

DOI: 10.31393/reports-vnmedical-2019-23(4)-01

УДК: 612.13:796.325-05:575.5:572.087

МОДЕЛЮВАННЯ НАЛЕЖНИХ ПОКАЗНИКІВ ВАРІАЦІЙНОЇ ПУЛЬСОМЕТРІЇ У ВОЛЕЙБОЛІСТІВ МЕЗОМОРФНОГО СОМАТОТИПУ ЗАЛЕЖНО ВІД АНТРОПОМЕТРИЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОРГАНІЗМУ

Сарафинюк Л.А., Сивак А.В., Піліпонова В.В., Дусь С.В., Лежньова О.В.

Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова (вул. Пирогова, 56, м. Вінниця, Україна, 21018)

Відповідальний за листування:
e-mail: lsarafinyuk@gmail.com

Статтю отримано 13 серпня 2019 р.; прийнято до друку 17 вересня 2019

Анотація. Встановлення належних кардіоінтервалографічних параметрів для висококваліфікованих спортсменів окремого виду спорту є актуальним і може використовуватись у діагностичних цілях у зв'язку з широким розповсюдженням серцево-судинної патології. Метою роботи була побудова регресійних моделей показників варіаційної пульсометрії у волейболістів мезоморфного соматотипу залежно від особливостей антропометричних показників. У дослідженні взяли участь 24 волейболіста високого рівня спортивної майстерності (від першого дорослого до кандидатів у майстри спорту) у віці 17-21 років включно. Нами було проведено антропометричне дослідження за методикою Бунака (1941), соматотипологічне - за розрахунковою модифікацією метода Heath-Carter (1990), визначення компонентного складу маси тіла за методом Матейко (1992) і кардіоінтервалографічне дослідження за допомогою комп'ютерного діагностичного комплексу "OPTW" за рекомендаціями Європейської та Північноамериканської кардіологічної асоціації (1996). Визначали такі показники варіаційної пульсометрії: моду, амплітуду моди, середнє, мінімальне і максимальне значення R-R інтервалів, варіаційний розмах. Побудова математичних моделей проведена в пакеті "STATISTICA 5.5" для Windows за допомогою прямого покрокового регресійного аналізу. У статті представлені результати регресійного аналізу для встановлення залежності показників варіаційної пульсометрії у волейболістів мезоморфного соматотипу від сумарного комплексу конституціональних характеристик. Побудовані математичні моделі для визначення індивідуальних належних кардіоінтервалографічних параметрів на основі особливостей зовнішньої будови тіла у волейболістів юнацького віку високого рівня спортивної майстерності. Проведено аналіз конституціональних предикторів, які визначають варіабельність показників варіаційної пульсометрії у групі волейболістів мезоморфного соматотипу.

Ключові слова: показники варіаційної пульсометрії, антропометрія, мезоморфний соматотип, покрокова регресія, волейболісти.

Вступ

У багатьох наукових дослідженнях було виявлена соматична обумовленість морфофункціональних показників організму людини, зокрема параметрів серцево-судинної системи [3, 4, 6]. Ще на початку ХХІ століття П.П. Шапаренко з співавторами [11] зазначав, що гармонія форм і структур людського тіла та внутрішніх органів людини генетично обумовлена. Тому генетична детермінація окремих показників серцево-судинної системи антропо-соматотипологічними характеристиками є тією фундаментальною базою, яка уможливує проведення математичного моделювання для визначення належних, притаманних конкретній людині функціональних показників [9]. Це достатньо актуально саме для кардіоінтервалографічних показників, які відображають відповідь організму на зміни умов зовнішнього і внутрішнього середовища і можуть слугувати індикатором адаптаційно-приспосувальних реакцій [13, 17, 19] та відображати інформацію про стан організму загалом [20, 22], адже першими ознаками порушення роботи серцево-судинної системи можуть бути не скарги, а результати отриманих даних скринінгового електрокардіографічного запису роботи серця. Крім того, кардіоінтервалографічні показники відзначаються великою варіабельністю, а особливо серед когорти спортсменів, на організм яких тривалий час впливали інтенсивні

фізичні навантаження [20, 21]. Тому встановлення належних кардіоінтервалографічних параметрів для висококваліфікованих спортсменів окремого виду спорту має незаперечливу актуальність та практичне значення, тому що може використовуватись у діагностичних цілях у зв'язку з широким розповсюдженням серцево-судинної патології та високою смертністю та від захворювань даної системи [14, 16].

