

SI "Institute of Pharmacology and Toxicology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine" / ДУ «Інститут фармакології та токсикології НАМН України»

Ukraine, 03057, Kyiv, 14 Anton Tsedik str. / Адреса: Україна, 03057, м. Київ, вул. Антона Цедіка 14

Tel.: 0685105243 / Тел.: 0685105243

E-mail: munandmax@gmail.com

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis, C – Responsibility for statistical analysis, D – Wrighting the article, E – Critical review, F – Final approval of the article / A – концепція роботи та дизайн, B – збір та аналіз даних, C – відповідальність за статистичний аналіз, D – написання статті, E – критичний огляд, F – остаточне затвердження статті.

Received 27.09.2024 / Стаття надійшла 27.09.2024 року

Accepted 28.02.2025 / Стаття прийнята до друку 28.02.2025 року

DOI 10.29254/2077-4214-2025-1-176-127-135

UDC 572.087:612.13:796.071

Stepanenko I. O. Sarafyniuk L. A.

CORRELATIONS OF RHEOGRAPHIC INDICATORS OF ARTERIAL TONE IN THE SHIN WITH ANTHROPOMETRIC DIMENSIONS IN VOLLEYBALL PLAYERS OF DIFFERENT SOMATOTYPES

National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsya (Vinnytsya, Ukraine)

lsarafynyuk@gmail.com

Constitutional features of the body of volleyball players can have a significant impact on sports performance and are closely related to indicators of the cardiovascular system. The aim of the work is to investigate the relationships between the tonic parameters of the lower leg rheovasogram and external body dimensions in highly professional female volleyball players of different somatotypes. A study was conducted on 108 female volleyball players aged 16-20 years playing at a competitive level with sports experience of 6.361 ± 2.865 years. Indicators of the tone of the shin arteries were determined as derivatives of amplitude and time rheovasographic parameters using the tetrapolar rheocardiography method. Anthropometric research was carried out according to the recommendations of P. P. Shaparenko (2000). The Heath-Carter method (1990) was used in the somatotypological study. Statistical analysis was performed in the "Statistica 5.5" program; Spearman's method was used to establish correlations between hemodynamic and anthropometric indicators. The results of our study also indicate pronounced differences in the strength and quantity of relationships between rheovasographic parameters of the shin, which reflect vascular tone, and anthropometric indicators in volleyball players with different somatotypes. More relationships were detected in volleyball players of the ectomorphic somatotype; the smallest number of relationships was found in volleyball players of the mesomorphic type. In volleyball players of all somatotypes, body composition indicators were the tone indicator of all arteries of the shin were most closely correlated.

Key words: correlation, peripheral hemodynamics, anthropometry, somatotype, female athletes, volleyball.

Connection of the publication with planned research works.

The work is a fragment of the planned research work of National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsya "Somato-viscerometric features of the human body in different periods of ontogenesis" (state registration number 0121U113772).

Introduction.

Constitutional features of the athletes' body, such as absolute and relative values of longitudinal and girth dimensions of the body [1, 2, 3], the value of individual components of body mass [4], can have a significant impact on the performance of athletes in many sports. Despite the fact that systematic, long-term, specific, professional training in a particular sport adjusts the morpho-functional characteristics of the athlete's body to their needs [5], individuals with different somatotypes of the same sport, gender, and age have a significant difference in the values of the external structure of the body and the cardiovascular system [6, 7]. Therefore, studying the characteristics of heart function and vascular condition, as the main limiting factor of performance, in highly professional female athletes of different constitutional types is of great importance [8, 9, 10]. The state of peripheral hemodynamics, especially the indicators of

arterial tone of a particular region of the vascular bed, determines the level of adaptive capabilities to physical exertion [11, 12]. Significant relationships were found between peripheral hemodynamic parameters and individual anthropometric dimensions and the magnitude of the components of the somatotype and human body weight. [13]. This pattern was also found in athletes. [14]. Unfortunately, we have not found any scientific studies that have studied the relationships between the parameters of the external structure of the body and the indicators of the tone of arteries of different diameters on the shin in professional volleyball players belonging to different constitutional types.

The aim of the study.

To investigate the relationships between the tonic parameters of the rheovasogram of the shin and the external body dimensions in highly professional female volleyball players of different somatotypes.

Object and research methods.

In the period 2017-2023, 108 volleyball players of the adolescent period of ontogenesis (from 16 to 20 years inclusive) with a high level of sports skills (from II adult to masters of sports) with an average sports experience of 6.361 ± 2.865 years were studied. The examination was performed during the competitive period, with

an interval of more than 5 days after the competition and 12 hours after training. All athletes underwent echocardiography and electrocardiography. Exclusion criteria were hyper- and hypotonic states, arrhythmias, mitral valve prolapse, and pathological myocardial hypertrophy.

The tone indicators of the shin arteries were determined as derivatives of amplitude and time rheovasographic parameters using the tetrapolar rheocardiography method. Anthropometric research was carried out according to the recommendations of P. P. Shaparenko [15], three total body dimensions (length, mass and body surface area) and 48 anthropometric dimensions were determined, in particular: longitudinal, transverse and girth indicators of the head, limbs, trunk and thickness of skin-fat folds. In the somatotypological study, the Heath-Carter calculation method [16] was used to determine 3 components of the somatotype. It was found that there were 27 athletes with ectomorphic and ecto-mesomorphic somatotypes, 28 with mesomorphic types, and 26 with an average intermediate type. Statistical analysis was performed in the licensed program "Statistica 5.5" using the Spearman method.

Research results and their discussion.

We found that in volleyball players of the **mesomorphic somatotype**, the *tone index of all arteries* on the shin had reliable direct correlations with the greatest width of the head ($r=0.51$), the circumference of the tense ($r=0.40$) and relaxed ($r=0.44$) shoulder; reliable inverse correlations with the thickness of the folds on the thigh ($r=-0.42$) and shin ($r=-0.55$); non-significant medium-strength direct correlations with the circumferences of the forearm in the upper third ($r=0.34$) and three chest sizes ($r=0.35-0.36$); only with the sagittal arc of the head was there a non-significant inverse correlation ($r=-0.34$). *The indicator of the tone of large-diameter arteries* did not have any reliable relationship with constitutional parameters, only with the height of the finger point a non-significant medium-strength direct correlation was established. ($r=0.34$). The *tonal index of medium and small diameter arteries* had reliable direct correlations with the largest ($r=0.48$) and smallest ($r=0.39$) head width and forearm circumference in the upper third ($r=0.47$); reliable inversely proportional – with the thickness of the fold on the shin ($r=-0.43$); non-significant medium-strength direct correlations – with the circumferences of the relaxed shoulder and forearm in the lower third (in both cases $r=0.31$) and the transverse lower thoracic diameter ($r=0.34$). *The ratio of arterial tone* in volleyball players of the mesomorphic somatotype did not correlate with any anthropo-somatotypological parameter.

