

**ДЕТЕРМІНАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ГЕМОДИНАМІКИ  
АНТРОПОМЕТРИЧНИМИ ПРЕДИКТОРАМИ****У ДІВЧАТ МЕЗОМОРФІВ З РІЗНИМ РІВНЕМ ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ****Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова (м. Вінниця)****Isarafinyuk@mail.ru**

Робота є фрагментом НДР кафедри фізичного виховання та лікувальної фізичної культури «Особливості показників гемодинаміки в залежності від параметрів будови тіла у спортсменів різних видів спорту» (№ державного реєстру 0115U004045).

**Вступ.** Моделювання належних показників центральної гемодинаміки в залежності від особливостей будови тіла є надзвичайно актуальним і може широко використовуватись у діагностичних цілях [5]. Регресійний аналіз давно застосовується як один з найбільш коректних методів оцінки множинних зв'язків. Загальне призначення множинної регресії полягає в аналізі зв'язків між декількома незалежними змінними (що називають також регресорами або предикторами) та залежною змінною [6]. Визначення антропометричних і соматотипологічних показників та використання математичних обчислень і статистичних моделей дають можливість розробити адекватний підхід до здійснення прогностичної оцінки належних реографічних показників центральної гемодинаміки у осіб певного віку, статі, соматотипу, професійної діяльності.

**Мета дослідження.** Вивчення особливостей моделювання параметрів центральної гемодинаміки у спортсменок та неспортсменок мезоморфного соматотипу.

**Об'єкт і методи дослідження.** На базі науково-дослідного центру Вінницького національного медичного університету було проведено комплексне обстеження 140 дівчат, які не займаються спортом, юнацького віку (16-20 років) та 116 волейболісток того ж віку високого рівня спортивної майстерності (від першого дорослого до майстрів спорту). Після соматотипування до групи спортсменок мезоморфного типу було відібрано 30 осіб, до групи неспортсменок – 40 дівчат. Було проведено антропометричне дослідження за методикою Бунака [2], соматотипологічне – за розрахунковою модифікацією метода Heath-Carter [8], визначення компонентного складу маси тіла за Матейко [4] і реографічне дослідження за допомогою кардіологічного комп'ютерного діагностичного комплексу за методикою М.А. Ронкіна та Л.Б. Іванова [7]. Враховуючи показники реокардіограми, відстань між електродами, тотальні розміри тіла, артеріальний тиск і частоту серцевих скорочень, за допомогою формул [3] обчислюва-

ли параметри центральної гемодинаміки. Побудова математичних моделей належних реографічних показників центральної гемодинаміки залежно від особливостей будови тіла проведена в пакеті "STATISTICA 5.5" для Windows за допомогою прямого покрокового регресійного аналізу [1].

**Результати досліджень та їх обговорення.** У результаті проведеного прямого покрокового регресійного аналізу з'ясувалося, що у волейболісток мезоморфного соматотипу 7 реографічних параметрів центральної гемодинаміки залежали від особливостей будови тіла більше, ніж на 50%, але дотримуючись основних вимог щодо коректності регресійних моделей нами побудовано лише 5 моделей.

Практично всі коефіцієнти моделі систолічного артеріального тиску у спортсменок мезоморфів мають достатньо високу достовірність, за винятком ширини дистального епіфізу плеча, вплив даного предиктора має вигляд тенденції ( $p=0,06$ ). Коефіцієнт детермінації  $R^2$  на 66% апроксимує дану допустимо залежну змінну. На основі того, що  $F=8,58$ , що є значно більшим розрахункового значення ( $F$  критичне дорівнює 4,18), ми можемо стверджувати, що регресійний лінійний поліном високо значущий ( $p<0,001$ ), що підтверджується також результатами дисперсійного аналізу. Модель має вигляд наступного лінійного рівняння:

$$ADC (\text{спортсменки}) = 185,2 - 3,64 \cdot SAGDUG - 2,26 \cdot OBPL1 + 1,29 \cdot OBV + 4,64 \cdot EPPL,$$

де (тут і в подальшому):

$ADC$  – систолічний тиск (мм. рт. ст.);

$SAGDUG$  – сагітальна дуга (см);

$OBPL1$  – обхват плеча у ненапруженому стані (см);

$OBV$  – обхват стегна (см);

$EPPL$  – ширина дистального епіфізу плеча (см).

Нами встановлено, що величина діастолічного артеріального тиску має залежність від сумарного комплексу антропометричних і соматотипологічних показників, що включені до поліному, лише на 43%, тому створення математичної моделі для прогнозування належних значень даного показника недоцільно.

