



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **130647** (13) **U**  
(51) МПК

**G09B 23/28** (2006.01)

**A61B 5/103** (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>u 2018 02370</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Мороз Василь Максимович (UA), Хапіцька Ольга Петрівна (UA), Сарафинюк Лариса Анатоліївна (UA), Лісюк Сергій Павлович (UA), Стефаненко Ігор Степанович (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>09.02.2018</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. М.І. ПИРОГОВА, вул. Пирогова, 56, м. Вінниця, 21018 (UA)</b>
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>26.12.2018</b>	
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>26.12.2018, Бюл.№ 24</b>	
<b>(62)</b> Номер та дата подання попередньої заявки, з якої виділено заявку, позначену кодом (21): <b>u201801235, 09.02.2018</b>	

**(54) СПОСІБ ПОБУДОВИ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ РЕОВАЗОГРАФІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СТЕГНА У ВОЛЕЙБОЛІСТІВ МЕЗОМОРФНОГО СОМАТОТИПУ ЗАЛЕЖНО ВІД КОНСТИТУЦІОНАЛЬНИХ ПОКАЗНИКІВ**

**(57) Реферат:**

Спосіб побудови математичних моделей для визначення індивідуальних реовазографічних параметрів стегна у волейболістів мезоморфного соматотипу залежно від конституціональних показників, який полягає у тому, що визначають за методом Бунака комплекс антропометричних показників, зокрема: поздовжні розміри тіла (за допомогою антропометра Мартіна), поперечні діаметри тіла (за допомогою великого товстотного циркуля), товщину шкірно-жирових складок (за допомогою каліпера); за методом Матейко визначають величину жирової, кісткової та м'язової маси тіла; за методом Хіт-Картера обчислюють компоненти соматотипу; за методом Ронкіна-Іванова визначають реовазографічні параметри стегна на кардіологічному діагностичному портативному комплексі. Після цього проводять покроковий регресійний аналіз і створюють математичні моделі.

UA 130647 U



Корисна модель належить до фізіологічної та анатомічної галузей медицини. Полягає у визначенні індивідуальних реовазографічних показників стегна у волейболістів юнацького віку високого рівня спортивної майстерності (від першого дорослого розряду до майстрів спорту), 5  
грунтуючись на вивченні комплексу фенотипових маркерів, передусім антропометричних і соматотипологічних показників.

Незважаючи на медичні досягнення і наукові відкриття, захворювання серцево-судинної системи у спортсменів залишаються не до кінця вивчені і мають велику кількість нерозкритих питань. Особливу увагу звертає на себе рання діагностика, легка доступність, висока чутливість методу обстеження спортсмена, що надає можливість більш уніфіковано підійти до профілактики стану перетренованості та на ранніх етапах виявити патологічні зміни, що 10  
виникають у людей, які професійно займаються спортом. Дослідження периферичної гемодинаміки є обов'язковим для формування науково-методичних рекомендацій з контролю, максимізації та оптимізації системного кровообігу в умовах тренувальної та змагальної діяльності [Е.Ю. Дратцев и др., 2008]. Реовазографія, як відносно швидкий, доступний та 15  
неінвазивний метод діагностики периферичного кровообігу, є надзвичайно важливою в ході здійснення діагностики захворювань периферичних артерій і вен, що супроводжуються частковим звуженням або повною обтурацією судин, що, в свою чергу, викликає відповідні зміни кровопостачання досліджуваних ділянок тіла [N. M. Albert, 2006; C.Gagnon et al., 2010; A.B. Кабачкова и др., 2014]. Саме тому у США, Японії та більшості європейських країн реовазографія 20  
входить до рекомендацій щодо скринінгового обстеження професійних спортсменів з приводу серцево-судинних захворювань [G. Hornero, D. Díaz, O. Casas; 2013]. На наш погляд, для встановлення належних показників периферичної гемодинаміки потрібно враховувати індивідуальні конституціональні особливості людини, у першу чергу, її антропометричні та 25  
соматотипологічні характеристики, що підтверджується результатами багато чисельних наукових досліджень стосовно взаємозв'язків показників серцево-судинної системи з соматометричними параметрами тіла людини [І.В. Гунас та ін., 2010; Мороз В.М. и др., 2012; Сарафинюк Л.А., 2012; Йолтухівський М.В., Іщенко Г.О., 2014; Кириченко Ю.В., 2014].