The tone of all arteries in the shin in **ectomorph volleyball players** saw the greatest correlation with constitutional parameters among all tonic indicators. There were significant inverse correlations with weight ($r=-0.40$), length and body surface area (in both cases $r=-0.42$), pubic ($r=-0.53$) and acetabulum ($r=-0.48$) anthropometric points, width of distal epiphyses of the shoulder ($r=-0.44$) and forearm ($r=-0.41$), upper forearm circumferences ($r=-0.55$), hips ($r=-0.43$), upper part of tibia ($r=-0.47$), neck ($r=-0.56$). Medium-strength non-significant inverse relationships were found with the heights of the suprasternal ($r=-0.37$) and shoulder ($r=-0.32$) anthropometric points, the circumferences of the lower forearm ($r=-0.32$), waist ($r=-0.34$), hips ($r=-0.33$), foot ($r=-0.31$),

chest ($r=-0.34$), width of the epiphysis of the tibia ($r=-0.32$), sagittal diameter of the chest and interspinous distance of the pelvis (in both cases $r=-0.34$). Only with the thickness of the skin-fat fold on the back surface of the shoulder was there an unreliable direct relationship of medium strength ($r=0.37$). *The indicator of large-diameter artery tone* had only significant inverse correlations with constitutional parameters: significant correlations with the heights of the pubic ($r=-0.44$) and brachial ($r=-0.39$) anthropometric points, chest circumference on exhalation ($r=-0.42$) and shoulder width ($r=-0.43$); unreliable average forces – with mass ($r=-0.31$), length ($r=-0.35$) and body surface area ($r=-0.37$), heights of suprasternal ($r=-0.33$), finger ($r=-0.31$) and acetabular ($r=-0.38$) anthropometric points, width of distal epiphyses of shoulder and forearm (in both cases $r=-0.31$), circumferences of forearm in upper ($r=-0.32$) and lower ($r=-0.35$) parts, waist ($r=-0.32$), hips ($r=-0.33$), foot ($r=-0.39$), chest during inhalation ($r=-0.32$) and during pause ($r=-0.33$), sagittal diameter of chest ($r=-0.39$), interacetabular distance of pelvis ($r=-0.32$). *The tone indicator of medium and small diameter arteries* did not have any reliable relationship with constitutional parameters, only with facial width an unreliable medium-strength direct correlation was established ($r=0.35$), and with the circumference of the shin in the upper third – an inverse one ($r=-0.35$). *The arterial tone ratio* in volleyball players of the ectomorphic somatotype was significantly correlated with the lower forearm circumference and shoulder width (in both cases $r=-0.42$); it had non-significant medium-strength inverse relationships with facial width ($r=-0.35$), body surface area ($r=-0.31$), heights of the shoulder ($r=-0.36$) and finger ($r=-0.37$) anthropometric points, forearm epiphysis ($r=-0.32$), foot ($r=-0.33$) and chest circumferences on exhalation ($r=-0.32$), intertrochanteric distance of the pelvis ($r=-0.34$); and it had a non-significant medium-strength direct relationship with the thickness of the skin-fat fold on the thigh ($r=0.36$).

In the group of volleyball players with an **ecto-mesomorphic somatotype**, the *tone index of all arteries* on the shin with constitutional parameters had only 2 reliable direct correlations – with the girth of the tense shoulder ($r=0.38$) and the intercostal distance ($r=0.37$); non-significant direct correlations – with the girths of the relaxed shoulder ($r=0.35$) and the chest during inhalation ($r=0.34$), exhalation ($r=0.32$), and rest ($r=0.36$). The indicator of the *tone of large-diameter arteries* was significantly correlated only with the circumference of the forearm in the upper third ($r=0.39$), and insignificantly with the circumference of the head ($r=0.31$) and the external conjugate ($r=0.32$). *The tone index of medium and small diameter arteries* had a significant direct correlation only with the thickness of the fold on the abdomen ($r=0.39$), and with the width of the face there was an inversely proportional non-significant relationship of medium strength. ($r=-0.31$). *The arterial tone ratio indicator* had reliable direct relationships with head circumference ($r=0.36$), facial width ($r=0.41$), hip circumference ($r=0.40$), shoulder width ($r=0.41$); reliable inverse relationships with the thickness of the folds on the abdomen ($r=-0.53$) and thighs ($r=-0.44$); non-significant inverse relationships with the thickness of the fold on the side ($r=-0.36$); non-significant direct relationships with the external conjugate ($r=0.34$), the thickness of the fold under the scapula ($r=0.31$), the girths of the chest during exha-

lation ($r=0.31$) and at rest ($r=0.35$), the neck ($r=0.36$), the forearm in the upper and lower thirds ($r=0.31$), and the greatest width of the head ($r=0.33$).

We found that in volleyball players of the **average intermediate somatotype**, the tone of all arteries on the lower leg had inverse significant correlations with all chest circumferences ($r=0.45$ and $r=0.47$); with neck circumference – a significant straight line ($r=0.44$), and with the thickness of the fold on the back surface of the shoulder – an unreliable straight line ($r=0.33$); inverse insignificant correlations – with weight ($r=-0.33$), shoulder point height ($r=-0.32$), circumferences of the tense shoulder ($r=-0.35$), thigh ($r=-0.32$) and hips ($r=-0.36$). The indicator of the tone of large-diameter arteries had only 1 statistically significant correlation, namely with the chest circumference at rest ($r=-0.42$), and with other chest circumferences (during inhalation ($r=-0.40$) and expiration ($r=-0.39$)) the correlations were non-significant; with the thickness of the fold on the back of the shoulder ($r=0.33$) and the ectomorphic component of the somatotype ($r=0.32$) there were non-significant direct relationships of medium strength. The index of tone of medium and small diameter arteries did not have any reliable relationship with constitutional parameters, only with all girth dimensions of the chest ($r=-0.32$ – -0.35), hip girth ($r=-0.31$) and width of the shoulder epiphysis ($r=-0.34$) non-significant inverse correlations of medium strength were found. The ratio of arterial tone in volleyball players of the average intermediate somatotype was significantly inversely proportional to the size of the skin-fat fold on the side ($r=-0.47$), and an non-significant correlation of average strength was found with foot circumference ($r=-0.40$).