Встановлено, що більшість коефіцієнтів моделі показника середнього артеріального тиску статистично значущі, за винятком обхвату гомілки у нижній третині, ширини епіфізу плеча та найменшої ширини голови. Коефіцієнт детермінації  $R^2$  на 71% обумов-

лює дану залежну змінну. Оскільки критерій Фішера становить 6,55, що є більшим розрахункового значення (F критичне дорівнює 6,16) можемо стверджувати, що регресійний лінійний поліном високо значущий.

$$ADS \text{ (спортсменки)} = 132,8 - 1,05 \cdot GGL - 1,61 \cdot OBPL1 - 2,12 \cdot SAGDUG,$$

де (тут і в подальшому):

*ADS* – середній артеріальний тиск (мм. рт. ст.);

*GGL* – товщина шкірно-жирової складки на го-мільці (мм).

Ударний об'єм крові у волейболісток мезоморфного соматотипу залежить від варіабельності параметрів тіла лише на 45% та більшість коефіцієнтів незалежних змінних недостовірні, тому створення моделі не функціонально. Величина хвилинного об'єму крові має залежність від сумарного комплексу антропо-соматотипологічних показників, що включені до поліному, на 52%. Критерій Фішера цієї моделі (F=4,84) більший за розрахункове значення F-критерію (4,18). Вільний член та більшість коефіцієнтів незалежних змінних цієї моделі недостовірні, за винятком лише обхвату голови, тому ми не можемо однозначно стверджувати, що побудований регресійний поліном буде високо значущим, хоча на це і вказують результати дисперсійного аналізу.

$$MO \text{ (спортсменки)} = -0,35 - 0,23 \cdot OBSH + 0,28 \cdot OBGL - 0,06 \cdot MM - 0,09 \cdot GGL,$$

де (тут і в подальшому):

*MO* – хвилинний об'єм крові (л);

*OBSH* – обхват шиї (см);

*OBGL* – обхват голови (см);

*MM* – м'язова маса тіла (кг).

Більшість коефіцієнтів моделі ударного індексу статистично значущі, за винятком міжвертлюговою відстані та товщини шкірно-жирової складки під лопаткою. Коефіцієнт детермінації R<sup>2</sup> на 61% визначає варіабельність даної залежної змінної. На основі того, що F=7,10 є значно більшим розрахункового значення (F критичне дорівнює 4,18), регресійний лінійний поліном високо значущий (p<0,01), що підтверджується також результатами дисперсійного аналізу. Модель має вигляд:

$$UI \text{ (спортсменки)} = 102,5 - 2,72 \cdot CRIS - 1,46 \cdot OBPL,$$

де (тут і в подальшому):

*UI* – ударний індекс (мл/м<sup>2</sup>);

*CRIS* – міжребенева відстань (см);

*OBPL* – обхват плеча у спокої (см).

Коефіцієнт детермінації R<sup>2</sup> на 62% апроксимує варіабельність *серцевого індексу* у волейболісток з мезоморфним соматотипом. Оскільки, F=7,41 значно більше розрахункового значення (F критичне дорівнює 4,18), регресійний лінійний поліном є достовірний (p<0,01). Але нами встановлено, що з усіх коефіцієнтів моделі *серцевого індексу* лише обхват голови статистично значущий, вплив інших предикторів і вільного члена не достовірний, тому ми не можемо однозначно стверджувати, що регресійний поліном високо значущий, хоча на це і вказують результати дисперсійного аналізу. Модель має вигляд наступного рівняння:

$$CI \text{ (спортсменки)} = 4,71 - 0,15 \cdot OBSH - 0,04 \cdot MM + 0,16 \cdot OBGL - 0,04 \cdot ATV,$$

де (тут і в подальшому):

*CI* – *серцевий індекс* (л/хв/м<sup>2</sup>);

*ATV* – висота вертлюгової точки (см).

