

УДК 796.015.6 : 612.172

ІНДИВІДУАЛЬНІ КОЛИВАННЯ СЕРЦЕВОГО РИТМУ ЯК КРИТЕРІЙ АДАПТАЦІЇ КВАЛІФІКОВАНИХ СПОРТСМЕНІВ ДО ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Мирослава ГРИНЬКІВ, Любомир ВОВКАНИЧ, Софія МАЄВСЬКА

Львівський державний університет фізичної культури

Анотація. Представлено результати аналізу показників варіабельності серцевого ритму спортсменів швидкісно-силових видів спорту у спокої, під впливом дозованих фізичних навантажень і в період відновлення. Виявлено значні індивідуальні коливання ритму серцевих скорочень у спокої, атипичну реакцію окремих спортсменів на 30-секундний тест Уінгейта та неоднозначні зміни серцевого ритму при відновленні.

Ключові слова: варіабельність серцевого ритму, швидкісно-силові види спорту, адаптація до фізичних навантажень.

Постановка проблеми. Передумовою високої фізичної працездатності спортсмена та ефективною адаптації його організму до значних тренувальних і змагальних навантажень є високий рівень функціонального стану його організму. Індикатором адаптаційних реакцій до фізичних навантажень (ФН) може служити стан серцево-судинної системи, оскільки вона значною мірою визначає здатність організму до напруженої м'язової діяльності. Одним із найінформативніших показників функціонального стану серцево-судинної системи спортсмена та його організму в цілому вважають варіабельність серцевого ритму (ВСР) [1, 2]. Однак дані про залежність показників ВСР від кваліфікації спортсмена і спортивної спеціалізації, тривалості та інтенсивності ФН неоднозначні [3, 4]. Передусім, це зумовлено значними індивідуальними відмінностями показників ВСР як у спокої, так і під впливом фізичних навантажень. Розбіжності в отриманих різними дослідниками даних можуть бути спричинені тим, що в більшості робіт наведено середньогрупові значення показників ВСР, що не завжди дозволяє авторам індивідуально оцінити функціональний стан систем організму. У зв'язку з цим, виступає необхідність індивідуального підходу до аналізу серцевого ритму спортсменів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Оцінка функціонального стану організму спортсмена, його адаптаційних резервів є одним з найважливіших складових підготовки спортсменів. Для аналізу функціональних можливостей організму спортсменів широко застосовують математичний аналіз ВСР [1–6]. Багато дослідників виявило особливості ВСР спортсменів залежно від спрямованості тренувального процесу, інтенсивності фізичних навантажень [5, 6], кваліфікації спортсменів [3]. Вивчаючи механізми регуляції серцевого ритму, можна оцінити співвідношення активності двох відділів вегетативної нервової системи, стан гуморального каналу кардіорегуляції, активність підкіркових центрів і ступінь напруження адаптаційних систем організму [1, 2].

Під час наших попередніх досліджень виявлено значні індивідуальні коливання статистичних показників серцевого ритму спортсменів [5, 6]. На необхідність вивчення індивідуальних особливостей стану організму спортсмена, його серцево-судинної системи вказують у своїх роботах дедалі більше авторів (А. П. Жужгов, 2003; Т. В. Красноперова, 2005; Н. И. Шлык, 2011; Г. В. Коробейников із співавторами, 2011). Так, у працях Н. І. Шлик пропонується нова класифікація типів вегетативної регуляції за показниками варіабельності серцевого ритму [7, 8], обґрунтовується також положення про те, що у відповідь на ФН різної спрямованості задіяно різні механізми регуляції серцевого ритму. На думку цих авторів, врахування індивідуальних особливостей спортсменів створює передумови для індивідуалізації тренувального процесу на різних етапах підготовки спортсменів у залежності від типу кардіорегуляції.

Таким чином, дані про індивідуальні особливості серцевого ритму спортсменів мають не лише теоретичний інтерес, поглиблюючи уявлення про механізми адаптації до ФН, але й

можуть бути ефективно використані при спортивному відборі та при керуванні тренувальним процесом для запобігання розвитку перетренованості й перевтоми.

