Такий варіант реєструвався в 9 випадках та засвідчував розвиток перенапруження серцево-судинної системи за парасимпатичним типом.

Спортсмени, у яких відзначались згадані варіанти змін автономної регуляції серцевого ритму за впливу тренувального навантаження, склали 2 групи спостереження (ГС), відповідно ГС₁ та ГС₂. Групу порівняння (ГП) склали всі 202 досліджених спортсмени.

Характеристика морфофункціональних параметрів, визначених перед тренувальним навантаженням (K₁), представлена у таблиці 2. Слід зазначити достатньо високий рівень фізичного розвитку всієї групи висококваліфікованих спортсменів (ГП) за всіма параметрами. Доповнюють отримані дані результати рутинних вимірювань параметрів серцево-судинної системи та визначення різних інтегральних показників стану організму спортсменів, які розраховувались за відомими формулами. З урахуванням відомих даних за всіма згаданими параметрами функціональний стан

кардіореспіраторної системи висококваліфікованих спортсменів (ГП) можна охарактеризувати як високий та вище середнього рівнів.

Враховуючи те, що ці показники були визначені перед тренувальним навантаженням, вони можуть мати певне прогностичне значення у розвитку перенапруження за симпатичним (ГС₁) та парасимпатичним (ГС₂) типами.

Аналізуючи морфо-функціональні відмінності ГС₁, в першу чергу, слід констатувати, що індекс Кердо не є інформативним щодо переважаючої симпатичних впливів на серцевий ритм. Не інформативними щодо симпатичного перенапруження виявились також АП Басєвського та РФС за Пироговою у порівнянні з ГП, хоча мали значущі відмінності від ГС₂. Привернули до себе увагу показники вмісту жиру (%), які були значуще більшими, ніж у ГП, проте вони істотно не відрізнялись від ГС₂. Серед функціональних показників більшої уваги заслуговує показник діастолічного артеріального тиску (АТД, мм рт.ст), який в ГС₁ відзначався значуще більшим, ніж в інших групах.

Результати дослідження в ГС₂ вказують на істотні відмінності від ГП та ГС₁. Найбільше вони стосуються менших ІМТ (кг/м²), ОГК (см), обводу стегна (см) та рухливості грудної клітини (см). Серед функціональних параметрів найбільш істотними є відмінності індексу Кердо, індексу Робінсона, АП Басєвського та РФС за Пироговою, які характеризують виражену економізацію діяльності серцево-судинної системи, передбачають високу працездатність на тлі вираженої парасимпатикотонії.

В основу нашої роботи було покладено рандомізацію випадків, які визначали зміни типів регуляції серцевого ритму спортсменів у донавантажувальний та постанавантажувальний періоди. Тому дані, представлені у табл. 3, достатньо чітко характеризують відмінності ГС₁ та ГС₂ від ГП при всіх контрольних вимірах (K₁, K₂, K₃).

З урахуванням цього, на нашу думку, доцільним є зупинитися на динаміках змін окремих параметрів, які визначають типи регуляції серцевого ритму. Параметри спектрального (TP, VLF, LF, LFN, HF, HFN, LF/HF) та математичного (IBP, ПАІР, ВІР, SI, SDANN, RMSSD, pNN50) аналізу ВСР без урахування абсолютних значень при K₂ порівняно з K₁ у ГП та ГС₁ мають аналогічні спрямованості, які характеризуються значущими змінами (p < 0,01) всіх параметрів ВСР.

Таблиця 2

Морфо-функціональні особливості спортсменів груп спостереження (ГС) у вихідному стані при розвитку перенапруження за симпатичним (ГС₁) та парасимпатичним (ГС₂) типами порівняно з групою порівняння (ГП), М (Q₁; Q₃)