Analyzing the scientific findings of scientists, it was found that in individuals with different constitutional features, the same parameters of peripheral hemodynamics in different somatotypological groups had different strength and direction of relationships with anthropometric and somatotypological characteristics of the body [14, 17, 18]. The results of our study also indicate pronounced differences in the strength and quantity of relationships between rheovasographic parameters of the shin, which reflect vascular tone, and anthropometric indicators in volleyball players with different somatotypes. In particular, in mesomorph volleyball players, it was found that the indicators of the tone of the shin arteries with constitutional parameters had single, medium-strength correlations, only 18 connections were found, which is 8.33% of 216 possible correlations in this group), of which only 9 (4.17%) were reliable. The majority of correlations in mesomorph athletes with parameters of the external body structure was the tone index of all arteries of the shin, 10 correlations of medium strength were determined, 5 of which were reliable. The tone index of medium and small diameter arteries was significantly correlated with 4 anthropometric indicators. It is noteworthy that the indicators of the tone of large-diameter arteries and the ratio of arterial tones had no significant relationship with constitutional parameters. The established direction of significant correlations in mesomorph volleyball players is interesting – the vast majority of significant relationships were directly proportional, only the thickness of skin-fat folds with indicators of arterial tone had inverse correlations. In the study by V.M. Moroz and co-authors [19], which was devoted to

the study of correlations between constitutional and rheovasographic indicators on the thigh in male track and field athletes, wrestlers and volleyball players of the mesomorphic somatotype, it was also noted that in mesomorphic volleyball players, arterial tone indicators had only direct relationships with the parameters of the external body structure.

In female athletes of the ectomorphic somatotype, the number of significant relationships between the indicators of arterial tone on the shin and external structure of the body was significantly greater: 57 relationships of medium strength were identified (26.39% of all possible correlations in this group), of which 17 correlations were reliable (7.87%). The tone indicator of all arteries of the shin in volleyball players of this somatotype had the most numerous connections with indicators of the external structure of the body – 24 (11.11%), of which 11 (5.09%) were reliable of medium strength (with correlation coefficients from -0.40 to -0.56). The large-diameter artery tone index correlated with 20 (9.26%) body dimensions, of which only 4 were significant relationships of medium strength (with correlation coefficients from -0.39 to -0.44). The index of tone of medium and small diameter arteries correlated with 11 (5.09%) anthropometric indicators reliably, and only with 2 reliably. It is interesting that in volleyball players of the ectomorphic somatotype, who have large longitudinal body dimensions, insignificant subcutaneous fat deposits, and small transverse body diameters, almost all of the identified significant correlations were inverse. This fact indicates that with an increase in the longitudinal, transverse, and girth dimensions of the body, the indicators of arterial tone will decrease.

We found that in volleyball players of the ecto-mesomorphic somatotype, the indicators of arterial tone in the shin, determined using rheovasography, rarely correlated with indicators of the external structure of the body. Only 26 connections of medium strength were recorded (12.03% of the possible ones in this group), of which only 10 (4.63%) were reliable. In this somatotypological group, the strongest and most numerous connections with indicators of the external structure of the body had the rheographic indicator of the ratio of arterial tones, 15 (6.94%) connections of medium strength were found, of which 6 were statistically significant. Other indicators of arterial tone in the shin were correlated with only a few anthropometric parameters. Most of the significant associations of moderate strength that we found were direct, with the only exception being skin-fat thickness. Studying the relationships between hemodynamic and constitutional characteristics in young men who played volleyball of the ecto-mesomorphic somatotype, it was found that the index of the tone of large-diameter arteries on the thigh had only direct reliable relationships, the tone of large-diameter arteries had both direct and inverse relationships, and the index of the ratio of thigh artery tones had mainly direct correlations [20]. Of all the tonic parameters, the most numerous and strongest in young volleyball players of this somatotype, as well as in female volleyball players of ecto-mesomorphs, was the ratio of arterial tones.

In volleyball players who belonged to the average intermediate somatotype, 22 (10.18% of all possible correlations in this group) relationships of medium strength were established between the indicators of arterial tone

in the lower leg and the indicators of body composition, of which only 6 correlations (2.78%) were reliable. The tone of all arteries on the lower leg had the largest number of correlations (10 of average strength, 4 of them reliable), other tonic rheographic indicators were interconnected only with several anthropometric dimensions. In volleyball players of medium-intermediate somatotype, the indicators of tone of arteries of different diameters on the lower shin were most often correlated with the girth dimensions of the chest. It is noteworthy that in athletes of this somatotype, a feature of which is the uniform development of all components, almost all the identified relationships were inverse, with the exception of the thickness of the skin-fat fold on the back surface of the shoulder and the ectomorphic component of the somatotype.

Thus, despite the presence of common vectors of the trajectory and nature of relationships between indicators of shin artery tone and constitutional characteristics, professional volleyball players of young age had their own characteristics within individual somatypes.

Conclusions.

The most numerous correlations between indicators of shin artery tone and indicators of external body structure were established in female athletes of the ectomor-

phic somatotype; the smallest number of relationships was in female volleyball players of the mesomorph type. In mesomorph athletes, the most numerous connections with body composition indicators were the tone index of all shin arteries; in ectomorphs, the tone index of all shin arteries and large-diameter arteries; in ecto-mesomorphs, the ratio of arterial tones; in athletes with an average intermediate somatotype, the tone index of all shin arteries. In volleyball players of ecto-mesomorphs and mesomorphs, the vast majority of significant relationships were directly proportional; in volleyball players of ectomorphic and average intermediate somatypes, almost all of the identified significant correlations were inverse. The most frequently correlated with the indicators of the tone of the shin arteries were the circumference sizes of the limb segments and the chest and the thickness of the skin-fat folds.

Prospect for further research.

Characterization of the relationship between the parameters of the tone of the shin arteries and the external body dimensions of volleyball players with different constitutional types will allow predicting deviations in regional hemodynamic indicators based on changes in different groups of anthropometric dimensions.

DOI 10.29254/2077-4214-2025-1-176-127-135

УДК 572.087:612.13:796.071

Степаненко І. О. Сарафинюк Л. А.

КОРЕЛЯЦІЇ РЕОГРАФІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТОНУСУ АРТЕРІЙ ГОМІЛКИ З АНТРОПОМЕТРИЧНИМИ РОЗМІРАМИ У ВОЛЕЙБОЛІСТОК РІЗНИХ СОМАТОТИПІВ

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

lsarafinyuk@gmail.com

Конституціональні особливості організму волейболістів можуть мати суттєвий вплив на спортивну результативність і мають тісний взаємозв'язок з показниками серцево-судинної системи. Мета роботи – дослідити взаємозв'язки між тонічними параметрами реовазограми гомілки та зовнішніми розмірами тіла у високопрофесійних волейболісток юнацького віку різних соматотипів. Проведено дослідження 108 волейболісток віком 16-20 років високих спортивних розрядів із спортивним стажем $6,361 \pm 2,865$ роки. Показники тону артерій гомілки визначали як похідні амплітудних і часових реовазографічних параметрів використавши метод тетраполярної реокардіографії. Антропометричне дослідження здійснювали за рекомендаціями П. П. Шапаренка (2000). При соматотипологічному дослідженні використали метод Heath-Carter (1990). Статистичний аналіз проведено у програмі "Statistica 5.5", для встановлення кореляцій між гемодинамічними й антропометричними показниками використали метод Спірмена. Результатами нашого дослідження свідчать про виражені відмінності сили та кількості взаємозв'язків між реовазографічними параметрами гомілки, які відображають тонус судин, й антропометричними показниками у волейболісток з різними соматотипами. Найчисельніші зв'язки були у волейболісток ектоморфного соматотипу; найменша кількість взаємозв'язків виявлена у волейболісток мезоморфного типу. У волейболісток всіх соматотипів найчисельніші зв'язки з показниками статури тіла мав показник тону всіх артерій гомілки.

