

Показники вегетативної дисфункції у спортсменів з ознаками перетренованості

УДК 796.004.67

В. П. Шевець

Сумський державний університет, Суми, Україна

Резюме. У статті розглянуто показники вегетативної дисфункції та особливості вегетативної регуляції серцевого ритму в спортсменів. *Мета.* Аналіз науково-методичної літератури, опитування, методи діагностики. *Методи.* Вивчення показників вегетативної дисфункції та особливостей вегетативної регуляції серця у спортсменів.

Результати. В ході дослідження були обстежені висококваліфіковані легкоатлети з використанням методики варіабельності серцевого ритму (ВСР), ортостатичної та кліноstaticчної проб та опитувальник за Вейном. Було вивчено основні часові, спектральні та показники варіабельності серцевого ритму, а також встановлено переважаючий тип вегетативної регуляції серцевої діяльності. Вивчення особливостей варіабельності серцевого ритму дає змогу оцінити стан механізмів регуляції фізіологічних функцій в організмі людини, а також загальної активності регуляторних механізмів, нейрогуморальної регуляції серця, співвідношення між симпатичною та парасимпатичною ланками вегетативної нервової системи. Досить важливим є і те, що отримані дані про функціональний стан спортсмена в подальшому можна використовувати для оцінювання тренувального процесу спортсмена і шляхів його оптимізації.

Ключові слова: перетренованість, спортсмени-легкоатлети, вегетативна дисфункція, варіабельність серцевого ритму, нефункціональне перенапруження.

Indicators of autonomic dysfunction in athletes with signs of overtraining

V. P. Shevets

Sumy State University, Sumy, Ukraine

Abstract. The article deals with the indicators of autonomic dysfunction and peculiarities of autonomic regulation of heart rate in athletes. *Objective.* Analysis of scientific and methodological literature, survey, and diagnostic methods. *Methods.* The study of indicators of autonomic dysfunction and peculiarities of autonomic regulation of the heart in athletes.

Results. The study examined highly skilled track and field athletes using the method of heart rate variability (HRV), orthostatic and clinostatic tests, and the Wayne questionnaire. The main temporal, spectral, and heart rate variability parameters were studied, and the predominant type of autonomic regulation of cardiac function was identified. The study of heart rate variability makes it possible to assess the state of the mechanisms of regulation of physiological functions in the human body, as well as the overall activity of regulatory mechanisms, neurohumoral regulation of the heart, and the relationship between the sympathetic and parasympathetic parts of the autonomic nervous system. It is also quite important that the obtained data on the functional state of the athlete can be used in the future to assess the training process of the athlete and ways to optimize it.

Keywords: overtraining, track and field athletes, autonomic dysfunction, heart rate variability, non-functional overstrain.

Постановка проблеми. Тренування фізичними вправами є невід'ємною частиною підтримки та покращення системи функцій серцево-судин-

ної системи, з високою аеробною здатністю передбачають низький ризик передчасної смертності від усіх причин. Здорова серцево-судинна

система під час адаптації у спортсменів-легкоатлетів включає пришвидшення пульсу, збільшення ударного об'єму та зниження в'язкості крові, що призводить до збільшення серцевого викиду та високої аеробної потужності (VO_2max). Дослідження багатьох учених свідчать, що ці адаптації приводять до покращення вегетативної нервової модуляції, які впливають на здоров'я серцево-судинної системи [5, 11]. Поліпшення фізичної форми, пов'язаної зі здоров'ям, може впоратися з патологією серцево-судинних захворювань або навіть запобігти їй. Висококваліфіковані легкоатлети відчувають гіпертрофію стінки лівого шлуночка, збільшення розміру м'язів та ефективність поворотного моменту та шаблонів залучення рухових одиниць. Незважаючи на очікувані наслідки для здоров'я, пов'язані з інтенсивними фізичними вправами в одному або обох видах спорту, розвиток серцево-судинних захворювань у спортсменів все ще можливий [8].