Показник	ГП n=202	ГС ₁ n=10	ГС ₂ n=9
Маса тіла, кг	72,0 (62,0; 82,0)	80,0 (61,0; 94,0)	66,5 (61,0; 81,0) [#]
Довжина тіла, см	179,0 (170,0; 185,0)	181,5 (170,0; 189,0)	179,0 (175,0; 185,0)
ІМТ, кг/м ²	22,5 (20,9; 25,2)	23,6 (21,4; 27,3)	20,5 (19,9; 24,2) ^{#@}
Площа тіла, м ²	1,92 (1,74; 2,04)	2,02 (1,70; 2,18)	1,85 (1,74; 2,03) [#]
ОГК (спокій), см	96,0 (91,0; 101,0)	98,5 (89,0; 113,0)	91,0 (90,0; 96,0) ^{#@}
Екскурсія, см	7,0 (5,0; 8,0)	8,5 (7,0; 10,0) [@]	8,0 (7,5; 9,0) [@]
Обвід черева, см	78,0 (74,0; 86,5)	82,5 (74,0; 92,0)	75,0 (73,0; 82,0) [#]
Обвід стегна, см	52,0 (48,0; 56,5)	56,0 (50,0; 60,0)	48,0 (45,0; 57,0) ^{#@}
СІ, %	64,4 (59,5; 68,9)	64,5 (51,1; 77,3)	66,3 (55,6; 68,9)
ЖЄЛ, мл	4800 (4400; 5600)	4850 (4400; 6600)	4850 (4500; 4900)
нЖЄЛ, мл	4438 (4215; 4637)	4605 (4296; 4846)	4518 (4396; 4661)
ЖІ, мл/кг	67,9 (61,9; 73,1)	65,2 (62,9; 70,2)	69,3 (59,3; 73,8)
Вміст жиру, %	11,8 (8,7; 18,1)	18,4 (8,1; 19,0) [@]	13,3 (6,5; 20,3)
АТС, мм рт.ст.	120 (110; 130)	115,0 (110,0; 120,0) [@]	115,0 (100,0; 120,0) [@]
АТД, мм рт.ст.	70 (64; 80)	80,0 (70,0; 80,0) [@]	70,0 (70,0; 80,0) [#]
Індекс Кердо	-0,19 (-0,35; -0,05)	-0,27 (-0,59; -0,05)	-0,34 (-0,45; -0,28) ^{#@}
Індекс Робінсона	71,8 (64,6; 81,8)	73,6 (65,1; 75,7)	60,3 (51,7; 75,8) ^{#@}
АП Баєвського	2,02 (1,87; 2,25)	1,98 (1,84; 2,12) [#]	1,79 (1,52; 1,99) ^{#@}
РФС за Пироговою	0,746 (0,672; 0,822)	0,736 (0,692; 0,762)	0,823 (0,753; 0,901) ^{#@}

Примітки: @ - p < 0,05 між ГС₁ та ГС₂ порівняно з ГП; # - p < 0,05; ## - p < 0,01 між ГС₂ та ГС₁

А саме, збільшенням IBP, ПАПР, ВПР, SI, LFn та LF/HF та зменшенням SDANN, RMSSD, pNN50, TP, VLF, LF, HF, HFn. Останнє засвідчує активізацію стрес-реалізуючої симпатичної гілки ВНС, яка мобілізує процеси термінової адаптації до інтенсивних фізичних навантажень. Заслуговує на увагу також зниження абсолютних значень LF-складової, яка пов'язується з активністю симпатичного відділу ВНС. Проте, її відносні параметри (LFn) істотно збільшуються.

Водночас в ГС₂ при К₂ порівняно з К₁ спрямованість та значущість змін окремих параметрів істотно відрізняється. Так, TP та такі його складові, як VLF та LF зменшуються з вірогідністю p < 0,01, а HF – p < 0,05. На відміну від ГП та ГС₁ у ГС₂ відбувається зменшення LFn (p < 0,05) та LF/HF (p < 0,05), а також збільшення HFn (p < 0,05). Доповнюють такі динаміки відмінності змін параметрів математичного аналізу ВСР. Значуще збільшення (p < 0,01) стосується тільки параметра ПАПР, при тому, що параметри ВПР, SI збільшуються, а параметр SDANN зменшується менш значуще (p < 0,05), параметри IBP та pNN50 змінюються не значуще, а параметр RMSSD – взагалі збільшується (p < 0,05) на відміну від ГП та ГС₁. Тобто, враховуючи методологію цього дослідження, можна констатувати надзвичайно швидке вмикання механізмів відновлення та гіперактивацію парасимпатичної ланки ВНС одразу після навантаження у цій групі спортсменів. Саме останнє, на думку багатьох авторів, визначає перенапруження парасимпатичної регуляції [18,23], яке може приводити до розвитку патологічних змін у організмі спортсменів.

Інформативними виявились зміни параметрів ВСР при К₃ порівняно з К₁. Такий варіант порівняння дозволив оцінити відновлення параметрів ВСР до початкового рівня. Так, в ГП реєструвалось відновлення майже всіх параметрів, за винятком LFn та LF/HF, які були значуще більшими, ніж при К₁ (p < 0,05), що засвідчило тенденцію до зниження активності симпатичної ланки ВНС після попереднього контролю (К₂), проте не повністю. З іншого боку, у ГП відзначалось збільшення параметра RMSSD – 73,6 (46,8; 105,0) проти 60,8 (41,2; 94,1), (p < 0,05) порівняно з К₁, що можна охарактеризувати як більшу активізацію парасимпатичних механізмів при відновленні регуляторних процесів. У ГС₁ при К₃ порівняно з К₁ зміни ВСР нагадували такі, як при К₂ порівняно з К₁, тільки менш значущі. А саме, менш значущими (p < 0,05) були відмінності параметрів SDANN, pNN50, TP, LF, LFn, HF, HFn, LF/HF. Тобто, зменшення активності симпатичного відділу ВНС відбувається повільніше, ніж у ГП. При цьому активізація парасимпатичної ланки ВНС також істотно уповільнена. Саме ця обставина може визначати формування перенапруження серцево-судинної системи за симпатичним типом.