Ключові слова: кореляція, периферична гемодинаміка, антропометрія, соматотип, спортсменки, волейбол.

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.

Робота є фрагментом планової науково-дослідної роботи Вінницького національного медичного університету імені Пирогова «Сомато-вісцерометричні особливості організму людини в різні періоди онтогенезу» (номер державної реєстрації 0121U113772).

Вступ.

Конституціональні особливості організму спортсменів такі як абсолютні та відносні значення поздов-

жніх і охватних розмірів тіла [1, 2, 3], величина окремих компонентів маси тіла [4] можуть мати суттєвий вплив у спортсменів багатьох видів спорту на їхню результативність. Не зважаючи на те, що систематичні, багаторічні, специфічні, професійні заняття окремим видом спорту підлаштовують морфо-функціональні характеристики організму спортсмена під свої запити [5], особи з різними соматотипами одного виду спорту, статі та віку мають достовірну різницю у величині показників зовнішньої будови тіла та серцево-судин-

ної системи [6, 7]. Тому вивчення особливостей показників роботи серця та стану судинного русла, як головного лімітуючого фактору результативності, у високопрофесійних спортсменок різних конституціональних типів має вагоме значення [8, 9, 10]. Стан периферичної гемодинаміки, особливо показники тонусу артерій окремого регіону судинного русла визначає рівень адаптаційних можливостей до фізичних навантажень [11, 12]. Були виявлені достовірні зв'язки між параметрами периферичної гемодинаміки й окремими антропометричними розмірами та величиною компонентів соматотипу та маси тіла людини [13]. Дану закономірність було виявлено й у спортсменів [14]. Нажаль, наукових досліджень у яких вивчалися б взаємозв'язки між параметрами зовнішньої будови тіла з показниками тонусу артерій різного діаметру на гомілці у професійних волейболісток, які б належали до різних конституціональних типів, нами не було виявлено.

Мета дослідження.

Дослідити взаємозв'язки між тонічними параметрами реовазограми гомілки та зовнішніми розмірами тіла у високопрофесійних волейболісток юнацького віку різних соматотипів.

Об'єкт і методи дослідження.

У період 2017-2023 років було досліджено 108 волейболісток юнацького періоду онтогенезу (від 16 до 20 років включно) високого рівня спортивної майстерності (від II дорослого до майстрів спорту) із середнім спортивним стажем $6,361 \pm 2,865$ роки. Обстеження проводили у змагальний період, з інтервалом більше 5 днів після змагань і 12 годин після тренування. Всім спортсменкам була проведена ехокардіографія та електрокардіографія. Критеріями виключення були гіпер- та гіпотонічні стани, аритмії, пролапс мітрального клапана, патологічна гіпертрофія міокарда.

Показники тонусу артерій гомілки визначали як похідні амплітудних і часових реовазографічних параметрів використавши метод тетраполярної реокардіографії. Антропометричне дослідження здійснювали за рекомендаціями П. П. Шапаренка [15], визначали три тотальних розмірів тіла (довжину, масу та площу поверхні тіла) та 48 антропометричних розмірів, зокрема: поздовжні, поперечні і обхватні показники голови, кінцівок, тулуба та товщину шкірно-жирових складок. При соматотипологічному дослідженні використали розрахунковий метод Heath-Carter [16] з визначенням 3 компонентів соматотипу. З'ясували, що спортсменок з екоморфним та екто-мезоморфним соматотипом було по 27 осіб мезоморфним – 28, середнім проміжним типом – 26. Статистичний аналіз проведено у ліцензійній програмі "Statistica 5.5" з використанням методу Спірмена.

Результати дослідження та їх обговорення.

Нами встановлено, що у волейболісток **мезоморфного соматотипу** показник *тонусу всіх артерій* на гомілці мав достовірні прямі кореляції з найбільшою шириною голови ($r=0,51$), окружністю напруженого ($r=0,40$) і розслабленого ($r=0,44$) плеча; достовірні зворотні – з товщиною складок на стегні ($r=-0,42$) і гомілці ($r=-0,55$); недостовірні середньої сили прямі – з окружностями передпліччя у верхній третині ($r=0,34$) і трьома розмірами грудної клітки ($r=0,35-0,36$); лише з сагітальною дугою голови була недостовірною зворотна кореляція ($r=-0,34$). *Показник тонусу артерій*

великого діаметру не мав жодного достовірного взаємозв'язку з конституціональними параметрами, лише з висотою пальцевої точки встановлена недостовірною середньої сила пряма кореляція ($r=0,34$). Показник *тонусу артерій середнього та малого діаметрів* мав достовірні прямі кореляції з найбільшою ($r=0,48$) і найменшою ($r=0,39$) шириною голови й обхватом передпліччя у верхній третині ($r=0,47$); достовірну обернено пропорційну – з товщиною складки на гомілці ($r=-0,43$); недостовірні середньої сили прямі – з окружностями розслабленого плеча та передпліччя у нижній третині (в обох випадках $r=0,31$) і поперечним нижньогрудним діаметром ($r=0,34$). Показник *співвідношення тонусів артерій* у волейболісток мезоморфного соматотипу не корелював із жодним антропо-соматотипологічним параметром.