Вегетативний контроль частоти серцевих скорочень (ЧСС) обговорюється як потенційний біомаркер ризику серцево-судинних захворювань. Вегетативну функцію можна виявити неінвазивним шляхом, вимірюючи невеликі зміни часу серцевих скорочень і звітуючи про варіабельність серцевого ритму (ВСР). Варіації у часовій зоні дають можливість вегетативній системі гнучко реагувати на варіабельність артеріального тиску, щоб управляти серцевим викидом [3, 15]. ВСР також забезпечує відображення активності симпатичної нервової системи в стані спокою в синоатріальному вузлі шляхом звітування про високочастотні та низькочастотні індекси домену. Теоретичне співвідношення симпатичної і парасимпатичної модуляції ВСР збільшується у відповідь на фізичний або психологічний стрес і повертається до вихідного рівня, коли стрес усунуто. Розраховане співвідношення їх у стані спокою відображає симпатовагальний баланс, який являє собою стійкість вегетативної нервової системи до стресових факторів, і якщо він порушений, що відображається підвищеним рівнем симпатичної і парасимпатичної модуляції ВСР, може вказувати на перетренованість [9, 13].

Зрозуміло, що аеробні вправи підвищують ВСР у стані спокою, а вправи з більш високою частотою та інтенсивністю забезпечують більше повернення до гомеостазу спокою, як вказує симпатовагальний баланс, відображений нижчим співвідношенням симпатичної і парасимпатичної модуляції ВСР [1]. Фактично, добре підготовлені спортсмени є яскравими прикладами людей із нижчим співвідношенням симпатичної і пара-

симпатичної модуляції ВСР у спокої, враховуючи сильний вагусний вплив на серце.

Варіабельність серцевого ритму є надійним, неінвазивним показником, який відображає баланс симпатичних і вагусних нервових впливів на ЧСС. Він визначається як зміни інтервалу між серцевими скороченнями (інтервали RR) з часом [14]. Вважається, що ВСР відображає здатність вегетативної нервової системи (ВНС) адаптуватися до мінливих обставин, виявляючи непередбачувані подразники та швидко реагуючи на них. Загалом, здоровий стан ВНС залежить від домінуючої вагусної модуляції. Навпаки, ефект хронічної, надмірної симпатичної стимуляції та/або зниження вагусної модуляції внаслідок перетренованості викликає дисфункцію ВНС і симпатовагальний дисбаланс [2, 9].

Аналіз особливостей вегетативної регуляції серця в останні десятиліття широко використовується в кардіологічних дослідженнях галузей медицини, спортивної фізіології та фізичної реабілітації. В основі визначення показників варіабельності серцевого ритму лежить оцінювання послідовних інтервалів R–R синусового походження, що забезпечує отримання кількісної інформації про модулюючий вплив на серце парасимпатичного і симпатичного відділів вегетативної нервової системи [4, 7]. Ритм серця підпорядковується ієрархічній системі структур та механізмів, включаючи мозковий і внутрішньосерцевий рівні. Нині недостатньо вивченим залишається проблема довготривалої адаптації до фізичних навантажень різної спрямованості спортсменів, у тому числі активність рівня нейровегетативної регуляції серцево-судинної системи [6]. Враховуючи той факт, що оцінювання показників варіабельності серцевого ритму є одним із основних показників вивчення адапційних можливостей, а також індивідуальною характеристикою спортсменів різної спортивної спеціалізації, актуальним є питання вивчення особливостей вегетативної регуляції серця у легкоатлетів [11].

Дослідження виконано у рамках науково-дослідної роботи кафедри фізичної терапії, ерготерапії та спортивної медицини Сумського державного університету на тему: «Фізична терапія та профілактика травм і захворювань у спортсменів», (номер держреєстрації 0122U200927).

Мета дослідження: вивчення показників вегетативної дисфункції та особливостей вегетативної регуляції серця у спортсменів.

Методи дослідження: аналіз науково-методичної літератури, опитування, методи діагностики.