Заслуговують на увагу зміни ВСР у ГС₂ при К₃ порівняно з К₁. Параметри TP, LF, HF не відновлюються до К₁ (p < 0,01), проте є значуще більшими, ніж у ГП (p < 0,05) та ГС₁ (p < 0,01). Значущим та відмінним від інших груп є збільшення VLF – 3385 (1798; 3685) проти 1226 (986; 1529), p < 0,001. Відносні параметри LFn та HFn, які засвідчують внесок у регуляцію симпатичної та парасимпатичної складових, значуще відрізняються

від K_1 ($p < 0,05$) та не відрізняються від K_2 . Певні показники математичного аналізу ВСР при K_3 мають проміжні значення між K_1 та K_2 , що засвідчує їх вірогідне поступове відновлення до вихідного рівня (ПАПР, SI, SDANN, RMSSD та pNN50), а деякі з них, змінюючись у зворотному напрямку, перевищують вихідні значення (IBP, ВПР). З урахуванням цього, перші з них можна розглядати, як маркери перебігу

відновного процесу, а другі, як такі, що засвідчують перенапруження впливу на вегетативну регуляцію парасимпатичного відділу ВНС.

Отже, оцінка динаміки змін параметрів ВСР дозволила встановити декілька параметрів, динаміка змін яких може більш чітко характеризувати перенапруження вегетативної регуляції серцево-судинної системи.

Таблиця 3

Відмінності змін показників ВСР спортсменів у вихідному стані (K_1) під впливом інтенсивного тренувального навантаження (K_2) та у період раннього відновлення після нього (K_3) при розвитку перенапруження за симпатичним ($ГC_1$) та парасимпатичним типами ($ГC_2$), M (Q_1 ; Q_3)

Показник	Точка контролю	ГП n=202	ГC ₁ n=10	ГC ₂ n=9
TP, мс ²	K ₁	5098 (2798; 12679)	6766 (4135; 9960)	28115 (19016; 31258)@###
	K ₂	1858 (708; 4624)**	984 (306; 2333)@**	9414 (5550; 13502)@#####
	K ₃	5550 (3036; 12656)	1621 (708; 5550)@*	13880 (11859; 17902)@#####
VLF, мс ²	K ₁	778,4 (292,4; 1528,8)	661 (484; 3505)	1226 (986; 1529)@#
	K ₂	204,5 (104,0; 605,2)**	151 (88; 207)@**	789 (458; 999)@#####
	K ₃	795,2 (357,2; 1413,8)	130 (102; 190)@**	3385 (1798; 3685)@#####
LF, мс ²	K ₁	1339,6 (739,8; 3237,6)	1374 (859; 1681)	6683 (3844; 10962)@#####
	K ₂	723,6 (272,3; 1681,0)**	401 (199; 1498)*	1337 (1246; 2172)@**
	K ₃	1528,8 (795,2; 3180,9)	352 (335; 2043)@*	2602 (2510; 3025)@#####
LFn, n.u	K ₁	35,9 (20,3; 50,8)	31,4 (19,6; 39,9)	35,3 (12,8; 58,0)
	K ₂	55,7 (32,8; 74,3)**	72,6 (41,3; 91,3)@**	20,8 (14,5; 30,5)@#####
	K ₃	40,3 (26,5; 62,1)*	38,9 (31,8; 61,0)*	19,7 (14,9; 37,0)@#
HF, мс ²	K ₁	2162,3 (948,6; 4914,0)	2613 (1998; 3434)	12369 (3819; 21287)@###
	K ₂	453,7 (158,8; 1755,6)**	200 (37; 692)@**	4907 (3329; 7586)@#####
	K ₃	2294,4 (1062,8; 3931,3)	1139 (222; 2830)@*	8594 (4665; 11729)@#####
HF _n , n.u.	K ₁	59,4 (39,3; 72,1)	63,7 (58,5; 78,8)@	51,9 (36,8; 68,3)#
	K ₂	39,6 (24,5; 63,1)**	25,2 (7,8; 57,6)@**	69,3 (59,7; 73,6)@###
	K ₃	54,2 (35,9; 67,8)	56,6 (37,7; 64,6)*	65,9 (57,1; 79,6)@#
LFHF, мс ² / мс ²	K ₁	0,64 (0,25; 1,44)	0,49 (0,25; 0,64)@	0,65 (0,25; 1,69)
	K ₂	1,44 (0,49; 2,89)**	3,49 (0,64; 11,56)@**	0,31 (0,16; 0,49)@#####
	K ₃	0,81 (0,36; 1,69)	0,64 (0,49; 1,69)*	0,25 (0,16; 0,64)@#
IBP	K ₁	13,0 (5,3; 21,0)	11,2 (4,6; 14,0)@	4,4 (3,6; 5,3)@#
	K ₂	33,0 (10,5; 85,8)**	63,4 (36,8; 219,8)@**	5,0 (2,7; 5,8)@###
	K ₃	11,2 (6,7; 21,7)	47,5 (28,5; 60,1)@**	3,6 (2,4; 4,2)@#####
ПАПР	K ₁	3,1 (2,0; 4,4)	3,0 (2,2; 3,9)	1,2 (1,1; 2,0)@###
	K ₂	7,2 (3,5; 14,0)**	12,7 (8,4; 28,5)@**	2,5 (2,2; 2,7)@#####
	K ₃	3,0 (1,9; 4,1)	6,5 (4,3; 9,4)@**	1,7 (1,3; 2,0)@#####
ВПР	K ₁	4,0 (2,5; 5,9)	3,6 (2,1; 4,0)@	2,2 (2,0; 2,4)@#
	K ₂	8,3 (5,0; 15,4)**	12,0 (8,3; 26,5)@**	2,5 (2,2; 2,6)@#####
	K ₃	3,9 (2,6; 6,6)	9,4 (8,6; 10,3)@**	1,9 (1,7; 2,3)@#####
SI	K ₁	59,7 (26,2; 117,4)	60,9 (22,9; 76,0)	19,0 (17,5; 20,6)@##
	K ₂	253,2 (78,8; 675,2)**	503,6 (262,1; 2035,0)@**	28,9 (18,2; 34,0)@#####
	K ₃	57,2 (29,8; 115,1)	262,5 (160,1; 362,0)@**	18,1 (13,4; 20,9)@###
SDANN	K ₁	78,5 (56,4; 118,5)	80,2 (66,7; 97,3)	163,4 (136,1; 195,0)@###
	K ₂	38,4 (21,6; 72,5)**	25,4 (14,1; 40,2)@**	92,7 (79,2; 111,0)@#####
	K ₃	79,3 (59,0; 121,2)	39,7 (30,6; 67,5)@*	124,6 (117,1; 178,2)@#####
RMSSD	K ₁	60,8 (41,2; 94,1)	59,9 (50,6; 105,9)	139,3 (94,1; 157,9)@#
	K ₂	32,0 (15,0; 76,8)**	16,6 (7,6; 36,4)@**	166,9 (105,3; 204,5)@#####
	K ₃	73,6 (46,8; 105,0)*	27,6 (17,1; 34,5)@**	126,3 (96,0; 243,4)@###
pNN50	K ₁	14,7 (12,7; 25,6)	13,4 (12,2; 28,2)	40,9 (13,3; 50,0)@#
	K ₂	10,2 (8,9; 17,2)**	8,9 (7,9; 10,0)@**	23,8 (20,4; 61,7)@###
	K ₃	15,2 (13,2; 30,3)	12,3 (11,9; 13,2)@*	32,8 (27,4; 40,5)@#####