Метою роботи була побудова регресійних моделей показників варіаційної пульсометрії у волейболістів мезоморфного соматотипу в залежності від особливостей антропометричних показників.

Матеріали та методи

У дослідженні взяли участь 24 волейболіста високого рівня спортивної майстерності (від першого дорослого до кандидатів у майстри спорту) у віці 17-21 років включно. Нами було проведено антропометричне дослідження за методикою Бунака [2], соматотипологічне - за розрахунковою модифікацією метода Heath-Carter [15], визначення компонентного складу маси тіла - за методом Матейко [5] і кардіоінтервалографічне дослідження - за допомогою комп'ютерного діагностичного комплексу "OPTW" за рекомендаціями Європейської та Північноамериканської кардіологічної асоціації [18].

Визначали такі показники варіаційної пульсометрії: моду, амплітуду моди, середнє, мінімальне і максимальне значення R-R інтервалів, варіаційний розмах. Побудова математичних моделей проведена в пакеті "STATISTICA 5.5" для Windows за допомогою прямого покрокового регресійного аналізу. Для досягнення максимального співставлення результатів кардіоінтервалографічного й антропометричного методів при регресійному аналізі дотримувалися таких умов. По-перше - кінцевий варіант регресійного поліному повинен мати коефіцієнт детермінації (R^2) не менше 0,50. Друга умова - значення критерію Фішера не менше 2,5. Третя - кількість вільних членів, що входять до поліному має бути мінімальною. Четверта - фактичне значення критерію Фішера повинно бути більшим за розрахункове його значення. П'ята - коли незалежні змінні між собою мають сильні кореляційні зв'язки (так звану мультиколінеарність) для боротьби з надлишком даних має бути використана гребенева регресія [1, 7].

Результати. Обговорення

При проведенні покрокового регресійного аналізу встановлено, що в групі волейболістів мезоморфного соматотипу всі параметри варіаційної пульсометрії залежали від конституціональних характеристик організму більше, ніж 50 %, тому для кожного з них були побудовані математичні моделі.

Більшість коефіцієнтів моделі *моди інтервалів R-R* мають високу достовірність, за винятком обхвату плеча в спокійному стані. Коефіцієнт детермінації R^2 , як міра якості підгонки, на 81,12% визначає допустимо дану залежну змінну. На основі того, що фактичне значення критерію Фішера ($F=9,83$) значно більше розрахункового значення (F критичне дорівнює 7,16), регресійний лінійний поліном є високо значущий ($p<0,001$), що підтверджується також результатами дисперсійного аналізу ($p<0,001$) та гребеневої регресії (Лямбда дорівнювала 0,1). Модель має вигляд наступного лінійного рівняння:

Мода інтервалів R-R (мс) = 1,651 - 0,024 x сагітальний розмір грудної клітки (см) + 0,010 x висота вертлюгової точки (см) - 0,018 x обхват шиї (см) - 0,013 x обхват грудної клітки на вдиху (см) + 0,010 x обхват талії (см) - 0,021 x міжостова відстань (см) + 0,018 x обхват плеча в спокійному стані (см)

Таким чином, у волейболістів мезоморфного соматотипу на величину моди, яка відображає значення R-R інтервалів, яке найбільш часто зустрічається, і вказує на переважаючий вплив синусового вузла на варіабельність серцевого ритму [12, 13, 20], у першу чергу, впливають антропометричні розміри тулуба.