Відомостей про дослідження, в яких розглядалися б показники регіональної гемодинаміки стегна у волейболістів окремого мезоморфного соматотипу залежно від параметрів зовнішньої 30  
будови тіла, як в Україні, так і за її межами, нами не знайдено.

Аналог способу, що пропонується, невідомий.

В основу корисної моделі "Спосіб побудови математичних моделей для визначення індивідуальних реовазографічних параметрів стегна у волейболістів мезоморфного соматотипу залежно від конституціональних показників" поставлена задача шляхом визначення комплексу 35  
параметрів зовнішньої будови тіла і соматотипологічної приналежності та використовуючи метод покрокового регресійного аналізу встановити індивідуальні значення реовазографічних параметрів, зокрема часу висхідної частини реовазограми стегна та тривалості реографічної хвилі, амплітуд систолічної хвилі й інцизури реовазограми, дикротичного індексу, середньої швидкості повільного та швидкого кровонаповнення, тонуусу артерій середнього та малого 40  
діаметра стегна.

Поставлена задача вирішується способом, в якому, згідно з корисною моделлю, вимірюють за методом Бунака комплекс антропометричних показників, зокрема: поздовжніх розмірів тіла (визначених за допомогою антропометра Мартіна), поперечних діаметрів тіла (визначених за допомогою великого товстотного циркуля), товщину шкірно-жирових складок (визначених за 45  
допомогою каліпера); за методом Матейко визначають величину жирової, кісткової та м'язової маси тіла; за методом Хіт-Картера обчислюють компоненти соматотипу; за методом Ронкіна-Іванова визначають реовазографічні параметри стегна на кардіологічному діагностичному портативному комплексі. Після цього проводять покроковий регресійний аналіз і створюють математичні моделі для визначення індивідуальних реовазографічних параметрів стегна у 50  
волейболістів юнацького віку, які належать до мезоморфного соматотипу.

Математичні моделі, які надають можливість визначити основні реовазографічні параметри стегна, мають наступний вигляд:

$$C = 4,06 + 0,106 \times OBS + 0,048 \times SGK - 0,03 \times SAGDUG - 0,021 \times PNG + 0,029 \times GZPL - 0,039 \times ACR - 0,053 \times OBGL - 0,011 \times W$$

$$A = -0,264 + 0,010 \times OBK + 0,013 \times GZPL - 0,006 \times BDLGL - 0,003 \times GG + 0,011 \times OBS - 0,007 \times GGP$$

$$H1 = 0,071 + 0,0003 \times ATL + 0,0015 \times PSG - 0,0008 \times OBT - 0,0007 \times SAGDUG + 0,0006 \times GGL - 0,001 \times NSHGL - 0,001 \times PNG + 0,001 \times CRIS - 0,0006 \times OBG2 + 0,0003 \times W - 0,0006 \times MX + 0,0004 \times GB - 0,0004 \times TROCH + 0,0005 \times BDLGL - 0,0009 \times SHLICA$$

$$H2 = 0,008 + 0,0027 \times LX + 0,0005 \times GGL - 0,0006 \times OBS + 0,0004 \times OBPL1$$

$$H2H1 = 319,1 - 5,829 \times OBK + 2,956 \times GGL - 4,735 \times ACR - 8,846 \times SHNCH + 7,619 \times SHLICA + 1,935 \times CRIS - 1,984 \times GPPL$$

$$H4A1 = 0,214 - 0,025 \times OBG1 + 0,015 \times BDLGL + 0,019 \times OBPL1 - 0,016 \times NSHGL + 0,007 \times BSHGL - 0,004 \times OBT + 0,008 \times OBB + 0,004 \times SGK$$