Примітки: @ - $p < 0,05$, @@ - $p < 0,01$ між ГC₁, ГC₂ порівняно з ГП; # - $p < 0,05$, ## - $p < 0,01$, ### - $p < 0,001$, між ГC₁ та ГC₂; * - $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$, між K₃ та K₂ порівняно з K₁

Для більш чіткого уявлення про відмінності змін параметрів ВСР у досліджених групах у таблиці 4 схематично представлено значущі відмінності напрямків динамічних змін порівняно з вихідним станом (K_1). Демонстративність таблиці полягає в тому, що вона дає можливість порівняти відмінності реагування автономної нервової системи на інтенсивне тренувальне навантаження та відновлення після нього з урахуванням значущих змін окремих показників, але без урахування відмінностей у вихідному стані. У табл. 4 для кожної з груп представлено напрямки змін показників: (Н) – збільшення (\uparrow), зменшення (\downarrow), або відсутність значущих змін ($=$), які підтверджуються за критеріями Вілкоксона з різною вірогідністю (+, ++, +++). При цьому аналізуються відмінності між показниками після тренувального навантаження порівняно з вихідними показниками (K_2-K_1), а також відмінності між показниками, отриманими наступного після тренування ранку, порівняно з вихідними показниками (K_3-K_1). Тобто, у таблиці представлено напрямки змін показників ВСР, які характеризують вплив фізичного навантаження, та змін, які відображають повернення представлених фізіологічних параметрів до вихідного рівня (відновлення функції автономної регуляції).

З огляду на дані, представлені у таблиці 4, слід зауважити, що зміни показників ВСР при K_2-K_1 у ГП та при симпатичному перенапруженні ($ГС_1$) є аналогічними, як за спрямованістю, так і за виразністю. На відміну від цього при парасимпатичному перенапруженні ($ГС_2$) відзначаються менш виражені зміни показників ВІР, SI, SDANN, які мають аналогічну спрямованість, сталість показників IBP та pNN50, а також

протилежна спрямованість показника RMSSD. Це дозволяє стверджувати, що при симпатичному перевантаженні зміни з боку ВСР, які відбуваються за впливу фізичних навантажень, не дозволяють їх диференціювати від загальної групи спортсменів. Водночас парасимпатичне перевантаження характеризується надзвичайно швидким вмиканням парасимпатичної ланки, що відображається, насамперед, у збільшенні показника RMSSD, а також незмінності показників IBP та pNN50. Крім того, відзначається нерівномірне зниження активності регуляторних впливів у низькочастотному та високочастотному діапазонах, яке у першому діапазоні є більш істотним, що приводить до значущого переважання високочастотних впливів та визначає у подальшому перенапруження за парасимпатичним впливом. При цьому, у всіх групах відзначається значуще збільшення ЧСС, що є цілком зрозумілим.