Визначено, що мінливість *амплітуди моди* у волейболістів мезоморфів на 67,72% обумовлена конституціональними особливостями. Більшість коефіцієнтів не-

залежних змінних цієї моделі були достовірними ($p<0,01$), за винятком довжини тіла ($p=0,058$) та обхвату передпліччя в верхній третині ($p=0,170$). Критерій Фішера цієї моделі ($F = 9,94$) більший за розрахункове значення F -критерію ($F_{кр.} = 4,19$). Ми мали підстави вважати побудований регресійний поліном високо значущим ($p<0,001$), що підтверджувалося дисперсійним аналізом ($p<0,001$) гребеневою регресією. Побудована модель мала вигляд такого лінійного рівняння:

Амплітуда моди (%) = 233,4 - 8,012 x обхват кисті (см) - 1,204 x висота надгрудниної точки (см) + 0,485 x довжина тіла (см) + 2,426 x обхват передпліччя в верхній третині (см)

Таким чином, варіабельність амплітуди моди, яка є вираженням числа кардіоциклів у %, відповідних діапазону моди, та відображає міру мобілізуючого впливу симпатичного відділу автономної нервової системи на роботу серцево-судинної системи [14] залежить від поздовжніх розмірів тіла та обхватів сегментів верхньої кінцівки.

Міра підгонки математичної моделі *середнього значення інтервалів R-R* була у межах 80,10 %. Більшість коефіцієнтів предикторів даної моделі мали високу ступінь достовірності, за винятком жирової маси тіла. Критерій F моделі становив 11,37, що було значно більшим за його розрахункове значення (6,17). Тому ми можемо стверджувати про значущість побудованого регресійного поліному, що підтверджувалося і результатами дисперсійного аналізу ($p<0,001$) і та гребеневої регресії. Модель мала вигляд рівняння:

Середнє значення інтервалів R-R (мс) = 0,670 - 0,024 x сагітальний розмір грудної клітки (см) + 0,184 x ширина дистального епіфіза передпліччя (см) + 0,008 x жирова маса тіла (кг) - 0,055 x ширина дистального епіфіза гомілки (см) - 0,011 x обхват шиї (см) + 0,005 x обхват талії (см)

Середнє значення R-R інтервалів, що відображає баланс парасимпатичного і симпатичного впливів [12], у волейболістів мезоморфів обумовлюється мінливістю розмірів тулуба, шиї, масивністю кісток передпліччя та гомілки і величиною жирової маси тіла.

Визначено, що мінливість *максимального значення інтервалів R-R* у волейболістів мезоморфів на 69,53 % детермінована антропометричними розмірами тіла. Лише три із семи коефіцієнтів незалежних змінних цієї моделі були достовірними, зокрема сагітальний розмір грудної клітки ($p<0,003$), кісткова маса тіла ($p<0,006$) і товщина жирової складки на задній поверхні плеча ($p<0,002$). Критерій Фішера цієї моделі ($F = 6,47$) був незначно більшим за його розрахункове значення ($F_{кр.} = 6,17$). Вважаємо побудований регресійний поліном високо значущим ($p<0,001$), що підтверджувалося диспер-

сійним аналізом ($p < 0,001$) та гребеневою регресією. Побудована модель мала вигляд такого лінійного рівняння:

Максимальне значення інтервалів R-R (мс) = - 1,008 - 0,032 x сагітальний розмір грудної клітки (см) + 0,028 x кісткова маса тіла (кг) + 0,054 x товщина жирової складки на задній поверхні плеча (мм) + 0,053 x обхват кисті (см) + 0,057 x обхват передпліччя в нижній третині (см) - 0,012 x жирова маса тіла (кг)

Більшість коефіцієнтів моделі *мінімального значення інтервалів R-R* у волейболістів юнацького віку мезоморфного соматотипу мають високу достовірність, за винятком товщини шкірно-жирової складки на боку. Коефіцієнт детермінації R^2 , як міра якості підгонки, на 80,42 % визначає допустимо дану залежну змінну. На основі того, що фактичне значення критерію Фішера ($F=9,37$) більше розрахункового значення (F критичне дорівнює 7,16) та за результатами дисперсійного аналізу, вважаємо регресійний лінійний поліном високо значущим ($p < 0,001$). Модель має вигляд наступного лінійного рівняння:

Мінімальне значення інтервалів R-R (мс) = 1,373 + 0,170 x ширина дистального епіфіза передпліччя (см) - 0,042 x ширина дистального епіфіза гомілки (см) - 0,035 x обхват кисті (см) - 0,014 x сагітальний розмір грудної клітки (см) + 0,014 x жирова маса тіла (кг) - 0,018 x міжостова відстань (см) + 0,008 x товщина складки на боку (мм)

