



Особливості морфо-функціонального стану спортсменів з нетиповими варіантами змін автономної регуляції серцевого ритму у відповідь на фізичне навантаження

Гузій О.В.¹, Романчук О.П.², Магльований А.В.³

¹Львівський державний університет фізичної культури імені Івана Боберського

²Міжнародний гуманітарний університет

³Львівський національний медичний університет ім. Данила Галицького

Мета: визначити особливості морфо-функціональних параметрів висококваліфікованих спортсменів, у яких у відповідь на інтенсивне фізичне навантаження відзначались нетипові варіанти змін автономної регуляції серцевого ритму. **Матеріал і методи:** в дослідженні приймали участь 202 висококваліфіковані спортсмени чоловічої статі різних видів спорту. У вихідному стані проводились рутинні виміри розмірів тіла та функцій організму за стандартними методиками, розраховувались індекс Кердо, індекс Робінсона, адаптаційний потенціал Баєвського, рівень фізичного стану. Кардіореспіраторна система досліджувалась з використанням методу спіроартеріокардіоритмографії перед тренувальним навантаженням (K_1), одразу після нього (K_2), а також наступного після тренування ранку (K_3). Проводився аналіз варіабельності серцевого ритму за способом, запропонованим Н.І. Шлик. Були визначені спортсмени з нетиповими варіантами змін автономної регуляції серцевого ритму, які свідчили про ймовірний розвиток перевтоми ($ГС_1$ – 9 осіб) та перенапруження за симпатичним ($ГС_2$ – 10 осіб) та парасимпатичним типами ($ГС_3$ – 9 осіб). **Результати:** визначені морфо-функціональні особливості спортсменів дозволяють припустити, що при розвитку перевтоми одними із важливих показників є зниження життєвого індексу та збільшення АП Баєвського, при стійкому переважанні симпатичних впливів важливе значення має більший вміст жирової маси та підвищення діастолічного артеріального тиску на тлі незмінних значень систолічного артеріального тиску, при стійкому переважанні парасимпатичних впливів важливими є низькі індекси маси тіла, об'єм грудної клітини на тлі збільшення її рухливості, а також значущі зміни індексів, які визначають виражену економізацію серцево-судинної системи та передбачають високу працездатність. **Висновки:** В цілому визначені особливості не дають чіткої можливості прогнозувати розвиток нетипових змін автономної регуляції серцево-судинної системи у відповідь на інтенсивне фізичне навантаження, проте можуть бути корисними при визначенні станів тренуваності, перевтоми та перенапруження організму спортсменів.

Ключові слова: морфо-функціональний стан, автономна регуляція, спортсмени, фізичне навантаження.

Вступ. Відомим є те, що при заняттях спортом в організмі людини відбуваються відповідні перебудови, які визначають можливість досягнення найкращого спортивного результату у конкретному виді спорту, пов'язаному із оптимальним розвитком фізичних здібностей на тлі формування характерного морфо-функціонального статусу [1,5,6,12,13]. Звичайно, визначальну роль у такому випадку мають характер, спрямованість та інтенсивність фізичних навантажень, які в першу чергу, диференціюються особливостями енергозабезпечення організму, а також включенням відповідних ланок центральної нервової системи та опорно-рухового апарату [1,2,3]. В той же час, адаптаційні процеси в організмі спортсменів залучають всі регуляторні ланки нейро-гуморальних механізмів, в тому числі автономної нервової системи, які можуть детермінувати розвиток донозологічних та патологічних станів [2,4,8,9,15].

Концепція даного пошуку пов'язана з визначенням можливих прогностичних рутинних морфо-функціональних критеріїв організму спортсменів, які б дозволяли передбачати розвиток нетипових варіантів змін автономної регуляції серцево-судинної системи [1,10,11,16] у навчально-тренувальному процесі спортсменів. Це є важливим не стільки з позицій підвищення рівня тренуваності спортсмена, скільки для виявлення передпатологічних станів, які можуть призводити до зриву адаптації та розвитку гострої та хронічної патології [2,5].