ТАБЛИЦЯ 1 – Показники автономної функції в обстежуваних групах (за Вейном)

Показник, бал	ВД+	ВД–	P
Індекс Вейна	15,5 (9,21)	4,2 (4,57)	< 0,001
Схильність до почервоніння/блідості обличчя	0,67 (1,27)	0,15 (0,65)	0,230
Періодичне оніміння пальців	0,48 (1,19)	0,32 (0,98)	0,727
Періодична зміна кольору пальців кінцівок	1,11 (2,53)	0,37 (1,31)	0,430
Підвищена пітливість	1,63 (2,00)	0,39 (1,20)	< 0,001
Серцебиття, перебої в ділянці серця	2,07 (3,25)	0,85 (2,31)	0,230
Відчуття нестачі повітря	1,56 (2,96)	0,17 (1,09)	0,171
Розлади шлунково-кишкового тракту	1,56 (2,68)	0,44 (1,58)	0,201
Нападоподібний головний біль	1,04 (2,53)	0,17 (1,09)	0,395
Зниження працездатності на момент огляду	3,7 (2,23)	0,85 (1,90)	< 0,001
Розлади сну	1,67 (2,40)	0,49 (1,50)	0,103

Результати дослідження та їх обговорення. Як було сказано, найбільшого значення у спортсменів з ознаками перетренованості мав показник вегетативної дисфункції. У ході дослідження було обстежено 67 осіб, розподілених на дві групи. Враховуючи відсутність чітких діагностичних критеріїв, за якими діагностується межа між функціональним та нефункціональним перенапруженням (перетренованістю), до першої групи спортсменів (ВД+) були включені ті, хто мав ознаки нефункціонального стану та вегетативної дисфункції (при опитуванні за Вейном, або вона була діагностована при незадовільній орто/кліностатичній реакції) – 27 осіб. До другої групи (ВД–) увійшли 40 осіб без ознак функціонального перенапруження (перетренованості).

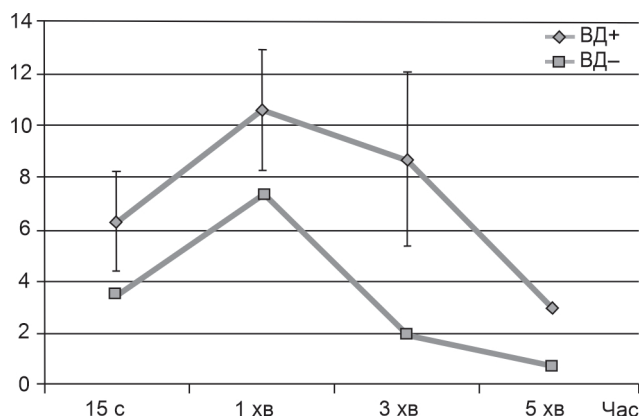
Дані, наведені у таблиці 1, свідчать, що, незважаючи на чітку різницю між значеннями інтегративного індексу вегетативної дисфункції в групах ВД+ та ВД–, за більшістю показників істотної різниці між значеннями встановлено не було. Так, показник p перевищив 0,05 при порівнянні кількості балів за схильністю до почервоніння/блідості обличчя, оніміння та зміни кольору пальців, наявності серцебиття та перебоїв в роботі серця, відчуття нестачі повітря та розладів шлунково-кишкового тракту, наявності головного болю, розладів сну. Разом з цим, у групі ВД+ статистично частіше спостерігалися підвищена пітливість та зниження працездатності ($p < 0,001$). Таким чином, наведені дані свідчать про те, що оцінювання вегетативної дисфункції у спортсменів з ознаками НП (ПТ) має відбуватися комплексно, з урахуванням ряду симптомів та використання опитувальника, оскільки акцентування тільки на певні скарги може ввести дослідника в оману та призвести до висновків про відсутність порушень автономної регуляції.

Разом з цим, важливе значення мають об'єктивні параметри функціонування організму, які дозволяють додатково виявляти осіб з порушенням автономної регуляції, навіть за відсутності відповідних скарг. Особливе значення при цьому надається оцінюванню параметрів серцево-судинної системи, яка має виняткове значення при задіянні фізичних навантажень у професійній діяльності, як це і відбувається у спортсменів під час змагально-тренувальної активності [10]. Під час відвідування спортсменами центру спортивної медицини нами було визначено основні параметри гемодинаміки (офісні вимірювання), деякі з них представлено у таблиці 2.