Визначено, що мінливість *варіаційного розмаху* на 84,44% обумовлена величиною лише п'яти антропометричних розмірів. Більшість коефіцієнтів незалежних змінних цієї моделі були достовірними, за винятком обхвату грудної клітки на вдиху. Критерій Фішера цієї моделі ($F = 8,88$) значно більший за розрахункове значення F -критерію (5,18). Ми мали підстави вважати побудований регресійний поліном високо значущим ($p < 0,001$), що підтверджувалося дисперсійним аналізом ($p < 0,001$) і гребеневою регресією. Побудована модель мала вигляд такого лінійного рівняння:

Варіаційний розмах (мс) = -2,117 + 0,086 x обхват кисті (см) + 0,010 x висота надгрудниної точки (см) - 0,041 x обхват передпліччя в верхній третині (см) - 0,014 x поперечний нижньогрудний розмір (см) + 0,007 x обхват грудної клітки на вдиху (см)

Список посилань

1. Боровиков, В. П., & Боровиков, И. П. (1998). *STATISTICA - Статистический анализ и обработка данных в среде Windows*. Москва: Информационно-издательский дом "Филин".
2. Бунак, В. В. (1941). *Антропометрия. Практический курс*. Москва: Учпедгиз.

Таким чином, варіаційний розмах, який є відображенням переважного впливу парасимпатичного відділу автономної нервової системи на варіабельність серцевого ритму [18, 22], залежить від розмірів грудної клітки та верхньої кінцівки.

Крім того необхідно зазначити, що у волейболістів мезоморфного соматотипу для всіх показників варіаційної пульсометрії нами побудовано 6 моделей, які дають можливість визначати належні параметри з врахуванням індивідуальних конституціональних особливостей організму. До даних моделей увійшло 35 розмірів зовнішньої будови тіла, серед них найчастіше були представлені обхватні розміри тіла (складали 40% усіх предикторів), які входили до складу кожної із побудованих моделей (100%), зокрема обхват кисті визначав варіабельність 4 кардіоінтервалографічних показників (66,67%), передпліччя - 3 (50%), обхватні розміри шиї, талії та грудної клітки - 2 (33,33%). Необхідно зазначити, що діаметри тіла складали 31,43% з усіх інших предикторів і входили до 83,33% побудованих моделей, найвагоміший вплив на показники варіаційної пульсометрії мав сагітальний розмір грудної клітки, який входив до складу 4 моделей (66,67%). Жирова маса тіла входила до складу 50 % побудованих математичних моделей.

Таким чином отримані нами результати регресійного аналізу вказують на те, що не лише окремі морфофункціональні параметри серцево-судинної системи у спортсменів залежать від впливу окремих конституціональних характеристик організму [4, 8, 9, 10], а й регулюючі механізми роботи серця, про які свідчать показники варіаційної пульсометрії, залежать від антропометричних особливостей спортсменів окремого виду спорту.

Висновки та перспективи подальших розробок

1. Для всіх показників варіаційної пульсометрії у волейболістів мезоморфного соматотипу побудовані математичні моделі з точністю опису ознаки у межах 67,72-84,44%.
 2. Найбільшою мірою, величину параметрів варіаційної пульсометрії визначають обхватні розміри (кисті, передпліччя, грудної клітки, шиї, талії), діаметри тіла (сагітальний розмір грудної клітки) і жирова маса тіла.
- Отримані результати дають можливість у подальших дослідженнях проводити аналіз та визначати індивідуальні належні кардіоінтервалографічні параметри у волейболістів юнацького віку окремого мезоморфного соматотипу.

3. Варивода, В. О. (2008). Зв'язки ехокардіографічних розмірів серця з тотальними, повздовжними, поперечними та обхватними розмірами тіла у практично здорових хлопчиків і дівчаток різних соматотипів. *Biomedical and Biosocial Anthropology*, 10, 138-142.
4. Височанський, О. В., Сергета, І. В., & Гунас, І. В. (2011).