$$5 \quad H1H4A2 = 0,052 - 0,016 \times OBG1 + 0,011 \times BDLGL + 0,015 \times OBPL1 - 0,003 \times OBT + 0,004 \times BSHGL - 0,007 \times OBPL + 0,005 \times OBGK1 + 0,004 \times TROCH - 0,019 \times EPPL - 0,003 \times OBGK2 + 0,012 \times FX + 0,004 \times OBPR1$$

$$A2C = 37,61 + 1,370 \times GGL - 1,410 \times GBD - 1,597 \times BDLGL - 0,908 \times BSHGL + 1,803 \times EPG + 0,757 \times OBG2 - 0,456 \times OBPR1,$$

10 де:

A - час висхідної частини реовазограми стегна (с);

A2C - показник тонуусу артерій середнього та малого діаметра стегна (%);

ACR - ширина плечей (см);

ATL - висота лобкової точки (см);

15 BDLGL - найбільша довжина голови (см);

BSHGL - найбільша ширина голови (см);

C - тривалість реографічної хвилі стегна (с);

CRIS - міжребенева відстань (см);

20 EPG - ширина дистального епіфіза гомілки (см);

EPPL - ширина дистального епіфіза плеча (см);

FX - ендоморфний компонент соматотипу (бал);

GB - товщина шкірно-жирової складки на боку (мм);

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

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

GGL - товщина шкірно-жирової складки на гомілці (мм);

GGP - товщина шкірно-жирової складки на грудях (мм);

GPPL - товщина шкірно-жирової складки на передній поверхні плеча (мм);

GZPL - товщина шкірно-жирової складки на задній поверхні плеча (мм);

H1- амплітуда систолічної хвилі реовазограми стегна (Ом);

30 H1H4A2 - середня швидкість повільного кровонаповнення (Ом/с);

H2 - амплітуда інцізури реовазограми стегна (Ом);

H2H1 - дикротичний індекс (%);

H4A1 - середня швидкість швидкого кровонаповнення (Ом/с);

LX - екоморфний компонент соматотипу (бал);

35 MX - мезоморфний компонент соматотипу (бал);

NSHGL - найменша ширина голови (см);

OBB - обхват стегна (см);

OBG1 - обхват гомілки у верхній частині (см);

OBG2 - обхват гомілки у нижній частині (см);

40 OBGK1 - обхват грудної клітки на вдиху (см);

OBGK2 - обхват грудної клітки на видиху (см);

OBGL - обхват голови (см);

OBK - обхват кисті (см);

OBPL - обхват плеча у напруженому стані (см);

45 OBPL1 - обхват плеча у ненапруженому стані (см);

OBPR1 - обхват передпліччя у верхній частині (см);

OBS - обхват стопи (см);

OBT - обхват талії (см);

PNG - поперечний нижньогрудинний діаметр (см);

50 PSG - поперечний середньогрудинний діаметр грудної клітки (см);

SAGDUG - сагітальна дуга голови (см);

SGK - передньо-задній середньогрудинний діаметр (см);

SHLICA - ширина обличчя (см);

SHNCH - ширина нижньої щелепи (см);

55 TROCH - міжвертлюгова відстань (см);

W - маса тіла (кг).

Спосіб здійснюється таким чином. На попередньому етапі, згідно з запропонованим підходом, проводять:

Антропометричне дослідження за методикою В.В. Бунака (Бунак В.В. Антропометрия.

60 Практический курс / В.В. Бунак. - М.: Учпедгиз, 1941. - 368 с.).

Визначення компонентного складу маси тіла за методом J. Mateigka (Ковешников В.Г. Медицинская антропология / В.Г. Ковешников, Б.А. Никитюк. - К.: Здоровья, 1992. - 200 с.).