Було встановлено, що у спортсменів із вказаними ознаками порушення автономної регуляції значно переважали абсолютні значення показників артеріального тиску (АТ), при чому все вказане стосувалося САТ, ДАТ, СрАТ, ПАТ [12]. Навіть при офісному вимірюванні у 12 осіб групи ВД+ виявлялися високі значення систолічного АТ, при тому, що в групі ВД– лише у чотирьох осіб ($p = 0,001$). У переважній більшості випадків систолічна прегіпертензія в осіб з високими нормальними значеннями САТ групи ВД+ поєднувалася з діастолічною прегіпертензією (83,3 %), тоді як у групі ВД– лише в одному випадку (25 %). Зазначене може свідчити про певне значення, що може мати офісна прегіпертензія у спортсменів з

ТАБЛИЦЯ 2 – Основні гемодинамічні показники перед виконанням орто- та кліностатичної проби (вихідні)

Показник	ВД+	ВД–	P
ЧСС (AS)	61,26 (9,63)	59,24 (9,55)	0,412
САТ (AU)	126,41 (6,98)	122,24 (4,93)	< 0,001
ДАТ (AW)	83,07 (3,39)	74,1 (6,13)	< 0,001
ПАТ (AY)	43,33 (5,55)	48,39 (6,98)	< 0,001
СрАТ (BA)	97,52 (4,02)	90,07 (4,71)	< 0,001



Примітка. * – значення критерію $p < 0,05$

Рисунок 1 – Динаміка вираженості падіння САТ під час виконання ортостатичної проби

ознаками НП (ПТ) та вегетативною дисфункцією. При цьому переважання параметрів ПАТ та СрАТ в групі ВД+ свідчить про велике значення систолічної складової АТ та може бути пов'язаним з переважанням відповідних кардіотонічних регуляторних впливів. При цьому, ЧСС в обох групах суттєвих відмінностей не мала ($p = 0,412$), хоча в групі ВД+ спостерігалася певна тенденція до зростання (рис. 1).

Висновки. Контроль серця вегетативною нервовою системою є динамічним процесом як у здорових спортсменів, так і в тих, які мають ознаки перетренованості. Дисфункція ВНС може

бути результатом первинних розладів вегетативних нервів або вторинно у відповідь на серцеве (чи інше системне) захворювання. Перетренованість серця може призвести як до анатомічних (первинних), так і функціональних (вторинних) змін вегетативної функції серця. Ці зміни можуть спричинити прогресування захворювання та/або бути залученими до аритмогенезу. Бета-адреноблокатори є найбільш визнаним вегетативним втручанням, пов'язаним з покращенням результатів. Інші втручання (наприклад, симпатична денервація серця) показали перспективність лікування рефрактерних шлуночкових аритмій. Було багато вивчено про складні взаємодії вздовж нервової осі та їхню роль у контролі серцевої діяльності. Найскладнішою була розробка простого методу оцінювання вегетативного впливу на серце та/або вегетативної дисфункції.

Отже, існує безліч методів, які оцінюють деякі аспекти вегетативної функції. Хоча було показано, що багато заходів мають певне прогностичне значення, жоден з них не був адаптований або прийнятий у клінічну практику.

Перспективи подальших досліджень передбачають вивчення особливостей показників варіабельності серцевого ритму у динаміці у спортсменів-легкоатлетів з різним рівнем вегетативної дисфункції, а також вивчення основних методик відновлення спортсменів з ознаками перетренованості.