Тонус усіх артерій на гомілці у **волейболісток екоморфів** мав найбільшу кількість взаємозв'язків з конституціональними параметрами серед усіх тонічних показників. Достовірні зворотні кореляції були з масою ($r=-0,40$), довжиною і площею поверхні тіла (в обох випадках $r=-0,42$), висотою лобкової ($r=-0,53$) і вертлюгової ($r=-0,48$) антропометричних точок, шириною дистальних епіфізів плеча ($r=-0,44$) і передпліччя ($r=-0,41$), обхватами передпліччя у верхній частині ($r=-0,55$), стегна ($r=-0,43$), гомілки у верхній частині ($r=-0,47$), шиї ($r=-0,56$). Середньої сили недостовірні зворотні зв'язки виявлені з висотами надгрудникової ($r=-0,37$) і плечової ($r=-0,32$) антропометричних точок, обхватами передпліччя у нижній частині ($r=-0,32$), талії ($r=-0,34$), стегон ($r=-0,33$), стопи ($r=-0,31$), грудної клітки ($r=-0,34$), шириною епіфізу гомілки ($r=-0,32$), сагітальним діаметром грудної клітки та міжжостковою відстанню таза (в обох випадках $r=-0,34$). Лише з товщиною шкірно-жирової складки на задній поверхні плеча був недостовірний прямий середньої сили ($r=0,37$) зв'язок. Показник *тонусу артерій великого діаметру* мав значущі лише зворотні кореляції з конституціональними параметрами: достовірні – з висотами лобкової ($r=-0,44$) і плечової ($r=-0,39$) антропометричних точок, окружністю грудної клітки на видиху ($r=-0,42$) і шириною плечей ($r=-0,43$); недостовірні середньої сили – з масою ($r=-0,31$), довжиною ($r=-0,35$) і площею поверхні тіла ($r=-0,37$), висотами надгрудникової ($r=-0,33$), пальцевої ($r=-0,31$) і вертлюгової ($r=-0,38$) антропометричних точок, шириною дистальних епіфізів плеча і передпліччя (в обох випадках $r=-0,31$), обхватами передпліччя у верхній ($r=-0,32$) і нижній ($r=-0,35$) частинах, талії ($r=-0,32$), стегон ($r=-0,33$), стопи ($r=-0,39$), грудної клітки на видиху ($r=-0,32$) та при паузі ($r=-0,33$), сагітальним діаметром грудної клітки ($r=-0,39$), міжвертлюговою відстанню таза ($r=-0,32$). Показник *тонусу артерій середнього та малого діаметрів* не мав жодного достовірного взаємозв'язку з конституціональними параметрами, лише з шириною обличчя встановлена недостовірною середньої сила пряма кореляція ($r=0,35$), а з обхватом гомілки у верхній третині – зворотна ($r=-0,35$). Показник *співвідношення тонусів артерій* у волейболісток екоморфного соматотипу достовірно корелював з обхватом передпліччя у нижній частині та шириною плечей (в обох випадках $r=-0,42$); недостовірні середньої сили зворотні зв'язки мав з шириною обличчя ($r=-0,35$), площею поверхні тіла ($r=-0,31$), висотами плечової ($r=-0,36$) і пальцевої ($r=-0,37$) антропоме-

тричних точок, епіфізом передпліччя ($r=-0,32$), обхватами стопи ($r=-0,33$) і грудної клітки на видиху ($r=-0,32$), міжвертлюговою відстанню таза ($r=-0,34$); а з товщиною шкірно-жирової складки на стегні мав недостовірний середньої сили прямий зв'язок ($r=0,36$).

У групі волейболісток з **екто-мезоморфним соматотипом** показник тонуусу всіх артерій на голілки з конституціональними параметрами мав лише 2 достовірних прямих кореляції – з обхватом напруженого плеча ($r=0,38$) і міжребеневою відстанню ($r=0,37$); недостовірні прямі – з обхватами розслабленого плеча ($r=0,35$) і грудної клітки на вдиху ($r=0,34$), видиху ($r=0,32$), спокої ($r=0,36$). Показник тонуусу артерій великого діаметру достовірно корелював лише з обхватом передпліччя у верхній третині ($r=0,39$), недостовірно – з обхватом голови ($r=0,31$) і зовнішньою кон'югатою ($r=0,32$). Показник тонуусу артерій середнього та малого діаметрів мав достовірну пряму кореляцію лише з товщиною складки на животі ($r=0,39$), а з шириною обличчя був обернено пропорційний недостовірний зв'язок середньої сили ($r=-0,31$). Показник співвідношення тонуусів артерій мав достовірні прямі зв'язки – з обхватом голови ($r=0,36$), шириною обличчя ($r=0,41$), обхватом стегон ($r=0,40$), шириною плечей ($r=0,41$); достовірні зворотні – з товщиною складок на животі ($r=-0,53$) і стегні ($r=-0,44$); недостовірні зворотні – з товщиною складки на боку ($r=-0,36$); недостовірні прямі – з і зовнішньою кон'югатою ($r=0,34$), товщиною складки під лопаткою ($r=0,31$), обхватами грудної клітки на видиху ($r=0,31$) і у спокої ($r=0,35$), шиї ($r=0,36$), передпліччя у верхній і нижній третинах ($r=0,31$), найбільшою шириною голови ($r=0,33$).

Нами встановлено, що у волейболісток **середнього проміжного соматотипу** тонуус усіх артерій на голілки мав зворотні достовірні кореляції з усіма обхватами грудної клітки ($r=0,45$ і $r=0,47$); з обхватом шиї – достовірну пряму ($r=0,44$), а з товщиною складки на задній поверхні плеча – недостовірну пряму ($r=0,33$); зворотні недостовірні – з масою ($r=-0,33$), висотою плечової точки ($r=-0,32$), обхватами напруженого плеча ($r=-0,35$), стегна ($r=-0,32$) і стегон ($r=-0,36$). Показник тонуусу артерій великого діаметру мав статистично значущу лише 1 кореляцію, а саме з обхватом грудної клітки у спокої ($r=-0,42$), а з іншими окружностями грудної клітки (на вдиху ($r=-0,40$) і видиху ($r=-0,39$)) кореляції були недостовірними; з товщиною складки на задній поверхні плеча ($r=0,33$) і екоморфним компонентом соматотипу ($r=0,32$) були недостовірні середньої сили прямі зв'язки. Показник тонуусу артерій середнього та малого діаметрів не мав жодного достовірного взаємозв'язку з конституціональними параметрами, лише з усіма обхватними розмірами грудної клітки ($r=-0,32$ – $-0,35$), обхватом стегон ($r=-0,31$) і шириною епіфізу плеча ($r=-0,34$) виявлені недостовірні зворотні кореляції середньої сили. Показник співвідношення тонуусів артерій у волейболісток середнього проміжного соматотипу достовірно обернено пропорційно був пов'язаний із величиною шкірно-жирової складки на боку ($r=-0,47$), а з обхватом стопи була виявлена недостовірна кореляція середньої сили ($r=-0,40$).

Аналізуючи наукові доробки вчених, була виявлено, що у осіб з різними конституціональними особливостями одні й ті ж параметри периферичної гемоди-

наміки в різних соматотипологічних групах мали різну силу та напрямок зв'язків з антропометричними та соматотипологічними характеристиками організму [14, 17, 18]. Результатами нашого дослідження теж свідчать про виражені відмінності сили та кількості взаємозв'язків між реовазографічними параметрами голілки, які відображають тонуус судин, й антропометричними показниками у волейболісток з різними соматотипами. Зокрема, у волейболісток мезоморфів було виявлено, що показники тонуусу артерій голілки з конституціональними параметрами мали поодинокі середньої сили кореляції, виявлено лише 18 зв'язків, що становить 8,33% із 216 можливих кореляцій у даній групі), із них достовірними були лише 9 (4,17%). Найбільшу кількість кореляцій у спортсменок мезоморфів з параметрами зовнішньої будови тіла мав показник тонуусу всіх артерій голілки, визначено 10 кореляцій середньої сили, із них 5 достовірних. Показник тонуусу артерій середнього та малого діаметрів достовірно корелював з 4 антропометричними показниками. Привертає увагу той факт, що показники тонуусу артерій великого діаметру та співвідношення тонуусів артерій не мали жодного достовірного взаємозв'язку з конституціональними параметрами. Цікавим є встановлений напрямок достовірних кореляцій у волейболісток мезоморфів – переважна більшість значущих зв'язків були прямо пропорційними, лише товщина шкірно-жирових складок з показниками тонуусу артерій мала зворотні кореляції. У дослідженні В.М. Мороза з співавторами [19], що було присвячено вивченню кореляцій між конституціональними та реовазографічними показниками на стегні у легкоатлетів, борців та волейболістів чоловічої статі юнацького віку мезоморфного соматотипу, теж зазначалося, що у волейболістів мезоморфів показники тонуусу артерій мали лише прямі зв'язки з параметрами зовнішньої будови тіла.

