

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-549-5-12>

**MATHEMATICAL MODELING OF PERIPHERAL
HEMODYNAMIC INDICATORS OF THE LOWER LEG IN
VOLLEYBALL PLAYERS OF ECTOMORPHIC SOMATOTYPE**

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ
ПЕРИФЕРИЧНОЇ ГЕМОДИНАМІКИ ГОМІЛКИ
У ВОЛЕЙБОЛІСТОК ЕКТМОМОРФНОГО СОМАТОТИПУ**

Sarafyniuk L. A.

*Doctor of Biological Sciences,
Professor,
Head of the Department of Sports
Medicine, Physical Education
and Rehabilitation
National Pirogov Memorial Medical
University
Vinnytsia, Ukraine*

Сарафинюк Л. А.

*доктор біологічних наук, професор,
завідувачка кафедри спортивної
медицини, фізичного виховання
та реабілітації
Вінницький національний медичний
університет імені М. І. Пирогова
м. Вінниця, Україна*

Stepanenko I. O.

*Postgraduate Student at the Department
of sports medicine, physical education
and rehabilitation
National Pirogov Memorial Medical
University
Vinnytsia, Ukraine*

Степаненко І. О.

*аспірант кафедри спортивної
медицини, фізичного виховання
та реабілітації
Вінницький національний медичний
університет імені М. І. Пирогова
м. Вінниця, Україна*

Shevchyshen V. I.

*Lecturer at the department of sports
medicine, physical education
and rehabilitation
National Pirogov Memorial Medical
University
Vinnytsia, Ukraine*

Шевчишен В. І.

*викладач кафедри спортивної
медицини, фізичного виховання
та реабілітації
Вінницький національний медичний
університет імені М. І. Пирогова
м. Вінниця, Україна*

Показники серцево-судинної системи зазнають впливу різноманітних факторів: ендегенних (генетично детермінованих конституціональних особливостей) і екзогенних (одним із основних є рухова активність, а особливо професійна спортивна діяльність) [1, 2]. Тому однозначно, на варіабельність параметрів центральної і периферичної гемодинаміки впливають морфо-функціональні особливості зовнішньої будови тіла, які можна віднести до морфологічної конституції людини, тобто її соматотипу [3, 4]. Вагомим фактором впливу незаперечно

залишається багатолітня, щоденна спортивна тренувально-змагальна діяльність в певному виді спорту. Тому виникає актуальне та практично значуще запитання: «Які саме гемодинамічні показники є нормальними для конкретної спортсменки?» Питання норми для багатьох показників організму спортсменів обговорювалося у багатьох наукових дослідженнях. Тому дослідження спрямоване на проведення статистичного моделювання реовазографічних параметрів гомілки на основі визначення конституціональних особливостей організму має важливе практичне значення, тому що дасть змогу порівняти фактичні значення реовазографічних параметрів з належними величинами, обумовленими конкретними антропометричними особливостями [5].

Метою даної роботи було створення статистичних моделей величини реовазографічних показників гомілки з врахуванням антропометричних розмірів тіла у волейболісток екоморфного соматотипу.

Було проведено комплексне клініко-лабораторне дослідження стану здоров'я та фізичного розвитку 108 волейболісток віком 16–20 років (юнацький період онтогенезу) високих спортивних розрядів (від II дорослого до майстрів спорту). Реовазографічні параметри гомілки у волейболісток визначали методом тетраполярної реокардіографії на сертифікованому комп'ютерному діагностичному багатофункціональному комплексі. Провели антропометричне дослідження тотальних розмірів тіла та грудної клітки, таза, кінцівок, голови за рекомендаціями П. П. Шапаренка [6]. Соматотипологічне дослідження провели за розрахунковим методом Heath-Carter [7], визначили у балах величину екоморфного, мезоморфного й ендоморфного компонентів соматотипу. Після проведеного соматотипування встановили, що до екоморфного типу належало 27 волейболісток, для яких були характерні наступні ознаки: відносна велика лінійність тіла, довгі кінцівки, невеликі діаметри тіла та незначне підшкірне жировідкладення. Для того щоб з'ясувати варіабельність показників периферичної гемодинаміки гомілки від комплексного сумарного впливу антропометричних і соматотипологічних параметрів використали багатофакторний покроковий регресійний аналіз у ліцензійній програмі “Statistica 5.5” [8]. Про дотримання вимог при проведенні багатофакторного регресійного аналізу було зазначено у попередніх дослідженнях [9].