Мета дослідження – моніторинг індивідуальних особливостей варіабельності серцевого ритму спортсменів швидкісно-силових видів спорту у стані спокою та під впливом дозованих фізичних навантажень.

Завдання дослідження:

1. Аналіз статистичних показників ВСР швидкісно-силових видів спорту в стані спокою.
2. Дослідження ВСР спортсменів під впливом 30-секундного тесту Уінгейта та в період відновлення.

Методи дослідження. Обстежували 10 бігунів (короткі та середні дистанції), 7 стрибунів у висоту та 10 каратистів високої кваліфікації зі стажем занять цим видом спорту не менше ніж 3 роки, чоловіків віком 20–25 років. Реєстрацію електрокардіограми та визначення статистичних показників серцевого ритму проводили за допомогою комплексу КардіоЛаб СЕ12 (Харків, 2006). Аналізували основні статистичні показники ВСР за В. В. Парінім і Р. М. Баєвським [1]. Використовувалися 5-хвилинні записи ЕКГ. Реєстрація ЕКГ здійснено у стані спокою, при дозованих фізичних навантаженнях у вигляді 30-секундного тесту Уінгейта та впродовж 5 хвилин відновлення. Умови досліду відповідали вимогам Європейського товариства кардіологів та Північноамериканського товариства стимуляції та електрофізіології [9].

Виклад основного матеріалу з аналізом отриманих наукових результатів. Аналіз індивідуальних показників ВСР бігунів у стані спокою дав змогу розділити їх на 3 групи (рис. 1). У 6-ти обстежуваних у регуляції ритму серця в спокої виявлено помірну перевагу парасимпатичного тону. Зокрема, dX знаходився в межах 0,310–0,400 с, амплітуда моди була меншою за 30 %, ІН становив 26-50 у.о. Ці значення відповідають середнім значенням для молодих здорових людей у стані спокою.

Серцевий ритм 2-х обстежуваних спортсменів за значною величиною dX (0,535 та 0,865 с), низьким значенням АМо і низьким ІН (19 та 11 у.о.) свідчив про значну перевагу парасимпатичного тону. Таке підвищення тону блукаючого нерва вважають фактором економізації серцевої діяльності та розглядають як один з проявів довготривалої адаптації до фізичних навантажень. На думку багатьох авторів, це явище характерніше для спортсменів, які тренуються на витривалість [1].

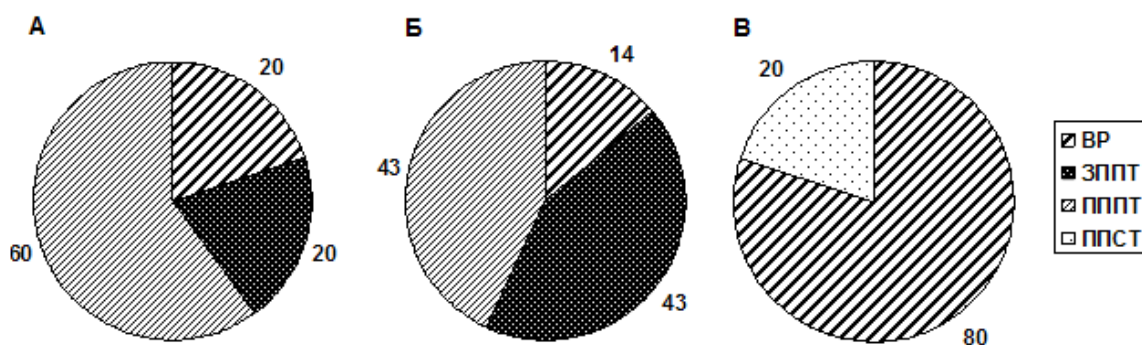


Рис. 1. Стан вегетативної регуляції в стані спокою:

А – бігуни; Б – стрибунів у висоту; В – каратисти; ВР – вегетативна рівновага; ЗППТ – значна перевага парасимпатичного тону; ППСТ – помірна перевага парасимпатичного тону; ППСТ – помірна перевага симпатичного тону.