Більшої уваги заслуговують зміни показників ВСР при K_3-K_1 , які характеризують перебіг відновних процесів (табл.4). Одразу слід звернути увагу на те, що ЧСС відновлюється до вихідних значень у ГП та $ГС_2$, тоді як у $ГС_1$ вона є значуще більшою, хоча менш виразно, ніж при K_2 . Більшість показників ВСР у ГП при K_3 значуще не відрізняється від K_1 , що характеризує відновлення автономної регуляції серцевого ритму наступного після тренування ранку. Винятком є показник RMSSD, який засвідчує активізацію парасимпатичної ланки регуляції, а також неповне відновлення показників, що характеризують переважання регуляторних впливів симпатичної ланки ВНС, які, проте, є меншими, ніж при K_2 .

Таблиця 4

Динаміки змін показників ВСР спортсменів у постнавантажувальний період при розвитку перенапруження за симпатичним ($ГС_1$) та парасимпатичним типами ($ГС_2$)

Показник	ГП				ГС ₁				ГС ₂			
	K ₂ - K ₁		K ₃ - K ₁		K ₂ - K ₁		K ₃ - K ₁		K ₂ - K ₁		K ₃ - K ₁	
	Н	р	Н	р	Н	р	Н	р	Н	р	Н	р
ЧСС, хв. ⁻¹	\uparrow	+++	=		\uparrow	+++	\uparrow	++	\uparrow	+++	=	
IBP	\uparrow	++	=		\uparrow	++	\uparrow	++	=		\downarrow	+
ПАПР	\uparrow	++	=		\uparrow	++	\uparrow	++	\uparrow	++	\uparrow	+
ВІР	\uparrow	++	=		\uparrow	++	\uparrow	++	\uparrow	+	\downarrow	+
SI, у.о.	\uparrow	++	=		\uparrow	++	\uparrow	++	\uparrow	+	=	
SDANN, мс	\downarrow	++	=		\downarrow	++	\downarrow	+	\downarrow	+	\downarrow	+
RMSSD, мс	\downarrow	++	\uparrow	+	\downarrow	++	\downarrow	++	\uparrow	+	=	
pNN50, %	\downarrow	++	=		\downarrow	++	\downarrow	+	=		\downarrow	+
TP, мс ²	\downarrow	++	=		\downarrow	++	\downarrow	+	\downarrow	++	\downarrow	++
VLF, мс ²	\downarrow	++	=		\downarrow	++	\downarrow	++	\downarrow	++	\uparrow	++
LF, мс ²	\downarrow	++	=		\downarrow	++	=		\downarrow	++	\downarrow	++
LFn, н.о.	\uparrow	++	\uparrow	+	\uparrow	++	\uparrow	+	\downarrow	+	=	
HF, мс ²	\downarrow	++	=		\downarrow	++	\downarrow	+	\downarrow	+	\downarrow	+
HF _n , н.о.	\downarrow	++	=		\downarrow	++	\downarrow	+	\uparrow	+	\uparrow	+
LFHF, мс ² /мс ²	\uparrow	++	\uparrow	+	\uparrow	++	\uparrow	+	\downarrow	+	\downarrow	+

Примітка: + - $p < 0,05$, ++ - $p < 0,01$, +++ - $p < 0,001$

Зміни показників ВСР при K_3 - K_1 у спортсменів із симпатичним перенапруженням ($ГС_1$) засвідчують уповільнення відновлення всіх параметрів, які менш виразно, ніж при K_2 , проте значуще відрізняються від K_1 . Винятком є відновлення до вихідного рівня (K_1) регуляторних впливів у низькочастотному діапазоні (LF, $мс^2$), які й забезпечують формування стійкої симпатикотонії. Відбувається це на тлі стійкого зниження активності ваготонічних впливів RMSSD порівняно з вихідним станом (K_1). Тобто, при симпатичному перенапруженні ключовим є швидке відновлення симпатикотонічних впливів на тлі істотного уповільнення відновлення ваготонічних впливів на серцевий ритм.

Зміни показників ВСР при K_3 - K_1 у спортсменів з парасимпатичним перенапруженням ($ГС_2$) засвідчують стійкість змін показників, які були зареєстровані одразу після навантаження (K_2) та відображали швидку активацію парасимпатичної ланки ВНС. Заслугує на увагу зниження IBP нижче вихідного рівня, чого не відзначається ні в ГП, ні в $ГС_1$. Повернення SI та RMSSD до вихідних значень, а також зниження показника рNN50, яке в інших групах має вже тенденцію до відновлення. Серед параметрів спектрального аналізу ВСР привертає увагу показник VLF, який засвідчує істотне збільшення порівняно з вихідним станом надсегментарних впливів, пов'язаних із активацією енерготропних процесів в організмі.

Обговорення результатів дослідження.