Достатньо широко для визначення автономної регуляції серцевого ритму користуються класифікацією типів, яка була запропонована Н.І. Шлик, та передбачає з урахуванням значень стрес-індексу (SI), потужності варіабельності серцевого ритму у понаднижкочастотному діапазоні (VLF, ms^2), а також загальної потужності (TP, ms^2) визначення 4 типів. I тип засвідчує помірне напруження, II тип – зниження функціонального стану регуляторних систем, розвиток втоми, III тип – оптимальний стан регуляції, IV тип – перенапруження автономної регуляції, або стан високої тренуваності [16].

В 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 [7,17]. 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 з вихідним перенапруженим 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 з вихідним помірним напруженням (I тип); 66,7% - у групі спортсменів з вихідним зниженням функціонального стану регуляторних систем (II тип); по 45,5% - у групах з оптимальним (III тип) та перенапруженим (IV тип) варіантами регуляції серцевого ритму. Нашу увагу привернули нетипові варіанти змін регуляції серцевого ритму, які можуть свідчити про формування перевтоми та перенапруження, що виникають за впливу надмірних фізичних навантажень [10].

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. Основною метою даного дослідження було визначити особливості морфо-функціональних параметрів висококваліфікованих спортсменів, у яких у відповідь на інтенсивне фізичне навантаження відзначались нетипові варіанти змін автономної регуляції серцевого ритму.

Матеріали і методи дослідження. В нашому дослідженні приймали участь 202 висококваліфіковані спортсмени чоловічої статі, які є представниками ациклічних видів спорту, а саме різних видів одноборств (карате, тхеквондо, кікбоксінг, бокс) та ігор (водне поло, футбол). Проводились рутинні методи дослідження артеріального систолічного тиску (СТ), діастолічного тиску (ДТ), а також розрахунок низки індексів, які характеризують функціональний стан кардіореспіраторної системи та організму в цілому і розраховуються за відомими формулами [14] – індекс Кердо (ІК), індекс Робінсона (ІР), адаптаційний потенціал Баєвського (АП), рівень фізичного стану за Пироговою (РФС), стрес-індекс (SI) за Баєвським.

Кардіореспіраторну систему досліджували з використанням методу



спіроартеріокардіоритмографії (САКР). САКР у одночасному режимі реєструє ритми серця, судин та дихання [18] та дозволяє визначити активність впливу вегетативної нервової системи (ВНС) на серцевий ритм (СР), артеріальний тиск (АТ), спонтанне дихання (Д), а також розрахувати параметри центральної гемодинаміки. Алгоритм обстеження передбачав дослідження фізіологічних параметрів та показників, які засвідчують зміни кардіореспіраторної системи, з використанням САКР перед тренувальним навантаженням (K_1), одразу після нього (K_2), а також наступного після тренування ранку (K_3) [7].

Статистичний аналіз проводився з використанням непараметричних методів з визначенням критерію Ман-Уїтні.

За даними змін показників САКР були виділені випадки, які характеризували нетипові зміни регуляції серцевого ритму за впливу інтенсивного тренувального навантаження та у період відновлення. Серед усіх 202 спостережень нами були визначені 28 випадків. Вони були віднесені до 3 варіантів змін регуляції серцевого ритму, які характеризувались:

1 варіант – початковим центральним помірним напруженням та зниженням функціонального стану регуляторних систем (I та II 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 9 випадках та засвідчував ймовірний розвиток перевтоми.

2 варіант – 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 ймовірний розвиток перенапруження серцево-судинної системи за симпатичним типом.

3 варіант - 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 ймовірний розвиток перенапруження серцево-судинної системи за парасимпатичним типом.

Спортсмени, у яких відзначались згадані варіанти змін автономної регуляції серцевого ритму за впливу інтенсивного тренувального навантаження склали 3 групи спостереження (ГС), відповідно ГС₁, ГС₂ та ГС₃. (табл. 2). Групу порівняння склали всі 202 досліджених спортсмени (табл. 1).

З огляду на отримані антропометричні дані (табл. 1) слід зазначити достатньо високий рівень фізичного розвитку висококваліфікованих спортсменів за всіма параметрами. Проте, у низки з них можна прогнозувати наявність надмірної маси тіла, що визначається показниками ІМТ (Q_3) – 25,2, кг/м² та вмісту жиру (Q_3) – 18,1%, що є надмірним для чоловіків. Останнє можна пояснити низкою обстежень у підготовчому періоді тренувального циклу, коли спортсмени повертаються до активних тренувань після відпочинку.