- Моделювання, за допомогою регресійного аналізу, нормативних показників дикротичного та діастолічного індексу стегна у здорових міських підлітків різних соматотипів в залежності від особливостей будови тіла. *Biomedical and Biosocial Anthropology*, 17, 46-49.
5. Ковешников, В. Г., & Никитюк, Б. А. (1992). *Медицинская антропология*. Киев: Здоровье.
 6. Мороз, В. М., Хапіцька, О. П., Лисюк, С. П., & Качан, В. В. (2016). Взаємозв'язки реовазографічних параметрів голілки з антропометричними розмірами, компонентами соматотипу та маси тіла у борців, легкоатлетів та волейболістів. *Вісник проблем біології та медицини*, 4 (134), 224-229.
 7. Петри, А., & Себин, К. (2003). *Наглядная статистика в медицине*. Москва: Издательский дом ГЭОТАР-МЕД.
 8. Сарафинюк, Л. А., Лежньова, О. В., & Качан, В. В. (2017). Показники центральної гемодинаміки та прогнозування їх належних величин у футболістів юнацького віку. *Вісник проблем біології та медицини*, 2 (138), 154-159.
 9. Сарафинюк, Л. А., Фоміна, Л. В. & Кириченко, Ю. В. (2016). Детермінація параметрів центральної гемодинаміки антропометричними предикторами у дівчат мезоморфів з різним рівнем фізичних навантажень. *Вісник проблем біології та медицини*, 2 (129), 301-304.
 10. Хапіцька, О. П. (2017). Моделювання належних показників периферичної гемодинаміки залежно від особливостей будови тіла у волейболістів мезоморфного соматотипу. *Вісник морфології*, 23 (2), 315-320.
 11. Шапаренко, П. П., Денисюк, В. І., & Шапаренко, Г. П. (2000). *Тіло людини, серце, гіпертонічна хвороба*. Вінниця: [б.в.].
 12. Шаханова, А. В., Кульмин, А. А., & Агиров, А. Х. (2012). Функциональные и адаптивные возможности юных футболистов и баскетболистов 10-15 лет в зависимости от соматотипа. *Адыгейский государственный университет*, 3, 5-13.
 13. Шевчук, Т. Я., & Романюк, А. П. (2016). Особливості вегетативної регуляції серця в спортсменів ігрових видів спорту та легкоатлетів. *Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна*, 26, 187-193.
 14. Яковлева, Л. В., & Гузель, Н. Ш. (2015). Вариабельность сердечного ритма и особенности психологического статуса у юных хоккеистов. *Казанский медицинский журнал*, 96 (4), 675-679.
 15. Carter, J. L., & Heath, B. H. (1990). *Somatotyping - development and applications*. Cambridge: University Press.
 16. D'Silva, A., & Sharma, S. (2014). Exercise, the athlete's heart, and sudden cardiac death. *Phys. Sportsmed.*, 42 (2), 100-113.
 17. Flatt, A. A., Esco, M. R., Allen, J. R. & Robinson J. B. (2018). Heart Rate Variability and Training Load Among National Collegiate Athletic Association Division 1 College Football Players Throughout Spring Camp. *J. Strength. Cond. Res.*, 32 (11), 3127-3134. doi: 10.1519/JSC.0000000000002241.
 18. Malik, M., Bigger, J. T., Camm, A. J., Kleiger, R. E., Malliani, A., Moss, A. J., & Schwartz, P. J. (1996). 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. *European Heart Journal*, 17, 354-381.
 19. Mazon, J. H., Gastaldi, A. C., Martins-Pinge, M. C., Eduardo de Araujo, J., & Dutra de Souza, H. C. (2015). Study of Heart Rate Variability and Stress Markers in Basketball Players Submitted to Selective Loads Periodization System. *American Journal of Sports Science*, 3 (3), 4-51. doi:10.11648/j.ajss.20150303.12.
 20. Pereira, L. A., Cal Abad, C. C., Leiva, D. F., & Oliveira, G. (2019). Relationship Between Resting Heart Rate Variability and Intermittent Endurance Performance in Novice Soccer Players. *J. Research Quarterly for Exercise and Sport*, 90, 355-361. doi: 10.1080/02701367.2019.1601666.
 21. Morales, A. P., Sampaio-Jorge, F., da Cruz Rangel, L. F., de Oliveira Coe, G. M., Leite, T. C., & Ribeiro, B. G. (2014). Heart Rate Variability Responses in Vertical Jump Performance of Basketball Players. *International Journal of Agriculture and Forestry*, 4 (2), 72-78. doi: 10.5923/j.sports.20140402.06.
 22. Rave, G., Fortrat, J-O., Dawson, B., & Carre, F. (2018). Heart rate recovery and heart rate variability: use and relevance in European professional soccer. *J. International Journal of Performance Analysis in Sport*, 18, 168-183. doi:10.1080/24748668.2018.1460053.