У спортсменів з перевагою парасимпатичного тону слабше порівняно з іншими виражена гуморальна ланка кардіорегуляції: співвідношення Mo/dX у них становить 1,2- 2,8 у.о.

У 2-х обстежуваних показники ВСР свідчили про стан вегетативної рівноваги (нормотонічний тип), тобто їхня серцева діяльність перебувала під збалансованим впливом симпатичного та парасимпатичного відділів вегетативної нервової системи. Варіаційний розкид їх кардіоінтервалів (характеризує тону блукаючого нерва) становив 0,170 та 0,195 с., АМо

(пов'язана з тонусом симпатичної нервової системи) – 47 та 40%, ІН відзначався середніми значеннями – 198 й 121 у.о. Для них характерні також середні величини співвідношення Мо/dX – показника, що характеризує гуморальну ланку механізмів кардіорегуляції – 4,1 та 4.4 у.о.

У стрибунів у висоту ЧСС у стані спокою становила $58,0 \pm 3,84$ с, різниця між максимальним та мінімальним значеннями тривалості кардіоінтервалів досягала $0,41 \pm 0,06$ с, величина моди знаходилась у межах $1,02 \pm 0,07$ с при її амплітуді $23,11 \pm 3,79\%$. Вказані величини статистичних показників серцевого ритму, а також низький індекс напруження ($36,16 \pm 9,88$ у.о.) свідчать про те, що в 6 обстежених стрибунів у висоту високої кваліфікації серцевий ритм у стані спокою знаходився під помірним або значним впливом парасимпатичної нервової системи. Лише в одного спортсмена спостерігався стан вегетативної рівноваги (див. рис. 1).

У спортсменів-каратистів середня ЧСС у спокої становила $68,6 \pm 6,6$ уд./хв. У 8 з 10 обстежуваних каратистів у стані спокою показники серцевого ритму були типовими для стану вегетативної рівноваги, тобто, порівняно з легкоатлетами в них був дещо менш вираженим тонус блукаючого нерва. Їх dX знаходився в межах $0,180-0,297$ с, АМо становила 30-51%, ІН коливався від 53 до 240 у.о. У двох обстежуваних (№№ 9 і 10, табл. 4) окремі статистичні показники виявляли тенденцію до зміщення в бік помірної переваги симпатичного тону, тим часом як інші були характерними для стану вегетативної рівноваги (рис. 1).

Під впливом 30-секундного анаеробного тесту в семи обстежуваних легкоатлетів-бігунів ЧСС зростала в середньому на 74,8% і досягала $107,8 \pm 7,8$ уд./хв. ($p < 0,001$) (табл. 1). У них спостерігалися зміни показників ВСР, що свідчили про зниження впливу блукаючого нерва та підвищення тону симпатичної нервової системи. Зокрема порівняно з станом спокою їхній dX зменшувався на 48,7%, амплітуда моди зростала на 78% ($p < 0,05$), ІН збільшився в 7,4 рази. Це вказує на збільшення впливу центральної нервової системи на пазушно-передсердний вузол. Хоча індивідуальні відмінності в показниках ВСР вказаних обстежуваних були досить значними, але всі зміни однонаправлені і статистично достовірні порівняно з періодом спокою.

Таблиця 1

Показники варіабельності серцевого ритму бігунів після 30-секундного тесту Уінгейта

№	dX (с)	Мо (с)	АМо (%)	ІН (од.)	ЧСС (хв ⁻¹)
2	0,125	0,400	74	740	136,0
3	0,085	0,500	62	729	110,0
4	0,080	0,600	86	896	94,2
5	0,105	0,450	51	540	130,9
6	0,140	0,600	59	351	97,9
8	0,160	0,550	55	312	108,2
10	0,720	0,650	22	24	77,6
n	7	7	7	7	7
M	0,20	0,54***	58,4*	513,14***	107,83***
m	0,09	0,03	7,57	114,58	7,76
t	1,03	3,66	2,05	3,95	3,59

Примітка. * – різниця порівняно з показником у стані спокою достовірна з $p < 0,05$;

*** - різниця у порівнянні з показником у стані спокою достовірна з $p < 0,001$.

У трьох обстежуваних бігунів (№1, 7, 9) зміни показників ВСР були нетиповими. Зокрема, у всіх збільшувався dX, у двох зменшувалась АМо, ІН у двох спортсменів зменшувався, а у двох – практично не змінювався (табл. 2).