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 [14] за всіма згаданими параметрами функціональний стан кардіореспіраторної системи висококваліфікованих спортсменів можна охарактеризувати як високий та вище середнього рівнів.



Таблиця 1

Морфо-функціональна характеристика дослідженої групи спортсменів (ГП) у вихідному стані, n=202

Показник	ГП, n=202
Маса тіла, кг	72,0 (62,0; 82,0)
Довжина тіла, см	179,0 (170,0; 185,0)
ІМТ, кг/м ²	22,5 (20,9; 25,2)
Площа тіла, м ²	1,92 (1,74; 2,04)
ОГК (спокій), см	96,0 (91,0; 101,0)
Екскурсія, см	7,0 (5,0; 8,0)
Обвід черева, см	78,0 (74,0; 86,5)
Обвід стегна, см	52,0 (48,0; 56,5)
СІ, %	64,4 (59,5; 68,9)
ЖЄЛ, мл	4800 (4400; 5600)
нЖЄЛ, мл	4438 (4215; 4637)
ЖІ, мл/кг	67,9 (61,9; 73,1)
Вміст жиру, %	11,8 (8,7; 18,1)
АТС, мм рт.ст.	120 (110; 130)
АТД, мм рт.ст.	70 (64; 80)
Індекс Кердо	-0,19 (-0,35; -0,05)
Індекс Робінсона	71,8 (64,6; 81,8)
АП Баєвського	2,02 (1,87; 2,25)
РФС за Пироговою	0,746 (0,672; 0,822)

У табл. 2 представлені морфо-функціональні показники спортсменів у стані спокою, що були виміряні перед інтенсивним фізичним навантаженням, у яких за впливу тренувального навантаження відбувались нетипові зміни автономної регуляції серцевого ритму та могли свідчити про розвиток перевтоми (ГС₁), перенапруження за симпатичним (ГС₂) та парасимпатичним (ГС₃) типами. Тобто, отримані дані певним чином можна вважати як такі, що прогнозують можливість формування відповідних регуляторних станів.

Аналізуючи морфо-функціональні відмінності в ГС₁ від ГП можна припустити, що розвиток перевтоми прогнозують низький ЖІ (мл/кг), який є значуще меншим ($p < 0,05$) та збільшення АП Баєвського ($p < 0,05$). При цьому ЖІ та АП Баєвського значуще відрізняються також від ГС₂ та ГС₃. Достатньо показовою є більша відносна сила долоні за параметром СІ (%), яка відрізняється від всіх досліджуваних груп.

Дослідження ГС₂, в першу чергу, дозволяє констатувати, що індекс Кердо не є інформативним щодо переважання симпатичних впливів на серцевий ритм. Не інформативними щодо симпатичного перенапруження виявились також АП Баєвського та РФС за Пироговою, хоча й мали певні відмінності від ГС₁ та ГС₃. Звернули на себе увагу показники вмісту жиру (%), які були значуще більшими, ніж у ГП, дещо відрізнялись від ГС₁ та не відрізнялись від ГС₃. Серед функціональних показників більшої уваги заслуговує показник діастолічного артеріального тиску (АТД, мм рт.ст.), який відзначався значуще більшим, ніж в усіх групах. Проте, отримані в даному випадку відмінності вимагають уточнення, адже виміри проводилась аускультативним методом, що може вносити певну помилку в результати дослідження.



Таблиця 2.