5 Соматотипування за розрахунковою модифікацією методу В. Heath і J. Carter (Carter J.L. Somatotyping-development and applications / J.L. Carter, В.Н. Heath. - Cambridge: University Press, 1990. - 504 p.).

Визначення реографічних параметрів за допомогою кардіологічного діагностичного комплексу, портативного приладу, який був розроблений співробітниками ВНТУ та науково-дослідного центру ВНМУ ім. М.І. Пирогова (Портативний багатofункціональний прилад діагностики судинного русла кровеносної системи / Б.О. Зелінський, С.М. Злепко, М.П. Костенко [та ін.] // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. - 2000. - № 1. - С. 125-132.). Комплекс забезпечує одночасну реєстрацію електрокардіограми, фонокардіограми, основної й диференціальної тетраполярної реограми та вимір артеріального тиску. Враховуючи показники реокардіограми, відстань між електродами, зріст і масу та площу поверхні тіла, систолічний, діастолічний та середній артеріальний тиск, частоту серцевих скорочень за допомогою формул ми обчислювали реовазографічні показники стегна (Ронкин М.А. Реография в клинической практике / М.А. Ронкин, Л.Б. Иванов. - М.: Научно-медицинская фирма МБН, 1997. - 250 с).

Для статистичної обробки отриманих результатів та побудови математичних моделей використовували статистичний пакет "STATISTICA 5.5".

20 На завершальному етапі для розробки математичних моделей для визначення реовазографічних параметрів стегна застосовували метод прямого покрового регресійного аналізу, який дає змогу оцінити, як одна змінна залежить від сумарного впливу інших та який розкид значень визначає цю залежність. Основним завданням даного розділу дослідження є побудова регресійних моделей реовазографічних параметрів стегна й логічна інтерпретація отриманих змінних. При проведенні прямого покрового регресійного аналізу та для 25 максимально можливого співставлення показників зовнішньої будови тіла та параметрів периферичної гемо динамічних необхідно було дотримуватися наступних умов: кінцевий варіант регресійного поліному повинен мати коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) не менше 0,50; значення F-критерію повинно бути не меншим за 2,5; фактичне значення F- критерію повинно бути більшим за його розрахункове, критичне значення.

Приклад 1.

У 17-річного волейболіста з мезоморфним соматотипом при антропометричному обстеженні встановлено, що обхват стопи (OBS) - 26 см; передньо-задній середньогруднинний діаметр (SGK) - 19 см; сагітальна дуга голови (SAGDUG) - 30 см, поперечний нижньогрудний діаметр (PNG) - 22 см; товщина шкірно-жирової складки на задній поверхні плеча (GZPL) - 7,2 мм; обхват голови (OBGL) - 58 см, маса тіла (W) - 70,5 кг.

Для того щоб визначити у даного спортсмена належну величину тривалості реографічної хвилі стегна (C), необхідно дані антропометричні показники підставити у рівняння лінійної регресії:

40  $C = 4,06 + 0,106 \times 26 + 0,048 \times 19 - 0,03 \times 30 - 0,021 \times 22 + 0,029 \times 7, - 0,039 \times ACR - 0,053 \times 58 - 0,011 \times 70,5$

Висновок: для 17-річного волейболіста з мезоморфним соматотипом нормальним індивідуальним показником тривалості реографічної хвилі стегна є 1,07 с.

Приклад 2.

45 У 18-річного волейболіста з мезоморфним соматотипом при антропометричному обстеженні встановлено, що обхват кисті (OBK) - 23 см; товщина шкірно-жирової складки на задній поверхні плеча (GZPL) - 5 мм; найбільша довжина голови (BDLGL) - 20 см; товщина шкірно-жирової складки на животі (GG) - 7 мм, обхват стопи (OBS) - 27 см; товщина шкірно-жирової складки на грудях (GGP) - 4 мм.