Пошуку інформативних критеріїв визначення станів перенапруження спортсменів присвячено чимало публікацій [12,17]. Є певні напрацювання щодо їх об'єктивності та зв'язку з рівнем фізичної підготовленості спортсменів [18]. Проте їх аналіз із урахуванням оцінки регуляції серцевого ритму за методикою, запропонованою Н.І. Шлик, не проводився. Цей підхід має низку переваг перед існуючими, адже дозволяє достатньо чітко алгоритмізувати та класифікувати зміни в організмі на підставі участі центральних та автономних механізмів регуляції серцевого ритму та й організму в цілому.

Отримані результати доповнюють розуміння змін, які відбуваються в низці фізіологічних механізмів забезпечення серцевого ритму, при формуванні стійкого переважання центрального, або автономного контуру регуляції за параметрами ВСР. Показано, що більшість із визначених параметрів ВСР є чутливими до змін, які відбуваються за впливу фізичних навантажень. А певні з них демонструють більші тонкі механізми, пов'язані з активацією різних ланок регуляції серцевого ритму. До таких параметрів можна віднести RMSSD (мс), значення якого змінюється у протилежному напрямку при формуванні перенапруження за парасимпатичним типом, що підтверджує відомі дані про його важливість при оцінці стану спортсменів [21,22,24]. Не менш важливими є значення цього параметра при оцінці відновлення, що демонструється його стійким зниженням при симпатичному перенапруженні та поверненням до вихідних значень при

парасимпатичному перенапруженні. Інформативними є зміни параметра IBP, який збільшується після навантаження, залишається на тому ж рівні наступного після тренування ранку при симпатичному перенапруженні, а при парасимпатичному – мало змінюється за впливу навантаження та значуще зменшується після відпочинку. У поєднанні з цими параметрами важливим є параметр ПАПР, який після вираженого підвищення після навантаження залишається помірно підвищеним наступного після тренування ранку порівняно з вихідним станом при обох варіантах перенапруження, що засвідчує наявність залишкової напруги підкоркових механізмів. Достатньо показовою є активізація надсегментарних структур (за показником VLF) при парасимпатичному перенапруженні, що може характеризувати надмірність вмикання регуляторних механізмів метаболізму, це підтверджується також даними, отриманими нами раніше, про розвиток функціональної асиметрії в коркових структурах мозку.

Висновки.

Дослідження постанавантажувальної динаміки параметрів ВСР у спортсменів з формуванням перенапруження за симпатичним та парасимпатичним типами показало, що найбільш значущі динамічні відмінності відзначаються за показниками RMSSD, IBP, ПАПР та VLF, що дозволить використовувати динаміку цих параметрів для валідації станів перенапруження за симпатичним та, особливо, парасимпатичним типом.

References:

1. Baevskiy R. Analiz varyabelnosti serdechnoho rytmu: ystoriya, fylosofiya, teoriya y praktyka. Klynycheskaia ynformatyka y telemedytsyna. 2004; 1(1):54-65.
2. Guzii O. Zminy typiv avtonomnoi rehulitsii sertsevoho rytmu za vplyvu intensyvnykh fizychnykh navantazhen. Naukovyi chasopys NPU imeni MP Drahomanova. 2019; 10:43-9.
3. Guzii O, Romanchuk O. Chutlyvist arterialnoho baro-refleksu pry vidnovlenni orhanizmu pislia trenu-valnoho navantazhennia. Zaporizhskiy medychnyi zhurnal. 2016; 3(96):24-30. doi: 10.14739/2310-1210.2016.3.76922.
4. Mykhaliuk E, Syvolap V. Yzmenenye strukturno-heometrycheskykh, funktsyonalnykh pokazatelei serdtsa y soderzhaniya troponyna i pry metabolycheskoi kardomyopatyy vsledstvie fizycheskoho perenapriazheniya u futbolystov vysokoho klassa. Bukovynskiy medychnyi visnyk. 2006; 10(1):43.
5. Pavlichenko P. Vlianiie irovoi nahrutzki na funktsionalnoie sostoianie professionalnykh futbolistov. Svit medytsyny i biolohii. 2015; 1(48):49-54.
6. Pivovarov V. Spiroarteriokardioritmograf. Med-itsinskaia texnika. 2006; 1(1):38-41.
7. Nekhaneych O. Oznaky dezadaptatsii sertsevo-sudynnoi sustemy do fizychnykh navantazhenza danymy variabelnosti sertsevoho rytmu. Visnyk problem biolohii i edytsyny. 2014; 1(106):317-20.