У спортсменок екоморфного соматотипу між показниками тонуусу артерій на голілки та зовнішньої будови тіла кількість значущих взаємозв'язків була значно більшою: визначено 57 зв'язків середньої сили (26,39% із усіх можливих кореляцій у даній групі), із них достовірних було 17 кореляцій (7,87%). Показник тонуусу всіх артерій голілки у волейболісток даного соматотипу мав з показниками зовнішньої будови тіла найчисельніші зв'язки – 24 (11,11%), із них 11 (5,09%) достовірних середньої сили (із коефіцієнтами кореляції від $-0,40$ до $-0,56$). Показник тонуусу артерій великого діаметру корелював з 20 (9,26%) розмірами тіла, із них лише 4 достовірних зв'язків середньої сили (із коефіцієнтами кореляції від $-0,39$ до $-0,44$). Показник тонуусу артерій середнього та малого діаметрів корелював з 11 (5,09%) антропометричними показниками достовірно, достовірно лише із 2. Цікавим є те, що у волейболісток екоморфного соматотипу, які мають великі поздовжні розміри тіла, незначне підшкірне жировідкладення, невеликі поперечні діаметри тіла, майже всі виявлені значущі кореляції були зворотними. Даний факт вказує на те, що при збільшенні величини поздовжніх, поперечних, обхватних розмірів тіла показники тонуусу артерій будуть зменшуватися.

Нами було виявлено, що у волейболісток екто-мезоморфного соматотипу показники тонуусу артерій на голілки, визначені з допомогою реовазографії, з показниками зовнішньої будови тіла мали не дуже

чисельні кореляції. Зафіксовано лише 26 зв'язків середньої сили (12,03% із можливих у даній групі), із них були достовірними лише 10 (4,63%). У даній соматотипологічній групі найсильніші та найчисельніші зв'язки з показниками зовнішньої будови тіла мав реографічний показник співвідношення тонусів артерій, виявлено 15 (6,94%) зв'язків середньої сили, із них 6 статистично значущих. Інші показники тонусу артерій на гомілці були взаємопов'язані лише з декількома антропометричними параметрами. Більшість виявлених нами значущих зв'язків середньої сили були прямими, виняток склали лише товщина шкірно-жирових складок. Вивчаючи взаємозв'язки між гемодинамічними та конституціональними характеристиками у юнаків, які займалися волейболом екто-мезоморфного соматотипу, було встановлено, що показник тонусу артерій великого діаметру на стегні мав лише прямі достовірні зв'язки, тонус артерій великого діаметру мав і прямі, і зворотні зв'язки, показник співвідношення тонусів артерій стегна мав переважно прямі кореляції [20]. Із усіх тонічних параметрів найчисельніші та найбільшої сили у юнаків волейболістів даного соматотипу, як і у дівчат волейболісток екто-мезоморфів, мав показник співвідношення тонусів артерій.

У волейболісток, які належали до середнього проміжного соматотипу, між показником тонусу артерій на гомілці та показниками статури тіла було встановлено 22 (10,18% із усіх можливих кореляцій у даній групі) взаємозв'язків середньої сили, із них достовірних було лише 6 кореляції (2,78%). Найбільшу кількість кореляцій мав тонус усіх артерій на гомілці (10 середньої сили із них 4 достовірних), інші тонічні реографічні показники була взаємопов'язані лише з декількома антропометричними розмірами. У волейболісток середнього проміжного соматотипу з показниками тонусу артерій різного діаметру на гомілці найчастіше корелювали обхватні розміри грудної клітки. Привертає увагу те, що у спортсме-

нок даного соматотипу, ознакою якого є рівномірний розвитком всіх компонентів, практично всі виявлені взаємозв'язки були зворотними, за винятком товщини шкірно-жирової складки на задній поверхні плеча й екоморфним компонентом соматотипу.

Таким чином, не зважаючи на наявність спільних векторів направленості та характеру взаємозв'язків між показниками тонусу артерій гомілки та конституціональними характеристиками професійні волейболістки юнацького віку мали свої особливості в межах окремих соматотипів.

Висновки.

Найчисельніші кореляції між показниками тонусу артерій гомілки та показниками зовнішньої будови тіла встановлені у спортсменок екоморфного соматотипу; найменша кількість взаємозв'язків була у волейболісток мезоморфів. У спортсменок мезоморфів найчисельніші зв'язки з показниками статури тіла мав показник тонусу всіх артерій гомілки; у екоморфів – показники тонусу всіх артерій гомілки та артерій великого діаметру; у екто-мезоморфів – показник співвідношення тонусів артерій; у спортсменок із середнім проміжним соматотипом – показник тонусу всіх артерій гомілки. У волейболісток екто-мезоморфів і мезоморфів переважна більшість значущих зв'язків були прямо пропорційними; у волейболісток екоморфного та середнього проміжного соматотипів майже всі виявлені значущі кореляції були зворотними. З показниками тонусу артерій гомілки найчастіше корелювали обхватні розміри сегментів кінцівок та грудної клітки та товщина шкірно-жирових складок.

Перспективи подальших досліджень.

Характеристика зв'язків параметрів тонусу артерій гомілки із зовнішніми розмірами тіла волейболісток з різними конституціональними типами дасть змогу прогнозувати відхилення у показниках регіональної гемодинаміки за змінами різних груп антропометричних розмірів.