50 Для того, щоб визначити належну величину його показника часу висхідної частини реовазограми стегна (A), необхідно дані антропометричні показники підставити у рівняння лінійної регресії:

$A = -0,264 + 0,010 \times 23 + 0,013 \times 5 - 0,006 \times 20 - 0,003 \times 7 + 0,011 \times 27 - 0,007 \times 4$

55 Висновок: для 19-річного волейболіста з мезоморфним соматотипом нормальним індивідуальним показником часу висхідної частини реовазограми стегна є 0,15 с

Приклад 3.

У 19-річного волейболіста з мезоморфним соматотипом при антропометричному обстеженні встановлено, що товщина шкірно-жирової складки на гомілці (GGL) - 5 мм; товщина шкірно-жирової складки на стегні (GBD) - 11 мм; найбільша довжина голови (BDLGL) - 15 см; найбільша

ширина голови (BSHGL) - 13 см, ширина дистального епіфіза гомілки (EPG) - 8 см; обхват гомілки у нижній частині (OBG2) - 25 см, обхват передпліччя у верхній частині (OBPR1) - 27 см.

Для того щоб визначити належну величину його показника тонуусу артерій середнього та малого діаметра стегна (A2C), необхідно дані антропометричні показники підставити у рівняння лінійної регресії:

$$A2C = 37,61 + 1,370 \times 5 - 1,410 \times 11 - 1,597 \times 15 - 0,908 \times 13 + 1,803 \times 8 + 0,757 \times 25 - 0,456 \times 27$$

Висновок: для 19-річного волейболіста з мезоморфним соматотипом нормальним індивідуальним показником тонуусу артерій середнього та малого діаметра стегна є 14,2 %.

Таким чином, розроблений спосіб надає можливість точно визначити індивідуальні належні реовазографічні параметри стегна у волейболістів мезоморфного соматотипу та дозволить провести прогностичну оцінку показників периферичної гемодинаміки, і на базі цього адекватно виявити групи ризику серед спортсменів із наявністю симптомів венозного застою.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб побудови математичних моделей для визначення індивідуальних реовазографічних параметрів стегна у волейболістів мезоморфного соматотипу залежно від конституціональних показників, який полягає у тому, що визначають за методом Бунака комплекс антропометричних показників, зокрема: поздовжні розмірів тіла (за допомогою антропометра Мартіна), поперечних діаметрів тіла (за допомогою великого товстотного циркуля), товщину шкірно-жирових складок (за допомогою каліпера); за методом Матейко визначають величину жирової, кісткової та м'язової маси тіла; за методом Хіт-Картера обчислюють компоненти соматотипу; за методом Ронкіна-Іванова визначають реовазографічні параметри стегна на кардіологічному діагностичному портативному комплексі, після цього проводять покроковий регресійний аналіз і створюють математичні моделі для визначення індивідуальних реовазографічних параметрів стегна у волейболістів юнацького віку, які належать до мезоморфного соматотипу, для волейболістів з мезоморфним соматотипом:

$$C = 4,06 + 0,106 \times OBS + 0,048 \times SGK - 0,03 \times SAGDUG - 0,021 \times PNG + 0,029 \times GZPL - 0,039 \times ACR - 0,053 \times OBGL - 0,011 \times W;$$

$$A = -0,264 + 0,010 \times OBK + 0,013 \times GZPL - 0,006 \times BDLGL - 0,003 \times GG + 0,011 \times OBS - 0,007 \times GGP;$$

$$H1 = 0,071 + 0,0003 \times ATL + 0,0015 \times PSG - 0,0008 \times OBT - 0,0007 \times SAGDUG + 0,0006 \times GGL - 0,001 \times NSHGL - 0,001 \times PNG + 0,001 \times CRIS - 0,0006 \times OBG2 + 0,0003 \times W - 0,0006 \times MX + 0,0004 \times GB - 0,0004 \times TROCH + 0,0005 \times BDLGL - 0,0009 \times SHLICA;$$

$$H2 = 0,008 + 0,0027 \times LX + 0,0005 \times GGL - 0,0006 \times OBS + 0,0004 \times OBPL1;$$