Література

- Ataman Y, Brizhataia I, Zharkova A, Moiseenko I, Ovechkin D. Long-term blood pressure variability in strength and endurance professional athletes with office prehypertension over annual training macrocycle. *Georgian Med News*. 2022. May; (326):7-11. PMID: 35959870.
- Ataman YuO, Brizhata IA, Ataman OV, Symonenko IA. [Features of hemodynamics of representatives of acyclic types of athletics with prehypertension in different periods of the annual macrocycle]. *Rus. Teoriia i metodyka fizychnoho vykhovannia i sportu*. 2021;3:84-88
- Aubert AE, Beckers F, Ramaekers D. Short-term heart rate variability in young athletes. *J Cardiol*. 2001;37 Suppl 1:85-8. PMID: 11433833.
- Claiborne A, Alessio H, Slattery E, Hughes M, Barth E, Cox R. Heart Rate Variability Reflects Similar Cardiac Autonomic Function in Explosive and Aerobically Trained Athletes. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Oct 12;18(20):10669. doi: 10.3390/ijerph182010669. PMID: 34682412; PMCID: PMC8535639.
- Iellamo F, Volterrani M, Di Gianfrancesco A, Fossati C, Casasco M. The Effect of Exercise Training on Autonomic Cardiovascular Regulation: From Cardiac Patients to Athletes. *Curr Sports Med Rep*. 2018 Dec;17(12):473-479. doi: 10.1249/JSR.0000000000000544. PMID: 30531466.
- Fullagar HH, Skorski S, Duffield R, Hammes D, Coutts AJ, Meyer T. Sleep and athletic performance: the effects of sleep loss on exercise performance, and physiological and cognitive responses to exercise. *Sports Med*. 2015 Feb;45(2):161-86. doi: 10.1007/s40279-014-0260-0. PMID: 25315456.
- Goldberger JJ, Arora R, Buckley U, Shivkumar K. Autonomic Nervous System Dysfunction: JACC Focus Seminar. *J Am Coll Cardiol*. 2019 Mar 19;73(10):1189-1206. doi: 10.1016/j.jacc.2018.12.064. PMID: 30871703; PMCID: PMC6958998.
- Nekhaneych O.B. The Cardiovascular System Desadaptation to Physical Loads Symptoms by Heart Rate Variability Dates. *Visnyk problem biologiyi i medytsyny*. 2014;1(106):317-320.
- Heyer GL, Fischer A, Wilson J, MacDonald J, Cribbs S, Ravindran R, Pommering TL, Cuff S. Orthostatic Intolerance and Autonomic Dysfunction in Youth With Persistent Postconcussion Symptoms: A Head-Upright Tilt Table Study. *Clin J Sport Med*. 2016 Jan;26(1):40-5. doi: 10.1097/JSM.000000000000183. PMID: 25706664.
- Kiss O, Sydó N, Vargha P, Vágó H, Czibalmos C, Édes E, Zima E, Apponyi G, Merkely G, Sydó T, Becker D, Allison TG, Merkely B. Detailed heart rate variability analysis in athletes. *Clin Auton Res*. 2016 Aug;26(4):245-52. doi: 10.1007/s10286-016-0360-z. Epub 2016 Jun 6. PMID: 27271053.
- Kiviniemi AM, Tulppo MP, Hautala AJ, Vanninen E, Uusitalo AL. Altered relationship between R-R interval and R-R interval variability in endurance athletes with overtraining syndrome. *Scand J Med Sci Sports*. 2014 Apr;24(2):e77-85. doi: 10.1111/sms.12114. Epub 2013 Sep 12. PMID: 24024550.
- Mazic S, Suzic Ladic J, Dekleva M, Antic M, Soldatovic I, Djelic M, Nestic D, Acimovic T, Ladic M, Lazovic B, Suzic S. The impact of elevated

blood pressure on exercise capacity in elite athletes. *Int J Cardiol.* 2015 Feb 1;180:171-7. doi: 10.1016/j.ijcard.2014.11.125. Epub 2014 Nov 26. PMID: 25460373.

13. Mellingsæter MR, Wyller TB, Ranhoff AH, Wyller VB. Fit elderly men can also stand: orthostatic tolerance and autonomic cardiovascular control in elderly endurance athletes. *Aging Clin Exp Res.* 2015 Aug;27(4):499-505. doi: 10.1007/s40520-014-0303-2. Epub 2014 Dec 24. PMID: 25537521.

14. Oishi K, Maeshima T. Autonomic nervous system activities during motor imagery in elite athletes. *J Clin Neurophysiol.* 2004 May-Jun;21(3):170-9. doi: 10.1097/00004691-200405000-00005. PMID: 15375347.

15. Wecht JM, De Meersman RE, Weir JP, Spungen AM, Bauman WA, Grimm DR. The effects of autonomic dysfunction and endurance training on cardiovascular control. *Clin Auton Res.* 2001 Feb;11(1):29-34. doi: 10.1007/BF02317799. PMID: 11503947.

v.buivalo@med.sumdu.edu.ua

Надійшла 13.11.2022