References / Література

1. Braber TL, Mosterd A, Prakken NH, Rienks R, Nathoe HM, Mali WP, et al. Occult coronary artery disease in middle-aged sportsmen with a low cardiovascular risk score: the measuring athlete's risk of cardiovascular events (MARC) study. *European Journal of Preventive Cardiology*. 2016;23:1677-1684. DOI: [10.1177/2047487316651825](https://doi.org/10.1177/2047487316651825).
2. McClean G, Riding NR, Ardern CL, Farooq A, Pieles GE, Watt V. Electrical and structural adaptations of the paediatric athlete's heart: a systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*. 2017;52:230. DOI: [10.1136/bjsports-2016-097052](https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097052).
3. Myer GD, Jayanthi N, Difiori JP, Faigenbaum AD, Kiefer AW, Logerstedt D, et al. Does Early Sports Specialization Increase Negative Outcomes and Reduce the Opportunity for Success in Young Athletes? *Sports Health*. 2015;7(5):437-442. DOI: [10.1177/1941738115598747](https://doi.org/10.1177/1941738115598747).
4. Summer LC, Cheng R, Moran JT, Lee M, Belanger AJ, Taylor WL, et al. Changes in Body Composition and Athletic Performance in National Collegiate Athletic Association Division I Female Field Hockey Athletes Throughout a Competitive Season. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2024;1(38.1):146-152. DOI: [10.1519/JSC.0000000000004591](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004591).
5. Kutseryb T, Hryniv M, Vovkanych L, Muzyka F, Melnyk V. Anthropometric characteristic and body composition of female students involved in volleyball training. *Anthropological Review*. 2023;85(4):31-42. DOI: <https://doi.org/10.18778/1898-6773.85.4.03>.
6. Sergeta IV, Gunas IV, Kovalchuk VV, Shipitsina OV. Features of correlation of heart rate variability with anthropo-somatotypologic body parameters of healthy healthy girls with different types of hemodynamics. *J. of Morphology*. 2017;23(2):327-331.
7. Yakusheva Yul. Indicators of central hemodynamics in volleyball players with different body types. *Bulletin of Problems in Biology and Medicine*. 2015;3.2(123):344-347.
8. Berhtraum D, Vovkanych L, Strokun M, Kohut Yu. Indices of central hemodynamics of the untrained students and students trained in middle-distance run. *Scientific Discourse in Physical Education and Sport*. 2023;2:77-87.
9. Shevchuk T, Aponchuk V, Pykaliuk V, Shvarts L. Determination of types of central hemodynamics in athletes of various sports. *The Grail of Science*. 2021;4:553-555. DOI: [10.36074/grail-of-science.07.05.2021.103](https://doi.org/10.36074/grail-of-science.07.05.2021.103).
10. Voloshyn OS, Humeniuk HB, Voloshyn VD, Smorshchok YuS. Evaluation of adaptive capabilities of adolescents with different levels of efficiency of the heart functioning. *Achievements of Clinical and Experimental Medicine*. 2023;4:83-88. DOI: [10.11603/1811-2471.2022.v.i4.13502](https://doi.org/10.11603/1811-2471.2022.v.i4.13502).
11. Malyuga S, Lukyantseva H, Bakunovsky O. Features of functional changes in blood vessels during the period of early recovery after static physical exercise. *J. of Morphology*. 2022;28(4):48-53. DOI: [10.31393/morphology-journal-2022-28\(4\)-07](https://doi.org/10.31393/morphology-journal-2022-28(4)-07).
12. Usova OV, Sologub OV, Uliantyska NYa, Yakobson OO, Ushko IaA, Sitovskiy AM, et al. Biomechanics of blood circulation of teenagers in different medical groups of physical education. *Medical Science of Ukraine*. 2022;18(3):73-82. DOI: [10.32345/2664-4738.3.2022.11](https://doi.org/10.32345/2664-4738.3.2022.11).
13. Nalyvayko NV, Bardin OI, Pavlova IuO, Levkiv LV. Analysis of relationships between indicators of body component composition and cardiovascular system of young females with different types of hemodynamics. *Ukrainian Journal of Medicine, Biology and Sport*. 2020;5(5):394-399. DOI: [10.26693/jmbs05.05.394](https://doi.org/10.26693/jmbs05.05.394).

14. Khavtur V, Fedoniuk L, Sarafyniuk L, Shapoval O, Smolk N. Correlations of time indicators of thigh rheogram with anthropometric dimensions in volleyball players of different somatotypes. J. of Morphology. 2020;26(1):65-75. DOI: [10.31393/morphology-journal-2020-26\(1\)-10](https://doi.org/10.31393/morphology-journal-2020-26(1)-10).
15. Shaparenko PP. Antropometriia. Vinnytsia: Drukarnia Vinnytskoho derzhavnoho medychnoho universytetu im. M. I. Pyrohova; 2000. 71 s. [in Ukrainian].
16. Carter JL, Heath BH. Somatotyping – development and applications. Cambridge: University Press; 1990. 504 p.
17. Rave G, Fortrat J, Dawson B, Carre F. Heart rate recovery and heart rate variability: use and relevance in European professional soccer. International Journal of Performance Analysis in Sport. 2018;18:168-183. DOI: [10.1080/24748668.2018.1460053](https://doi.org/10.1080/24748668.2018.1460053).
18. Moroz VM, Khapitska OP, Lisyuk SP, Kachan VV. The relationship reovasographic parameters of the tibia with anthropometric dimensions, components of somatotype and weight of wrestlers, athletes and volleyball players. Bulletin of Problems in Biology and Medicine. 2016;4.2(134):224-229.
19. Moroz VM, Sarafyniuk LA, Khapitska OP. Correlation of hemodynamic parameters hip wit h constitutional charact eristics of sportsmen with mesomorphic somatotype. Biomedical and Biosocial Anthropology. 2016;27:112-118.
20. Moroz VM, Khapitska OP, Sarafyniuk LA, Iaremyn SY, Androshchuk OV. Correlation of thigh rheovasographic indices with constitutional characteristics in volleyball players of ecto-mesomorphic somatotype. World of Medicine and Biology. 2019;3(69):122-127. DOI: [10.26724/2079-8334-2019-3-69-122-127](https://doi.org/10.26724/2079-8334-2019-3-69-122-127).

КОРЕЛЯЦІЇ РЕОГРАФІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТОНУСУ АРТЕРІЙ ГОМІЛКИ З АНТРОПОМЕТРИЧНИМИ РОЗМІРАМИ У ВОЛЕЙБОЛІСТОК РІЗНИХ СОМАТОТИПІВ

Степаненко І. О., Сарафінюк Л. А.

Резюме. Конституціональні особливості організму волейболістів можуть мати суттєвий вплив на спортивну результативність і мають тісний взаємозв'язок з показниками серцево-судинної систем, але взаємозв'язки між параметрами зовнішньої будови тіла з показниками тонузу артерій різного діаметру на гомілці у дівчат, які професійно займаються волейболом, не вивчено.

Мета роботи – дослідити взаємозв'язки між тонічними параметрами реовазограми гомілки та зовнішніми розмірами тіла у високопрофесійних волейболісток юнацького віку різних соматотипів.

Проведено дослідження 108 волейболісток віком 16-20 років високих спортивних розрядів із спортивним стажем $6,361 \pm 2,865$ роки. Показники тонузу артерій гомілки визначали як похідні амплітудних і часових реовазографічних параметрів використавши метод тетраполярної реокардіографії. Антропометричне дослідження здійснювали за рекомендаціями П. П. Шапаренка (2000). При соматотипологічному дослідженні використали метод Heath-Carter (1990). Визначили, що волейболісток з мезоморфним типом було 28 осіб, екоморфним – 27, екто-мезоморфним – 27, середнім проміжним типом – 26. Статистичний аналіз проведено у програмі “Statistica 5.5”, для встановлення кореляцій між гемодинамічними й антропометричними показниками використали метод Спірмена.