$$H2H1 = 319,1 - 5,829 \times OBK + 2,956 \times GGL - 4,735 \times ACR - 8,846 \times SHNCH + 7,619 \times SHLICA + 1,935 \times CRIS - 1,984 \times GPPL;$$

$$H4A1 = 0,214 - 0,025 \times OBG1 + 0,015 \times BDLGL + 0,019 \times OBPL1 - 0,016 \times NSHGL + 0,007 \times BSHGL - 0,004 \times OBT + 0,008 \times OBB + 0,004 \times SGK;$$

$$H1H4A2 = 0,052 - 0,016 \times OBG1 + 0,011 \times BDLGL + 0,015 \times OBPL1 - 0,003 \times OBT + 0,004 \times BSHGL - 0,007 \times OBPL + 0,005 \times OBGK1 + 0,004 \times TROCH - 0,019 \times EPPL - 0,003 \times OBGK2 + 0,012 \times FX + 0,004 \times OBPR1;$$

$$A2C = 37,61 + 1,370 \times GGL - 1,410 \times GBD - 1,597 \times BDLGL - 0,908 \times BSHGL + 1,803 \times EPG + 0,757 \times OBG2 - 0,456 \times OBPR1,$$

де:

A - час висхідної частини реовазограми стегна (с);

A2C - показник тонуусу артерій середнього та малого діаметра стегна (%);

ACR - ширина плечей (см);

ATL - висота лобкової точки (см);

BDLGL - найбільша довжина голови (см);

BSHGL - найбільша ширина голови (см);

C - тривалість реографічної хвилі стегна (с);

CRIS - міжребенева відстань (см);

EPG - ширина дистального епіфіза гомілки (см);

EPPL - ширина дистального епіфіза плеча (см);

FX - ендоморфний компонент соматотипу (бал);

GB - товщина шкірно-жирової складки на боку (мм);

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

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

GGL - товщина шкірно-жирової складки на гомілці (мм);

- GGP - товщина шкірно-жирової складки на грудях (мм);  
 GPPL - товщина шкірно-жирової складки на передній поверхні плеча (мм);  
 GZPL - товщина шкірно-жирової складки на задній поверхні плеча (мм);  
 H1- амплітуда систолічної хвилі реовазограми стегна (Ом);  
 5 H1H4A2 - середня швидкість повільного кровонаповнення (Ом/с);  
 H2 - амплітуда інцізури реовазограми стегна (Ом);  
 H2H1 - дикротичний індекс (%);  
 H4A1 - середня швидкість швидкого кровонаповнення (Ом/с);  
 LX - екоморфний компонент соматотипу (бал);  
 10 MX - мезоморфний компонент соматотипу (бал);  
 NSHGL - найменша ширина голови (см);  
 OBB - обхват стегна (см);  
 OBG1 - обхват гомілки у верхній частині (см);  
 OBG2 - обхват гомілки у нижній частині (см);  
 15 OBGK1 - обхват грудної клітки на вдиху (см);  
 OBGK2 - обхват грудної клітки на видиху (см);  
 OBGL - обхват голови (см);  
 OBK - обхват кисті (см);  
 OBPL - обхват плеча у напруженому стані (см);  
 20 OBPL1 - обхват плеча у ненапруженому стані (см);  
 OBPR1 - обхват передпліччя у верхній частині (см);  
 OBS - обхват стопи (см);  
 OBT - обхват талії (см);  
 PNG - поперечний нижньогрудинний діаметр (см);  
 25 PSG - поперечний середньогрудинний діаметр грудної клітки (см);  
 SAGDUG - сагітальна дуга голови (см);  
 SGK - передньо-задній середньогрудинний діаметр (см);  
 SHLICA - ширина обличчя (см);  
 SHNCH - ширина нижньої щелепи (см);  
 30 TROCH - міжвертлюгова відстань (см);  
 W - маса тіла (кг).

---

Комп'ютерна верстка М. Мацело

---

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

---

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601