References

1. Borovikov, V. P., & Borovikov, I. P. (1998). *STATISTICA - Statisticheskij analiz i obrabotka dannyh v srede Windows [STATISTICA - Statistical Analysis and Data Processing in Windows]*. Moskva: Informacionno-izdatel'skij dom "Filin".
2. Bunak, V. V. (1941). *Antropometriya [Anthropometry]*. Prakticheskij kurs. Moskva: Uchpedgiz.
3. Varyvoda, V. O. (2008). Zviazky ekhokardiohrafichnykh rozmiriv sertsia z totalnymi, povzdvzhnymi, poperechnymi ta obkhatnymi rozmiramy tila u praktychno zdorovykh khlopchykiv i divchatok riznykh somatotypiv [Relationships of echocardiographic heart sizes with total, longitudinal, transverse, and girth body sizes in healthy healthy boys and girls of different somatotypes]. *Biomedical and Biosocial Anthropology*, 10, 138-142.
4. Vysochanskyl, O. V., Serheta, I. V., & Hunas, I. V. (2011). Modeliuvannia, za dopomohoiu rehresiinoho analizu, normatyvnykh pokaznykiv dykrotichnoho ta diastolichnoho indeksu stehna u zdorovykh miskykh pidlitkiv riznykh somatotypiv v zalezhnosti vid osoblyvostei budovy tila [Modeling, by regression analysis, normative indices of dicrotic and diastolic thigh index in healthy urban adolescents of different somatotypes depending on features of body structure]. *Biomedical and Biosocial Anthropology*, 17, 46-49.
5. Koveshnikov, V. G., & Nikityuk, B. A. (1992). *Medicinskaya antropologiya [Medical anthropology]*. Kiev: Zdorov'e.
6. Moroz, V. M., Khapitska, O. P., Lysuk, S. P., & Kachan, V. V. (2016). Vzaiemozviazky reovazohrafichnykh parametriv homilky z antropometrychnymi rozmiramy, komponentamy somatotypu ta masy tila u bortsiv, lehkoatletiv ta voleibolistiv [Relationships of reovasographic parameters of the shin with anthropometric dimensions, somatotype components and body weight in wrestlers, athletes and volleyball players]. *Visnyk problem biolohii ta medytsyny - Bulletin of problems of biology and medicine*, 4 (134), 224-229.
7. Petri, A. & Sebin, K. (2003). *Naglyadnaya statistika v medicine [Visual statistics in medicine]*. Moskva: Izdatel'skij dom GEOTAR-MED.
8. Sarafyniuk, L. A., Lezhnova, O. V. & Kachan, V. V. (2017). Pokaznyky tsentralnoi hemodynamiky ta prohnozuvannia yikh nalezhnykh velychyn u futbolistiv yunatskoho viku [Indicators of central hemodynamics and prediction of their proper values in youth players]. *Visnyk problem biolohii ta medytsyny - Bulletin of problems of biology and medicine*, 2 (138), 154-159.
9. Sarafyniuk, L. A., Fomina, L. V., & Kyrychenko, Yu. V. (2016). Determinatsiia parametriv tsentralnoi hemodynamiky antropometrychnymi predyktoramy u divchat mezomorfiv z riznym rivnem fizychnykh navantazhen [Determination of central hemodynamics parameters by anthropometric predictors in mesomorphic girls with different levels of physical activity]. *Visnyk problem biolohii ta medytsyny - Bulletin of*