Результатами нашого дослідження теж свідчать про виражені відмінності сили та кількості взаємозв'язків між реовазографічними параметрами гомілки, які відображають тонус судин, й антропометричними показниками у волейболісток з різними соматотипами. Найчисельніші зв'язки були у волейболісток екоморфного соматотипу (середніх – 29,39%, із них достовірних – 7,87%); найменша кількість взаємозв'язків виявлена у волейболісток мезоморфного типу (середніх – 8,33%, із них достовірних – 4,17%). У волейболісток екто-мезоморфів і мезоморфів переважна більшість значущих зв'язків між антропометричними та гемодинамічними параметрами були прямими пропорційними; у волейболісток екоморфного та середнього проміжного соматотипів – зворотними. У волейболісток всіх соматотипів найчисельніші зв'язки з показниками статури тіла мав показник тонузу всіх артерій гомілки.

Визначення зв'язків між соматометричними та реовазографічними показниками є теоретичною базою для проведення моделювання належних показників периферичної гемодинаміки у спортсменок різних конституціональних типів.

Ключові слова: кореляція, периферична гемодинаміка, антропометрія, соматотип, спортсменки, волейбол.

CORRELATIONS OF RHEOGRAPHIC INDICATORS OF ARTERIAL TONE IN THE SHIN WITH ANTHROPOMETRIC DIMENSIONS IN VOLLEYBALL PLAYERS OF DIFFERENT SOMATOTYPES

Stepanenko I. O., Sarafyniuk L. A.

Abstract. Constitutional features of the body of volleyball players can have a significant impact on sports performance and are closely related to indicators of the cardiovascular system, but the relationship between the parameters of the external structure of the body and indicators of the tone of arteries of different diameters on the shin in girls who play volleyball professionally has not been studied.

The aim of the work is to investigate the relationships between the tonic parameters of the lower leg rheovasogram and external body dimensions in highly professional female volleyball players of different somatotypes.

A study was conducted on 108 female volleyball players aged 16-20 years playing at a competitive level with sports experience of 6.361 ± 2.865 years. Indicators of the tone of the shin arteries were determined as derivatives of amplitude and time rheovasographic parameters using the tetrapolar rheocardiography method. Anthropometric research was carried out according to the recommendations of P. P. Shaparenko (2000). The Heath-Carter method (1990) was used in the somatotypological study. It was determined that there were 28 volleyball players with a mesomorphic type, 27 with an ectomorphic type, 27 with an ecto-mesomorphic type, and 26 with an average intermediate type. Statistical analysis was performed in the “Statistica 5.5” program; Spearman's method was used to establish correlations between hemodynamic and anthropometric indicators.

The results of our study also indicate pronounced differences in the strength and quantity of relationships between rheovasographic parameters of the shin, which reflect vascular tone, and anthropometric indicators in volleyball players with different somatotypes. More relationships were detected in volleyball players of the

ectomorphic somatotype (average – 29.39%, of which reliable – 7.87%); the smallest number of relationships was found in volleyball players of the mesomorphic type (average – 8.33%, of which reliable – 4.17%). In volleyball players of ecto-mesomorphs and mesomorphs, the vast majority of significant relationships between anthropometric and hemodynamic parameters were directly proportional; in volleyball players of ectomorphic and average intermediate somatotypes, they were inverse. In volleyball players of all somatotypes, body composition indicators were the tone indicator of all arteries of the shin were most closely correlated.

Determining the relationships between somatometric and rheovasographic indicators is a theoretical basis for modeling appropriate indicators of peripheral hemodynamics in female athletes of different constitutional types.

Key words: correlation, peripheral hemodynamics, anthropometry, somatotype, female athletes, volleyball.

ORCID and contributionship / ORCID автора та його внесок до статті:

Stepanenko I.O.: <https://orcid.org/0000-0001-5589-4951>^{BCDE}

Sarafyniuk L. A.: <https://orcid.org/0000-0001-8253-5997>^{ABF}

Conflict of interest / Конфлікт інтересів:

The authors declare no conflict of interest. / Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Corresponding author / Адреса для кореспонденції

Sarafyniuk Larysa Anatoliivna / Сарафинюк Лариса Анатоліївна

National Pirogov Memorial Medical University / Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова

Ukraine, 21018, Vinnytsia, 56 Pirogov str. / Адреса: Україна, 21018, м. Вінниця, вул. Пирогова 56

Tel.: +380674300853 / Тел.: +380674300853

E-mail: lsarafyniuk@gmail.com

A – Work concept and design, **B** – Data collection and analysis, **C** – Responsibility for statistical analysis, **D** – Writing the article, **E** – Critical review, **F** – Final approval of the article / **A** – концепція роботи та дизайн, **B** – збір та аналіз даних, **C** – відповідальність за статичний аналіз, **D** – написання статті, **E** – критичний огляд, **F** – остаточне затвердження статті.

Received 25.09.2024 / Стаття надійшла 25.09.2024 року

Accepted 13.02.2025 / Стаття прийнята до друку 13.02.2025 року

DOI 10.29254/2077-4214-2025-1-176-135-143

UDC 572.087:612.13:796.071

¹Khapitska O. P., ²Bilash S. M., ¹Androshchuk O. V., ¹Dus S. V., ¹Shevchyshen V. I.

MATHEMATICAL MODELING OF SHIN REGIONAL BLOOD CIRCULATION PARAMETERS IN MESOMORF SOMATOTYPE WRESTLERS

¹National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsya (Vinnytsya, Ukraine)

²Poltava State Medical University (Poltava, Ukraine)

androshchuk1975@gmail.com

Morpho-functional parameters of the cardiovascular system, particular regional hemodynamics, are used to assess the adaptive capacity of the body and predict sports performance. The aim of the study was to determine the influence of external body structure indicators on regional blood circulation indicators in the shin in wrestlers of the mesomorphic somatotype and to build mathematical models to determine the appropriate values of rheovasographic indicators. 61 athletes from freestyle and Greco-Roman wrestling, lightweight and middleweight categories participated in the comprehensive examination. To determine rheovasographic parameters of the shin, tetrapolar rheography was utilized using a computer diagnostic complex, and anthropometric dimensions were measured according to the recommendations of P. P. Shaparenko (2000). The scoring of the endomorphic, mesomorphic, and ectomorphic components of the somatotype was carried out using a calculated modification of the Heath-Carter method (1990). The results of the study revealed that 40 wrestlers had signs of a mesomorphic type of constitution. Mathematical modeling was carried out using the certified program "Statistica 5.5" using step by step multivariate regression analysis. The total influence of 53 anthro-somatotypological parameters on 18 rheovasographic indicators of the shin in wrestlers of the mesomorphic somatotype was determined. Mathematical models with an accuracy of describing rheovasographic parameters (ranging from 62.33% to 97.24%) were constructed for 8 indicators. The models we have created can provide an opportunity to determine the appropriate values of these parameters of regional blood circulation in the shin in wrestlers of mesomorphic constitution type using their own anthropometric dimensions.

Key words: rheovasography of the shin, anthropometry, somatotype, mathematical modeling, regression, wrestlers.