Нами було виявлено значний вплив параметрів зовнішньої будови тіла на реовазографічні показники гомілки у волейболісток екоморфного соматотипу. За результатами багатофакторного регресійного аналізу було побудовано математичні моделі для 12 реовазографічних показників гомілки.

Наприклад, модель для визначення належного значення базового імпедансу (GZ) у волейболісток екоморфного соматотипу мала вигляд наступного лінійного регресійного рівняння:

$$GZ = 315,8 - 4,325 \times OBG1 + 32,58 \times EPPL - 2,279 \times SGK - 3,460 \times GBD - 2,930 \times OBG2 - 4,435 \times OBSH,$$

де OBG1 – обхват гомілки у верхній частині (см);

EPPL – ширина дистального епіфіза плеча (см);

SGK – передньо-задній середньогрудинний діаметр (см);

GBD – товщина шкірно-жирової складки на стегні (мм);

OBG2 – обхват гомілки у нижній частині (см);

OBSH – обхват ший (см).

Необхідно зазначити, що величина базового імпедансу у волейболісток екоморфного соматотипу майже на 100 % була детермінована комплексом антропо-соматометричних показників. Після внесення до кореляційної матриці константи ($\lambda = 0,1$) вплив конституціональних параметрів знизився до 73,33 %. Крім того, більшість коефіцієнтів даного регресійного поліному були достовірними, за винятком сагітального діаметра грудної клітки. Регресійний лінійний поліном був високо значущим ($p < 0,001$), що підтверджувалося і проведенням дисперсійним аналізом ($p < 0,001$). На основі того, що критерій Фішера 7,78 був більшим за його розраховане значення ($F_{кр.} = 6,17$), ми могли стверджувати про значущість побудованого регресійного рівняння.

Наступним чином був проведений аналіз для кожного реовазографічного параметра на гомілці у спортсменок екоморфного соматотипу.

Моделювання показників серцево-судинної системи – це сучасний метод, який дозволяє встановити відповідні значення кожного параметра для конкретної людини, враховуючи зовнішні особливості будови її тіла, персоналізуючи результати тестування та розкриваючи біомеханіку фізіологічних процесів. Отримані результати дають можливість при скринінгових дослідженнях волейболісток з екоморфним типом конституції проводити аналіз та визначати належні параметри гемодинаміки на гомілці враховуючи їх особисті значення антропометричних розмірів.

Література:

1. Flatt A. A., Esco M. R., Allen J. R., Robinson J. B. Heart Rate Variability and Training Load Among National Collegiate Athletic Association Division 1 College Football Players Throughout Spring Camp. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2018. № 32 (11). С. 3127–3134.

2. Sarafyniuk L. A., Pivtorak V. I., Khavtur V. O., Fedoniuk L. I., Khapitska O. P. Peculiarities of the chest's size in female volleyball players of different constitutional types. *Biomedical and Biosocial Anthropology*, 2018. № 33. С. 47–52.
3. Nikolaidis P. T. Body mass index and body fat percentage are associated with decreased physical fitness in adolescent and adult female volleyball players. *Journal of Research in Medical Sciences*. 2013. № 18. С. 22–26.
4. Якушева Ю. І. Показники центральної гемодинаміки у волейболісток з різними типами статури тіла. *Вісник проблем біології і медицини*. 2015. № 3/2(123). С. 344–347.
5. Khavtur V. O., Fedoniuk L. Y., Sarafyniuk L. A., Khapitska O. P., Kovalchuk O. V. Simulation of appropriate rheovasographic indicators of the femur in volleyball players of ectomorphic somatotype depending on anthropometric feature. *Wiadomości Lekarskie*. 2022. № 75 (1 p. 2). P. 275–280.
6. Шапаренко П. П. Антропометрія. Вінниця, 2000. 71 с.
7. Carter J. L., Heath B.H. Somatotyping – development and applications. Cambridge : University Press; 1990. 504 p.
8. Fox J., Weisberg S. An R Companion to Applied Regression. SAGE Publications; 2018. 608 p.
9. Sarafyniuk L., Stepanenko I., Khapitska O., Vlasenko R., Sarafyniuk P. Mathematical modelling of peripheral haemodynamics of the shin in volleyball players of mesomorphic somatotype. *Bulletin of Medical and Biological Research*. 2023. № 5(4). С. 62–70.