8. Romanchuk O. Likarsko-pedahohichnyy kontrol v ozdorovchiiy fizychniy kul'turi. Odessa: Bukaev V., 2010. P.206.
9. Shlyck N. Upravleniye trenirovochnym protsessom sportsmenov s uchetom individualnykh kharakteristik variabelnosti ritma serdtsa. Fiziologiya cheloveka. 2016; 42(6):81-91. doi: 10.7868/S0131164616060187
10. Bellenger C, Thomson R, Robertson E, Davison K, Nelson M, Karavirta L, et al. The Effect of Functional Overreaching on Parameters of Autonomic Heart Rate Regulation. Eur J Appl Physiol. 2017; 117(3):541-50.
11. Dupuy O, Lussier M, Fraser S, Bherer L, Audiffren M, Bosquet L. Effect of overreaching on cognitive performance and related cardiac autonomic control. Scand J Med Sci Sport. 2014; 24(1):234-42.
12. Esco M, Flatt A. Ultra-short-term heart rate variability indexes at rest and postexercise in athletes: evaluating the agreement with accepted recommendations. J Sport Sci Med. 2014; 13(3):535-41.
13. Guzii O, Romanchuk A. Heart rate variability during controlled respiration after endurance training. J Phys Educ Sport ®. 2017; 17(203):2024-9.
14. Guzii O, Romanchuk A. Differentiation of Hemodynamics of Top Athletes Depending on Heart Rate Variability after Training. J Adv Med Med Res. 2017; 22(3):1-10.
15. Le Meur Y, Pichon A, Schaal K, Schmitt L, Louis J, Gueneron J, et al. Evidence of Parasympathetic Hyperactivity in Functionally Overreached Athletes. Med Sci Sport Exerc. 2013; 45(11):2061-2071.
16. Makivić BB, Djordjević Nikic M, Willis M. Heart Rate Variability (HRV) as a Tool for Diagnostic and Monitoring Performance in Sport and Physical Activities. J Exerc Physiol. 2013; 16(3):103-31.
17. Meeusen R, Duclos M, Foster C, Fry A, Gleeson M, Nieman D, et al. Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. Med Sci Sport Exerc. 2013; 45(1):186-205.
18. Nuuttila O, Nikander A, Polomoshnov D, Laukkanen J, Häkkinen K. Effects of HRV-guided vs. predetermined block training on performance, HRV and serum hormones. Int J Sport Med. 2017; (38):909-920. doi: 10.1055/s-0043-115122
19. Romanchuk O, Guzii O. Peculiarities of Changes in Respiratory Variability under the Influence of Training Load in Athletes with Cardiovascular Overstrain by Sympathetic Type. Int J Educ Sci. 2020; 3(2):54.
20. Romanchuk O, Guzii O. Sensorimotor Criteria for the Formation of the Autonomic Overstrain of the Athletes' Cardiovascular System. Int J Sci Ann. 2020; 3(1):46-53.
21. Taylor K, Chapman D, Cronin J, Newton M, Gill N. Fatigue Monitoring in High Performance Sport: A Survey of Current Trends. J Aust Strength Cond. 2012; 20(1):12-23.
22. Ten Haaf T, van Staveren S, Oudenhoven E, Piacentini M, Meeusen R, Roelands B, et al. Prediction of functional overreaching from subjective fatigue and readiness to train after only 3 days of cycling. Int J Sport Physiol Perform. 2017; 12(2):287-94.
23. Freitas V, Nakamura F, Miloski B, Samulski D, Bara-Filho M. Sensitivity of physiological and psychological markers to training load intensification in volleyball players. J Sports Sci Med. 2014; 13(3):571-579.
24. Goldstein D. Sympathetic noradrenergic adrenomedullary hormonal systems in stress and distress. In G. Fink (Ed.), Stress science: Neuroendocrinology. 2009. Oxford, UK: Elsevier.

УДК 796.015.6:616

ПОСТНАГРУЗОЧНАЯ ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ ПО СИМПАТИЧЕСКОМУ И ПАРАСИМПАТИЧЕСКОМУ ТИПАМ

О.В. Гузий¹, А.П. Романчук², А.В. Магльованый³

Львовский государственный университет
физической культуры имени Ивана Боберского,
г. Львов, Украина:

¹кафедра спортивной медицины, здоровья человека,
ORCID ID: 0000-0001-5420-8526,
e-mail: o.guzij@gmail.com;

²кафедра физической терапии и эрготерапии,
ORCID ID: 0000-0001-6592-2573,
e-mail: doclfc@ua.fm;

³Львівський національний медичинський університет
імені Данила Галицького,
кафедра фізического виховання і спортивної
медицини, г. Львів, Україна,
ORCID ID: 0000-0002-1792-597X,
e-mail: mavrpror@gmail.com

Резюме. Цель: определить изменения показателей ВСР у высококвалифицированных спортсменов, которые происходят в посленагрузочном периоде, при формировании перенапряжения по симпатическому или парасимпатическому типу.

Методы исследования. Были обследованы 202 высококвалифицированных спортсмена, мужского пола в возрасте 22,6±2,8 лет, которые являются представителями ациклических видов спорта. Все обследования проводились в предсоревновательном периоде с использованием спиреокардиокардиографии (САКР): в утренние часы, натощак, в положении сидя в день тренировки (К₁), сразу после (первые 5-7 мин.) тренировки (К₂) и на следующие утро после тренировки натощак (К₃). Каждая регистрация длилась 2 минуты.