- problems of biology and medicine, 2 (129), 301-304.
10. Khapska, O. P. (2017). Modeliuvannia nalezhnykh pokaznykiv peryferychnoi hemodynamiky zalezno vid osoblyvostei budovy tila u voleibolistiv mезomorfnoho somatotypu [Modeling of appropriate indicators of peripheral hemodynamics depending on features of body structure in volleyball players of mesomorphic somatotype]. *Visnyk morfolohii - Bulletin of morphology*, 23 (2), 315-320.
 11. Shaparenko, P. P., Denysuk, V. I., & Shaparenko, H. P. (2000). *Tilo liudyny, sertse, hipertonična khvoroba [Human body, heart, hypertension]*. Vinnytsia.
 12. Shahanova, A. V., Kul'min, A. A., & Agirov, A. H. (2012). Funktsional'nye i adaptivnye vozmozhnosti yunyh futbolistov i basketbolistov 10-15 let v zavisimosti ot somatotipa [The functional and adaptive capabilities of young 10-15 year-old football and basketball players, depending on the somatotype]. *Adygejskij gosudarstvennyj universitet - J. of the Adygea State University*, 3, 5-13.
 13. Shevchuk, T. Ya. & Romaniuk, A. P. (2016). Osoblyvosti vehetatyvnoi rehuliatcii sertsia v sportsmeniv ihrovykh vydiv sportu ta lehkootletiv [Features of vegetative heart regulation in athletes of sports and track and field athletes]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu im. V.N. Karazina - J. of V.N. Karazin Kharkiv National University*, 26, 187-193.
 14. Yakovleva, L. V., & Guzel', N. SH. (2015). Variabel'nost' serdechnogo ritma i osobennosti psihologicheskogo statusa u yunyh hokeistov [Heart rate variability and psychological status in young hockey players]. *Kazanskij medicinskij zhurnal - Kazan Medical Journal*, 96 (4), 675-679.
 15. Carter, J. L., & Heath, B. H. (1990). *Somatotyping - development and applications*. Cambridge: University Press.
 16. D'Silva, A., & Sharma, S. (2014). Exercise, the athlete's heart, and sudden cardiac death. *Phys. Sportsmed.*, 42 (2), 100-113.
 17. Flatt, A. A., Esco, M. R., Allen, J. R. & Robinson J. B. (2018). Heart Rate Variability and Training Load Among National Collegiate Athletic Association Division 1 College Football Players Throughout Spring Camp. *J. Strength. Cond. Res.*, 32 (11), 3127-3134. doi: 10.1519/JSC.0000000000002241.
 18. Malik, M., Bigger, J. T., Camm, A. J., Kleiger, R. E., Malliani, A., Moss, A. J., & Schwartz, P. J. (1996). 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. *European Heart Journal*, 17, 354-381.
 19. Mazon, J. H., Gastaldi, A. C., Martins-Pinge, M. C., Eduardo de Araujo, J., & Dutra de Souza, H. C. (2015). Study of Heart Rate Variability and Stress Markers in Basketball Players Submitted to Selective Loads Periodization System. *American Journal of Sports Science*, 3 (3), 4-51. doi:10.11648/j.ajss.20150303.12.
 20. Pereira, L. A., Cal Abad, C. C., Leiva, D. F., & Oliveira, G. (2019). Relationship Between Resting Heart Rate Variability and Intermittent Endurance Performance in Novice Soccer Players. *J. Research Quarterly for Exercise and Sport*, 90, 355-361. doi: 10.1080/02701367.2019.1601666.
 21. Morales, A. P., Sampaio-Jorge, F., da Cruz Rangel, L. F., de Oliveira Coe, G. M., Leite, T. C., & Ribeiro, B. G. (2014). Heart Rate Variability Responses in Vertical Jump Performance of Basketball Players. *International Journal of Agriculture and Forestry*, 4 (2), 72-78. doi: 10.5923/j.sports.20140402.06.
 22. Rave, G., Fortrat, J-O., Dawson, B., & Carre, F. (2018). Heart rate recovery and heart rate variability: use and relevance in European professional soccer. *J. International Journal of Performance Analysis in Sport*, 18, 168-183. doi:10.1080/24748668.2018.1460053.