Наші попередні дослідження показників ВСР спринтерів, бігунів на середні та довгі дистанції під впливом велоергометричного навантаження збільшеної потужності [6] продемонстрували у всіх обстежуваних зростання в умовах фізичних навантажень тону симпатичної нервової системи, послаблення тону блукаючого нерва і, як результат різке зростання у них ІН механізмів кардіорегуляції.

Таблиця 2

Атипові зміни показників ВСР бігунів під впливом 30-секундного тесту Уінгейта

№	dX (с)	Мо (с)	АМо (%)	ІН (од.)	ЧСС (хв ⁻¹)
1	0,780	0,400	58	93	146,3
9	0,855	0,500	19	22	78,7
7	0,565	0,900	25	25	60,1

У восьми обстежуваних каратистів, які в стані спокою характеризувалися зрівноваженістю впливів двох відділів вегетативної нервової системи на ЧСС, зміни під впливом 30-секундного тесту були однонаправленими (табл. 3) і відповідали літературним даним щодо впливу ФН на ВСР. Збільшення ЧСС становило 90,2 %, dX зменшився на 42,9%, амплітуда моди зросла на 34,9% відносно стану спокою; значно збільшився також ІН (у 4,3 рази).

Таблиця 3

Показники варіабельності серцевого ритму каратистів після 30-секундного тесту Уінгейта

№	ЧСС (хв ⁻¹)	dX (с)	Мо (с)	АМо (%)	ІН (од.)
1	137	0,078	0,40	73	611
2	130	0,117	0,45	57	422
3	132	0,141	0,45	56	312
4	149	0,109	0,40	51	633
5	111	0,141	0,50	51	257
6	118	0,125	0,50	57	381
7	136	0,094	0,40	59	488
8	131	0,133	0,45	63	352
М	130,5***	0,12*	0,44**	58,4*	432,0***
m	4,13	0,01	0,01	2,51	48,1
t	7,48	1,96	3,88	2,14	5,5

* - різниця у порівнянні з показником у стані спокою достовірна з $p < 0,05$;

** - різниця у порівнянні з показником у стані спокою достовірна з $p < 0,01$;

*** - різниця у порівнянні з показником у стані спокою достовірна з $p < 0,001$.

Однак у двох спортсменів, для яких у стані спокою була властива певна розбалансованість показників ВСР (обстежувані № 9,10), 30-секундний тест призвів до нетипових змін досліджуваних показників: зростання варіаційного розкиду даних та дисперсії серцевого ритму або зменшення амплітуди моди та індексу напруження (таблиця 4).

Таблиця 4

Атипова реакція серцевого ритму каратистів під впливом 30-секундного тесту Уінгейта

№	ЧСС (хв ⁻¹)	dX (с)	Мо (с)	АМо (%)	ІН (од.)
9	105	0,188	0,60	34	114
10	102	0,117	0,60	33	111

Порівняння змін статистичних показників серцевого ритму бігунів і каратистів під впливом 30-секундного тесту виявило, що функціональні резерви серцево-судинної системи бігунів є вищими. Зокрема, приріст амплітуди моди порівняно зі станом спокою становив у бігунів 78% , а у каратистів – 34,9%. Через 5 хв після виконання тесту в усіх обстежуваних спортсменів ЧСС зменшувалась, однак не досягла рівня спокою. Показники ВСР у частини легкоатлетів (№ 2, 3, 4, 6, 9, табл. 5) виявляли тенденцію до відновлення. ІН у них зменшувався, однак за рахунок різних механізмів: за рахунок посилення тонузу блукаючого нерва (збільшення dX у спортсменів № 3, 4), за рахунок зменшення впливу симпатичного відділу вегетативної нервової системи (зменшення АМо у № 4, 6) або за рахунок зміни співвідношення

нервової та гуморальної ланок (№ 2, 9). У решти бігунів (№ 1, 5, 10) поглиблювалися зміни, що почалися під час 30-секундного тесту.