Величина питомого периферичного опору у спортсменок даної групи має залежність від сумарного комплексу конституціональних характеристик, що включені до поліному, на 74%. Більшість коефіцієнтів моделі недостовірні, за винятком обхвату стегна, товщини шкірно-жирових складок на задній поверхні плеча та животі. Крім того, критерій Фішера цієї моделі (F=6,33) менший, ніж розрахункове значення F-критерію (F критичне дорівнює 7,15). Тому не зважаючи на те, що регресійний лінійний поліном є значущим (p<0,01), що підтверджується результатами дисперсійного аналізу, створювати математичну модель ми вважаємо недоцільно. Більшість коефіцієнтів моделі загального периферичного опору достовірні, за винятком вільного члена, довжини тіла й обхвату гомілки у верхній третині. Коефіцієнт детермінації R<sup>2</sup> на 63% обумовлює допустимо залежну змінну. Критерій Фішера цієї моделі (F=4,60) є значно менший, ніж розрахункове значення F-критерію (F критичне дорівнює 6,16). Ми не можемо однозначно стверджувати, що побудований регресійний поліном буде високо значущим, хоча на це і вказують результати дисперсійного аналізу. Нами встановлено, що у волейболісток з мезоморфним типом будови тіла варіабельність об'ємної швидкості руху крові (R<sup>2</sup> = 0,49), потужності лівого шлуночка (R<sup>2</sup> = 0,32) та витрати енергії (R<sup>2</sup> = 0,40) залежали від комплексу антропометричних ознак та компонентного складу соматотипу менше, ніж на 50%, тому створення математичних моделей недоцільно і, відповідно, аналіз цих показників не проводився.

У результаті проведеного прямого покрокового регресійного аналізу з'ясувалося, що лише 5 реографічних параметрів центральної гемодинаміки у дівчат неспортсменок з мезоморфним соматотипом залежала від антропометричних та соматотипологічних характеристик організму більше, ніж на 50%. На більшість інших параметрів центральної гемодинаміки нами встановлено достовірний вплив антропо-соматотипологічних складових, але точність опису більшості реокардіографічних ознак знаходиться в межах 30-35% (за винятком діастолічного тиску, де коефіцієнт детермінації становив 14,3% і потужності лівого шлуночка, де R<sup>2</sup> дорівнював 49,2%).

Коефіцієнти моделі ударного об'єму в дівчат, які не займаються спортом, мають високу достовірність, за винятком вільного члена. Коефіцієнт детермінації R<sup>2</sup> на 58,6% апроксимує допустимо залежну змінну. F=7,92, що є більшим розрахункового значення (F критичне дорівнює 5,28), ми можемо стверджувати, що регресійний лінійний поліном високо значущий (p<0,001). Модель має вигляд:

$$YO \text{ (неспортсменки)} = 66,11 - 6,2 \cdot GGL + 4,92 \cdot GG + 6,41 \cdot ATPL - 6,34 \cdot ATND - 7,63 \cdot MX,$$

де (тут і в подальшому):

*YO* – ударний об'єм крові (мл);

*GG* – товщина шкірно-жирової складки на животі (мм);

*ATPL* – висота акроміальної точки (см);

*ATND* – висота надгрудниної точки (см);

*MX* – мезоморфний компонент соматотипу (бал).

Коефіцієнти моделі хвилинного об'єму у неспортсменок мають високу достовірність, за винятком вільного члена та ширини дистального епіфіза правої гомілки. Коефіцієнт детермінації  $R^2$  на 55,9% обумовлює дану змінну. На основі того, що  $F=7,1$ , що є більшим розрахункового значення ( $F$  критичне дорівнює 5,28), вважаємо регресійний лінійний поліном високо значущим ( $p<0,001$ ), що підтверджується і результатами дисперсійного аналізу. Модель має вигляд такого лінійного рівняння:

$$MO \text{ (неспортсменки)} = -1,41 - 0,23 \cdot GGL + 0,98 \cdot SHLIC - 0,89 \cdot MX - 0,37 \cdot OBG2 + 0,89 \cdot EPG,$$

де (тут і в подальшому)

*SHLIC* – ширина обличчя (см);

*OBG2* – обхват гомілки у верхній третині (см);

*EPG* – ширина епіфіза гомілки (см).

Коефіцієнти моделі ударного індексу у неспортсменок мають високу достовірність, за винятком вільного члена. Коефіцієнт детермінації  $R^2$  на 52,5% апроксимує дану змінну. На основі того, що  $F=6,18$ , що є більшим розрахункового значення ( $F$  критичне дорівнює 5,28), вважаємо, що регресійний лінійний поліном високо значущий ( $p<0,001$ ).

$$UI \text{ (неспортсменки)} = 67,5 - 4,19 \cdot GGL + 2,04 \cdot GG - 2,74 \cdot ACR + 5,09 \cdot OBSH - 1,34 \cdot OVB,$$

де (тут і в подальшому):

*UI* – ударний індекс (мл/м<sup>2</sup>);

*ACR* – ширина плечей (см).