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАДЛЕЖАЩИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАЦИОННОЙ ПУЛЬСОМЕТРИИ У ВОЛЕЙБОЛИСТОВ МЕЗОМОРФНОГО СОМАТОТИПА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ОРГАНИЗМА
Сарафинюк Л.А., Сивак А.В., Пилипонова В.В., Дусь С.В., Лежнева Е.В.

Аннотация. Установление надлежащих кардиоинтервалографических параметров для высококвалифицированных спортсменов отдельного вида спорта является актуальным и может использоваться в диагностических целях в связи с широким распространением сердечно-сосудистой патологии. Целью работы было построение регрессионных моделей показателей вариационной пульсометрии у волейболистов мезоморфного соматотипа в зависимости от особенностей антропометрических показателей. В исследовании участвовали 24 волейболиста высокого уровня спортивного мастерства (от первого взрослого к кандидатам в мастера спорта) в возрасте 17-21 года включительно. Нами было проведено антропометрическое исследование по методике Бунака (1941), соматотипологическое - по расчетной модификации метода Heath-Carter (1990), определение компонентного состава массы тела по методу Матейко (1992) и кардиоинтервалографическое исследование с помощью компьютерного диагностического комплекса "OPTW" по рекомендациям Европейской и Североамериканской кардиологической ассоциации (1996). Определяли такие показатели вариационной пульсометрии: моду, амплитуду моды, среднее, минимальное и максимальное значение R-R интервалов, вариационный размах. Построение математических моделей проведено в пакете "STATISTICA 5.5" для Windows с помощью прямого пошагового регрессионного анализа. В статье представлены результаты регрессионного анализа для установления зависимости показателей вариационной пульсометрии у волейболистов мезоморфного соматотипа от суммарного комплекса конституциональных характеристик. Построены математические модели для определения индивидуальных надлежащих кардиоинтервалографических параметров на основе особенностей внешнего телосложения у волейболистов юношеского возраста высокого уровня спортивного мастерства. Проведен анализ конституциональных предикторов, которые определяют вариабельность показателей вариационной пульсометрии в группе волейболистов мезоморфного соматотипа.

Ключевые слова: показатели вариационной пульсометрии, антропометрия, мезоморфный соматотип, пошаговая регрессия.

THE VARIATION PULSOMETRY CORRECT INDICATORS' MODELING IN VOLLEYBALL PLAYERS WITH MESOMORPHIC SOMATOTYPE DEPENDING ON THE ANTHROPOMETRIC FEATURES OF THE ORGANISM
Sarafyniuk L.A., Syvak A. V., Piliponova V.V., Dus S.V., Lezhnova O.V.

Annotation. Appropriate cardiointervalographic parameters establishment, for highly skilled athletes of a particular sport, is relevant and can be used for diagnostic purposes and because of connection with the widespread prevalence of cardiovascular pathology. The purpose of the work was to construct regression models of the variations of the pulsometry in volleyball players of the mesomorphic somatotype, depending on the features of anthropometric indicators. The study involved 24 volleyball players with a high level of

sportsmanship (from the first adult category to candidates for the master of sports), aged 17-21 years. We carried out anthropometric research by Bunak's method (1941), somatotypological - by the calculated modification of the Heath-Carter method (1990), determination of the component composition of the body weight by the method of Matejko (1992) and cardiointervalographic examination using a computer diagnostic complex "OPTW" following the recommendations of the European and North American Cardiac Association [1996]. The following indicators of variation heart rate were determined: moda, moda amplitude, average minimum and maximum R-R intervals, and variation range. The mathematical models were constructed in the "STATISTICA 5.5" package for Windows using direct stepwise regression analysis. The article presents the results of regression analysis for determining the dependence of variation heart rate indicators in volleyball players of mesomorphic somatotype on the total complex of constitutional characteristics. Mathematical models for determination of individual proper cardiointervalographic parameters based on features of the external structure of the body of youth volleyball players of high level of sportsmanship. The analysis of constitutional predictors that determine the variability of indicators of variation heart rate in a group of volleyball players of mesomorphic somatotype has been performed.

Keywords: indices of variation heart rate, anthropometry, mesomorphic somatotype, stepwise regression, volleyball players.