Для показників серцевого ритму більшості каратистів на 5-й хвилині після 30-секундного тесту (табл. 6) відновлення не спостерігалось, а навпаки, поглиблювалися зміни, що відбулися під час ФН, що свідчило про подальше зростання впливу симпатичної нервової системи в поєднанні із зниженням тонуусу блукаючого нерва і більшу централізацію управління серцевою діяльністю.

Таблиця 5

Показники варіабельності серцевого ритму бігунів на короткі і середні дистанції на 5-й хв відновлення

№№	dX (с)	Mo (с)	AMo (%)	ІН (од.)	ЧСС (хв ⁻¹)
1	0,095	0,500	59	621	119,2
2	0,105	0,550	77	667	104,8
3	0,145	0,600	76	437	95,1
4	0,100	0,600	49	408	91,7
5	0,090	0,550	77	778	102,6
6	0,140	0,650	59	324	89,7
9	0,665	1,350	19	11	42,6
10	0,490	0,800	23	29	69,2
n	8	8	8	8	8
M	0,23	0,70	54,9	409,38	89,36
m	0,08	0,10	8,2	99,86	8,38

Лише у № 5 та 6 спостерігалася тенденція до відновлення показника ІН, яка у №5 відбулася за рахунок збільшення варіаційного розкиду даних, у № 6 – за рахунок зменшення амплітуди моди. Вплив гуморального каналу кардіорегуляції в різних спортсменів змінювався по-різному. Залежності між варіабельністю серцевого ритму у спокої і під час відновлення не виявили.

Зміни статистичних показників варіабельності серцевого ритму під впливом 30-секундного анаеробного тесту і в період відновлення, на нашу думку, можна пояснити тим, що під час роботи з максимальною потужністю впродовж 30 с відбувається різка стимуляція нервової системи й запуск механізмів активізації серцевої діяльності, що розвиваються в часі й досягають максимуму вже після завершення роботи.

Таблиця 6

Показники варіабельності серцевого ритму каратистів на 5-й хвилині відновлення після 30-с тесту

№	dX (с)	Mo (с)	AMo (%)	ІН (од.)	ЧСС (хв ⁻¹)
1	0,047	0,500	93	935	116
2	0,055	0,500	91	915	112
3	0,070	0,500	91	607	113
4	0,078	0,450	94	1044	126
5	0,195	0,600	54	226	93
6	0,109	0,500	51	338	110
7	0,086	0,500	75	749	118
8	0,070	0,500	69	694	118
9	0,164	0,650	56	216	90
10	0,172	0,700	51	145	83
n	10	10	10	10	10
M	0,10	0,54	72,5	586,9	107,9
m	0,02	0,03	5,89	105,46	4,48

Висновки. Підсумовуючи отримані результати, можна зазначити:

1. У стані спокою існують індивідуальні відмінності у співвідношенні різних ланок механізму кардіорегуляції у спортсменів зі швидко-силовою спрямованістю тренувального процесу. Водночас загалом у спокої вплив блукаючого нерва на ВСР був найбільшим у стрибунів у висоту. Для більшості каратистів характерний стан вегетативної рівноваги. У всіх обстежуваних спостерігається менший вплив парасимпатичної нервової системи на серцевий ритм порівняно зі спортсменами, які тренують витривалість.

2. Анаеробний 30-секундний тест продемонстрував різну міру адаптації серцево-судинної системи обстежуваних спортсменів до виконання роботи максимальної потужності. У більшості бігунів на короткі й середні дистанції зміни статистичних показників серцевого ритму проявились швидше, а також швидше виявилася тенденція до відновлення. У каратистів зміни показників варіабельності серцевого ритму під час навантаження розгорталися повільніше і на 5-й хвилині після припинення роботи не тільки не настало відновлення, а й поглиблювалися зміни, які почалися під час навантаження. Це, очевидно, свідчить про нижчу адаптацію їх організму до анаеробних навантажень.