Коефіцієнти моделі серцевого індексу у неспортсменок з мезоморфним соматотипом мають високу достовірність, за винятком вільного члена. Коефіцієнт детермінації  $R^2$  на 58,2% визначає допустимо залежну змінну. На основі того, що  $F=7,8$ , це є більшим розрахункового значення ( $F$  критичне дорівнює 5,28), ми можемо стверджувати, що регресійний лінійний поліном високо значущий ( $p<0,001$ ), що підтверджується і результатами дисперсійного аналізу.

$$CI \text{ (неспортсменки)} = -0,82 - 0,28 \cdot GGL + 0,7 \cdot SHLIC + 0,58 \cdot LX - 0,28 \cdot OBS + 0,112 \cdot GG,$$

де (тут і в подальшому):

*LX* – екоморфний компонент соматотипу (бал);

*OBS* – обхват стопи (см);

*GG* – товщина складки на животі (мм).

Коефіцієнти моделі питомого периферичного опору у неспортсменок мають високу достовірність, за винятком вільного члена. Коефіцієнт детермінації  $R^2$  на 56,08% обумовлює допустимо залежну змінну. На основі того, що  $F=7,1$ , це є більшим розрахункового значення ( $F$  критичне дорівнює 5,28), вважаємо, що регресійний лінійний поліном високо значущий ( $p<0,001$ ). Модель має такий вигляд:

$$UPS \text{ (неспортсменки)} = 46,78 + 2,87 \cdot GGL + 6,10 \cdot OBP2 - 1,96 \cdot PNG - 4,84 \cdot OBSH + 1,61 \cdot ACR,$$

де *UPS* – питомий периферичний опір (Дин/с/см<sup>-5</sup>);

*OBP2* – обхват передпліччя у нижній частині (см);

*PSG* – поперечний середньогрудний діаметр (см).

### Висновки

1. Із 12 параметрів центральної гемодинаміки математичні моделі побудовані у спортсменок і неспортсменок лише для 5. У групі спортсменок особливості будови тіла визначають варіабельність показників систолічного та середнього артеріального тиску, хвилинного об'єму крові та ударного і серцевого індексів. У дівчат, які не займалися спортом, детермінуються антропо-соматотипологічними параметрами ударний та хвилинний об'єми, ударний та серцевий індекси та питомий периферичний опір.

2. У спортсменок у найбільшій мірі величину параметрів центральної гемодинаміки детермінують обхватні розміри тіла та товщина шкірно-жирових складок.

3. До моделей реографічних параметрів центральної гемодинаміки у дівчат, які не займаються спортом, найчастіше входять такі антропометричні розміри, як: товщина шкірно-жирової складки на гомілці та животі, обхватні розміри (найчастіше шиї) та діаметри тіла (найчастіше ширина плечей).

### Перспективи подальших досліджень

Розроблений спосіб надає можливість визначити індивідуальні належні реографічні показники центральної гемодинаміки та адекватно вирішити завдання діагностики захворювань з урахуванням особливостей будови тіла.

## Література

- Боровиков В.П. STATISTICA – Статистический анализ и обработка данных в среде Windows / В.П. Боровиков, И.П. Боровиков. – М.: Информационно-издательский дом «Филинь», 1998. – 608 с.
- Бунак В.В. Антропометрия. Практический курс / В.В. Бунак. – М.: Учпедгиз, 1941. – 368 с.
- Инструментальные методы исследования сердечно-сосудистой системы / [под ред. Т.Е. Виноградовой]. – М.: Медицина, 1986. – 416 с.
- Ковешников В.Г. Медицинская антропология / В.Г. Ковешников, Б.А. Никитюк. – К.: Здоровья, 1992. – 200 с.
- Моделювання, за допомогою регресійного аналізу, комп'ютерно-томографічних розмірів поперекового відділу хребта на медіанно-сагітальних зрізах у здорових юнаків в залежності від антропо-соматотипологічних показників / С.В. Пінчук, К.С. Волков, Ю.Я. Кривко [та ін.] // Актуальні питання медичної науки і практики : зб. наук. пр. – Запоріжжя, 2015. – Вип. 82, т. 2, кн. 1. – С. 136-142.
- Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA / О.Ю. Реброва. – М.: Медиа Сфера, 2002. – 312 с.
- Ронкин М.А. Реография в клинической практике / М.А. Ронкин, Л.Б. Иванов. – М.: Научно-медицинская фирма МБН, 1997. – 250 с.
- Carter J. L. Somatotyping – development and applications / J.L. Carter, V.H. Heath. – Cambridge : University Press, 1990. – 504 p.

УДК: 612.13:572.087:796.015-055.25

### ДЕТЕРМІНАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ГЕМОДИНАМІКИ АНТРОПОМЕТРИЧНИМИ ПРЕДИКТОРАМИ У ДІВЧАТ МЕЗОМОРФІВ З РІЗНИМ РІВНЕМ ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Сарафінюк Л. А., Фомина Л. В., Кириченко Ю. В., Камінська Н. А., Кириченко В. І.