Морфо-функціональні відмінності спортсменів груп спостереження (ГС) у вихідному стані при ймовірному розвитку перевтоми (ГС₁), перенапруження за симпатичним (ГС₂) та парасимпатичним (ГС₃) типами

Показник	ГС ₁ n=9	ГС ₂ n=10	ГС ₃ n=9
Маса тіла, кг	78,5 (71,5; 89,0)	80,0 (61,0; 94,0)	66,5 (61,0; 81,0) ^{*#}
Довжина тіла, см	185,0 (179,0; 188,0)	181,5 (170,0; 189,0)	179,0 (175,0; 185,0) [*]
ІМТ, кг/м ²	24,3 (22,2; 25,6)	23,6 (21,4; 27,3)	20,5 (19,9; 24,2) ^{*#}
Площа тіла, м ²	1,99 (1,94; 2,16) [@]	2,02 (1,70; 2,18)	1,85 (1,74; 2,03) ^{*#}
ОГК (спокій), см	100,5 (93,0; 102,0)	98,5 (89,0; 113,0)	91,0 (90,0; 96,0) ^{*#}
Екскурсія, см	7,0 (6,0; 10,0)	8,5 (7,0; 10,0) ^{*@}	8,0 (7,5; 9,0) ^{*@}
Обвід черева, см	84,0 (78,0; 91,0) [@]	82,5 (74,0; 92,0)	75,0 (73,0; 82,0) ^{*#}
Обвід стегна, см	54,5 (52,0; 57,0) [@]	56,0 (50,0; 60,0)	48,0 (45,0; 57,0) ^{*#}
СІ, %	67,6 (66,7; 68,0) [@]	64,5 (51,1; 77,3) [*]	66,3 (55,6; 68,9) [*]
ЖЄЛ, мл	4850 (4500; 6000)	4850 (4400; 6600)	4850 (4500; 4900)
нЖЄЛ, мл	4458 (4402; 4685)	4605 (4296; 4846)	4518 (4396; 4661)
ЖІ, мл/кг	61,9 (60,0; 66,2) [@]	65,2 (62,9; 70,2)	69,3 (59,3; 73,8) [*]
Вміст жиру, %	12,6 (10,2; 18,1)	18,4 (8,1; 19,0) ^{*@}	13,3 (6,5; 20,3)
АТС, мм рт.ст.	120,0 (115,0; 124,0)	115,0 (110,0; 120,0) ^{*@}	115,0 (100,0; 120,0) ^{*@}
АТД, мм рт.ст.	75,0 (70,0; 80,0)	80,0 (70,0; 80,0) ^{*@}	70,0 (70,0; 80,0) [#]
Індекс Кердо	-0,12 (-0,16; -0,11)	-0,27 (-0,59; -0,05) [*]	-0,34 (-0,45; -0,28) ^{*#}
Індекс Робінсона	79,6 (69,6; 86,6)	73,6 (65,1; 75,7) [*]	60,3 (51,7; 75,8) ^{*#}
АП Баєвського	2,13 (2,02; 2,26) [@]	1,98 (1,84; 2,12) [#]	1,79 (1,52; 1,99) ^{*##}
РФС за Пироговою	0,676 (0,626; 0,776)	0,736 (0,692; 0,762) [*]	0,823 (0,753; 0,901) ^{*#}

Примітка:

@ - $p < 0,05$ між ГС₁, ГС₂ та ГС₃ у порівнянні з ГП (табл. 1)

* - $p < 0,05$ між ГС₂ та ГС₃ у порівнянні з ГС₁

- $p < 0,05$; ## - $p < 0,01$ між ГС₃ та ГС₂

Аналізуючи результати ГС₃ слід зазначити, що особи з парасимпатичним перенапруженням мають істотні морфо-функціональні відмінності від ГП та ГС₁ та ГС₂. Найбільше вони стосуються менших ІМТ (кг/м²), ОГК (см), обводу стегна (см) та більшої рухливості грудної клітини (см). Серед функціональних параметрів найбільш істотними є відмінності індексу Кердо, індексу Робінсона, АП Баєвського та РФС за Пироговою, які характеризують виражену економізацію серцево-судинної системи, передбачають високу працездатність на тлі вираженої парасимпатикотонії. Згідно даних Н.І. Шлик такий варіант може свідчити про два функціональних стани – високий рівень тренуваності, або розвиток перенапруження та дисфункції за парасимпатичним типом.