3. Виявлена атипова реакція частини спортсменів на 30-секундний тест Уінгейта може бути проявом індивідуальних особливостей механізму адаптації цих спортсменів до інтенсивних фізичних навантажень та вимагає подальшого дослідження.

Список літератури

1. *Баевский Р. М.* Оценка адаптационных возможностей организма и риска развития заболеваний / Р. М. Баевский, А. П. Берсенова – М. : Медицина, 1997. – 236 с.
2. *Шлык Н. И.* Экспресс-оценка преобладающих типов вегетативной регуляции сердечного ритма у юных и взрослых спортсменов [Электронный ресурс] / Шлык Н. И., Сапожникова Е. Н., Жужгов А. П. // Медицина для спорта : материалы I Всерос. конгр. – М., 2011. – Режим доступа: <http://www.sportmedicine.ru/medforsport-2011-papers/shlyk.php>.
3. *Голубчиков А. М.* Ритм и частота сердечных сокращений у спортсменов различной квалификации и специализации / Голубчиков А. М. // Теория и практика физической культуры. – 1987. – № 1. – С. 43–44.
4. *Михалюк Є. Л.* Центральна гемодинаміка, варіабельність серцевого ритму та фізична працездатність у спортсменів високого класу, що розхвилюють фізичні якості швидкості й сили // Михалюк Є. Л., Сиволап В. В., Чечель М. М. // Проблеми фізичного виховання і спорту. – 2009. – № 12. – С. 123–126.
5. Показники варіабельності серцевого ритму спортсменів швидко-силових видів спорту / Вовканич Л. С., Гриньків М. Я., Дунець-Лесько А. В., Маєвська С. М. // Молода спортивна наука України: зб. наук. пр. з галузі фіз. виховання, спорту та здоров'я людини. – Л., 2011. – Вип. 15, т. 3. – С. 65–70.
6. *Гриньків М. Я.* Ритм серця і стан центральної гемодинаміки у легкоатлетів-бігунів на різні дистанції / Гриньків М. Я., Дацків П. П. // Адаптаційні можливості дітей і молоді : матеріали V Міжнар. наук. конф. – О., 2004. – С. 70–72.
7. *Жужгов А. П.* Вариабельность сердечного ритма у спортсменов различных видов спорта : автореф. дис ... канд. биол. наук / Жужгов А. П. – Казань, 2003. – 24 с.
8. *Шлык Н. И.* Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов / Шлык Н. И. – Ижевск : Удмуртский ун-т., 2009 – 255 с.
9. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology // *Europ. Heart J.* – 1996. – Vol. 17. – P. 354–381.

**ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ КОЛЕБАНИЯ СЕРДЕЧНОГО РИТМА
КАК КРИТЕРИЙ АДАПТАЦИИ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ
К ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ**

Мирослава ГРИНЬКИВ, Любомир ВОВКАНЫЧ, София МАЕВСКАЯ

Львовский государственный университет физической культуры

Аннотация. Представлены результаты анализа показателей variability сердечного ритма спортсменов скоростно-силовых видов спорта в состоянии покоя, под влиянием дозированной физической нагрузки и в период восстановления. Выявлены значительные индивидуальные колебания ритма сердечных сокращений в покое, атипичная реакция отдельных спортсменов на 30-секундный тест Уингейта и неоднозначные изменения сердечного ритма при восстановлении.

Ключевые слова: variability сердечного ритма, скоростно-силовые виды спорта, адаптация к физическим нагрузкам.

**THE STUDY OF INDIVIDUAL HEART VARIATION OF ELITE SPORTSMEN
AS THE CRITERIA TO ADVANSE LOADING ADAPTATION**

Myroslava HRYNKIV, Lyubomyr VOVKANYCH, Sofija MAIEVS'KA

Lviv State University of Physical Culture

Annotation. The article analyses the variability of heart rhythm of elite sportsmen who are involved in speed as well as power kinds of sport. The analysis showed different individual heart vibrations during the resting period as well as the reaction of the heart rhythm under the Winheit's test.

Key words: heart rate variability, speed and power kinds of sport, physical loadings, adaptation.