**Резюме.** У статті представлені результати математичного моделювання належних параметрів центральної гемодинаміки залежно від соматичних параметрів тіла у спортсменок, які займаються волейболом і досягли високої спортивної майстерності та дівчат, які не займаються спортом, юнацького віку. Встановлені антропометричні предиктори, що визначають варіабельність гемодинамічних параметрів.

**Ключові слова:** математичне моделювання, центральна гемодинаміка, антропометричні параметри, мезоморфи, волейболістки, неспортсменки.

УДК: 612.13:572.087:796.015-055.25

### ДЕТЕРМІНАЦІЯ ПАРАМЕТРОВ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ГЕМОДИНАМІКИ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИМИ ПРЕДИКТОРАМИ У ДЕВУШЕК МЕЗОМОРФОВ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

Сарафінюк Л. А., Фомина Л. В., Кириченко Ю. В., Каминская Н. А., Кириченко В. И.

**Резюме.** В статье представлены результаты математического моделирования надлежащих параметров центральной гемодинамики в зависимости от соматических параметров тела у спортсменок, занимающихся волейболом и достигших высокого спортивного мастерства и девушек, не занимающихся спортом, юношеского возраста. Установлены антропометрические предикторы, определяющие вариабельность гемодинамических параметров.

**Ключевые слова:** математическое моделирование, центральная гемодинамика, антропометрические параметры, мезоморфы, волейболистки, неспортсменки.

UDC: 612.13:572.087:796.015-055.25

### DETERMINATION PARAMETERS OF CENTRAL HEMODYNAMICS USING ANTHROPOMETRIC PREDICTORS AT THE GIRLS MESOMORPHS WITH DIFFERENT LEVELS OF PHYSICAL ACTIVITY

Sarafyniuk L. A., Fomina L. V., Kirichenko Y. V., Kaminska N. A., Kirichenko V. I.

**Abstract.** Modeling of appropriate indicators of central hemodynamics depending on the specific structure of the body is extremely important and can be widely used for diagnostic purposes. Regression analysis has long been used as one of the most valid methods of assessing multiple relationships. Definition somatotropic and anthropometric indicators and the use of mathematical calculations and statistical models makes it possible to develop an adequate approach to the implementation of predictive assessment reographic appropriate indicators of central hemodynamics in persons of a certain age, gender, somatotype, professional activity.

The aim of the study. The study features modeling parameters of central hemodynamics in athletes and girls that do not play sports with mesomorphic somatotype.

It was conducted a comprehensive survey of 140 girls who are not involved in sports, youth (16-20 years) and 116 volleyball players of the same age with a high level of sportsmanship (from first adult category to the master of sports). After the distribution of somatotype in the group of athletes mesomorphic type, we selected 30 people, to a group of girls not engaged in sports – 40 girls. There were anthropometric study with methods of Bunak, somatotypological study estimated modification of the method of Heath-Carter, determining a component of body weight per Matejko and rheographic study using cardiac computer diagnostic complex of technique Ronkin and Ivanov. Construction of mathematical models of appropriate rheographic indicators of the central hemodynamics depending on the particular structure of the body held in the package «STATISTICA 5.5» for Windows through direct phase regression analysis.

Found that of the twelve parameters of central hemodynamics mathematical models are built in female athletes and girls involved in the sport for only five. In the group of athletes structural features of the body determine variability indices of systolic and mean arterial pressure, cardiac output of blood and shock and cardiac index. In girls who are not involved in sports, stroke and minute volumes, stroke and cardiac indices and specific peripheral resistance is determined anthro-somatotypological parameters.

Found that athletes in the largest extent the value of the parameters of central hemodynamics determine the circumference sizes of body and thickness of skin and fat folds.

Determined that to models rheographic parameters of central hemodynamics in girls who are not involved in sports, often includes the following anthropometric dimensions as the thickness of skin and fat folds on the shin and the abdomen, circumference sizes (usually the neck) and the diameter of the body (usually shoulder width).

The developed method allows to determine the appropriate individual rheographic indicators of central hemodynamics and adequately solve the problem of diagnosing diseases with the peculiarities of body structure.

**Keywords:** mathematical modeling, central hemodynamics, anthropometric parameters, mesomorph, volleyball, girls who are not involved in sports.

*Рецензент – проф. Міщенко І. В.*

*Стаття надійшла 02.03.2016 року*