Результаты. К параметрам ВСР, которые характеризуют перенапряжение регуляции сердечно-сосудистой системы, следует отнести показатель RMSSD (мс), значения которого при К₂ изменяются в противоположном направлении при формировании перенапряжения по парасимпатическому типу в сравнении с другими спортсменами, а также устойчивое снижение этого показателя при симпатическом пере-

напряжении при K_2 и K_3 ; показатель ИВР, который возрастает при K_2 , остается на том же уровне при K_3 при симпатическом перенапряжении, а при парасимпатическом – мало изменяется при K_2 и значительно уменьшается при K_3 ; показатель ПАПР, который после выраженного повышения при K_2 , остается умеренно повышенным при K_3 в сравнении с исходным состоянием при обоих вариантах перенапряжения. Показательной оказалась активизация VLF-влияний при парасимпатическом перенапряжении при K_3 .

Выводы. Исследование построгогрузочной динамики показателей ВСР у спортсменов при формировании перенапряжений по симпатическому и парасимпатическому типам показало, что наиболее значимыми являются динамики показателей RMSSD, ИВР, ПАПР и VLF, что может способствовать использованию полученных данных для валидации состояний перенапряжения по симпатическому и, особенно, парасимпатическому типам.

Ключевые слова: спортсмены, перенапряжение, сердечный ритм.

UDC 796.015.6:616

POST-LOADING DYNAMICS OF HEART RATE VARIABILITY INDICES IN HIGHLY QUALIFIED ATHLETES IN THE FORMATION OF OVERSTRAINS BY SYMPATHETIC AND PARASYMPATHETIC TYPES

O.V. Guzii¹, A.P. Romanchuk², A.V. Mahlovanyy³

Ivan Bobersky Lviv State University of Physical Culture, Lviv, Ukraine:

¹*Department of Sports Medicine, Human Health, ORCID ID: 0000-0001-5420-8526, e-mail: o.guzij@gmail.com;*

²*Department of Physical Therapy and Erhothrapy, ORCID ID: 0000-0001-6592-2573, e-mail: doclfc@ua.fm;*

³*Danylo Galytsky Lviv National Medical University, Department of Physical Education and Sports Medicine, Lviv, Ukraine, ORCID ID: 0000-0002-1792-597X, e-mail: mavrpror@gmail.com*

Abstract. Objective: to determine the HRV changes in highly qualified athletes that occur in the post-loading period, during the formation of overstrains by sympathetic and parasympathetic types.

Research methods. 202 highly qualified male athletes aged 22.6 ± 2.8 years, who are representatives of acyclic sports, were examined. All studies were performed in the pre-competition period using spiroarterio-

cardiorhythmography (SACR): in the morning, on an empty stomach, in a sitting position on the day of training (K_1), immediately (first 5-7 minutes) after training (K_2) and the next morning after training on an empty stomach (K_3). Each registration lasted 2 minutes.

Results. At the initial stage, changes in HRV were identified, which testified to the development of overstrain of the sympathetic and parasympathetic types. The approach proposed by N. I. Shlyk was used for this purpose, when all athletes had the type of their cardiac rhythm regulation determined at K_1 , K_2 and K_3 . With this in mind, 2 observation groups were formed – OG₁ (with a stable central predominance of regulatory effects on heart rate) and OG₂ (with a stable autonomous predominance of regulatory effects on heart rate). In OG₁ at K_2 and K_3 the type II of cardiac rhythm regulation was noted, while in OG₂ – at K_2 types III and IV of regulation, and at K_3 – type IV of regulation were detected. OG₁ consisted of 10 athletes, OG₂ – 9 athletes. The comparison group (CG) consisted of all 202 athletes.

The analysis of changes in absolute values of HRV indicators at K_1 , K_2 and K_3 in OG₁ and OG₂ in comparison with CG was carried out. The dynamics of changes in most indicators in OG₁ at K_3 indicates their under recovery compared to CG, except for the indicator LF (ms^2), which returns to baseline values and indicates the predominance of the sympathetic circuit of cardiac rhythm regulation. The dynamics of changes in and OG₂ indicated a significant recovery of parasympathetic effects at K_2 , which was characterized by an increase in HF_n (n. u) and RMSSD (ms).

In general, the parameters of HRV, which characterize the overstrain of the cardiovascular system regulation, include RMSSD (ms), the values of which at K_2 change in the opposite direction during the formation the parasympathetic type of overstrain compared to other athletes as well as its stable decrease at sympathetic overstrain at K_2 and K_3 ; the IAB index, which increasing at K_2 remains at the same level at K_3 , at sympathetic overstrain, and at parasympathetic – changes little at K_2 and decreases significantly at K_3 ; the PAPR index, which after a pronounced increase at K_2 remains moderately elevated at K_3 compared to baseline in both variants of overstrain. Activation of VLF-effects in parasympathetic overstrain in K_3 was indicative.

Conclusions. The study of post-load dynamics of HRV parameters in athletes with the formation of overstrain by sympathetic and parasympathetic types showed that the most significant are the dynamics of RMSSD, IAB, PAPR and VLF, which can contribute to the use of data for validation of overstrain by sympathetic and, especially, by parasympathetic types.

Keywords: athletes, overexertion, heart rate.

Стаття надійшла в редакцію 04.12. 2020 р