Висновок. Визначені морфо-функціональні особливості спортсменів різних видів спорту при формуванні нетипових змін автономної регуляції серцевого ритму дозволяють припустити, що при розвитку перевтоми одними із важливих показників є зниження життєвого індексу та збільшення АП Баєвського, при стійкому переважанні симпатичних впливів на серцевий ритм важливе значення може мати більший вміст жирової маси та підвищення діастолічного артеріального тиску на тлі незмінних значень систолічного артеріального тиску, при стійкому переважанні парасимпатичних впливів важливими є низькі індекс маси тіла, обвід грудної клітини на тлі збільшення її рухливості, а також значущі зміни індексів, які визначають виражену економізацію серцево-судинної системи та передбачають високу працездатність. Останній варіант змін вимагає принципового уточнення з урахуванням необхідності диференціювання високого рівня тренуваності, або



розвитку перенапруження та дисфункції серцево-судинної системи за парасимпатичним типом.

В цілому визначені особливості не дають чіткої можливості прогнозувати розвиток нетипових змін автономної регуляції серцево-судинної системи у відповідь на інтенсивне фізичне навантаження, проте можуть бути корисними при визначенні станів тренуваності, перевтоми та перенапруження організму спортсменів.

Список використаної літератури

1. Абрамова, Т. Ф., Никитина, Т. М., Кочеткова, Н. И. (2013). *Лабильные компоненты массы тела – критерии общей физической подготовленности и контроля текущей и долговременной адаптации к тренировочным нагрузкам*. Методические указания. М.: ООО Скайпринт.
2. Агаджанян, Н. А., Баевский, Р. М., Берсенева, А. П. (2006). *Проблемы адаптации и учение о здоровье*. М.: РУДН.
3. Апанасенко, Г. Л., Попова, Л. А., Маглеваний, А. В. (2012). *Санология. Основы управления здоровьем*. Saarbrücken: Lambert Academic Publishing.
4. Баевский, Р. М., Берсенева, А. П. (2008). *Введение в донологическую диагностику*. М.: Слово.
5. Дорохов, Р. Н., Губа, В. П. (2002). *Спортивная морфология*. М.: СпортАкадемПресс.
6. Дорохов, Р. Н., Чернова, В. Н., Бубненко, О. М. (2016). Интеграция соматометрических и функциональных показателей детей и подростков. *Известия Смоленского государственного университета*. 1 (33), 291-297.
7. 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.
8. Запорожан, В. Н. (ред.). (2014). *Факторы и механизмы саногенеза*. Одесса: ОНМедУ.
9. Крыжановский, Г. Н. (ред.). (2002). *Дизрегуляторная патология*. М.: Медицина.
10. Романчук, А. П. (2005). Вегетативная регуляция кардиореспираторной системы в динамике годового тренировочного цикла. *Теория и практика физической культуры*, 6, 42-45.
11. Романчук, А. П. (2003). Концептуальные предпосылки саногенетического мониторинга лиц, занимающихся физической культурой и спортом. *Теория и практика физической культуры*, 1, 50-53.
12. Романчук, А. П., Гузій, О. В. (2014). Антропометрические корреляты реакции сердечно-сосудистой системы на стандартную физическую нагрузку спортсменов игровых видов спорта. *Journal of Health Sciences*, 4(7):037–046.
13. 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.
14. Романчук, О. П. (2010). *Лікарсько-педагогічний контроль в оздоровчій фізичній культурі*. Одеса: Букаєв В.В.
15. Сокрут, В. Н., Казаков, В. Н. (ред.). (2011). *Медицинская реабилитация в спорте*. Донецк: «Каштан».
16. Шлык, Н. И. (2009). *Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов*. Ижевск.
17. Guziy, O. V., Romanchuk, A. P. (2017). Multifunctional determinants of athletes' health *Journal of Medicine and Health Research*. 2(1), 12–21.
18. Pivovarov, V. V. (2011). Information-measuring system for functional diagnostics of nervous regulation of blood circulation. Part II. The implementation. *Automation and remote control*. 72(3), P.671–676. doi: 10.1134/S0005117911030192
19. Романчук О.П., Гузій О.В. (2020). Сучасні підходи до об'єктивізації функціонального стану організму спортсменів при поточних обстеженнях. *Фізична реабілітація та рекреаційно-оздоровчі технології*. № 5(2). С. 8-18.



Відомості про авторів

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

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

Магльований Анатолій Васильович, д.біол.н., професор
Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького
м.Львів, Україна
orcid.org/0000-0002-1792-597X