

**С. Ю. Каратєєва, О. М. Слободян, О. М. Рогозін\***

*Кафедра анатомії, клінічної анатомії та оперативної хірургії (зав. – проф. О. М. Слободян) закладу вищої освіти Буковинського державного медичного університету МОЗ України; \*Медичний центр «Базисмед», м. Чернівці*

## МЕТОДИ АНТРОПОМЕТРИЧНОГО ТА МОРФОМЕТРИЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ З МЕТОЮ МОДЕЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТІЛА СПОРТСМЕНІВ ЗАЛЕЖНО ВІД ВИДУ СПОРТУ

**Резюме.** Дослідження проведено на 148-ми студентах закладів вищої освіти та футболістів Буковини (первинне дослідження було здійснено впродовж вересня-жовтня 2021 року, а повторне дослідження цих самих респондентів у вересні-жовтні 2022 року). Основну групу становили 108 (73 %) студентів I-II курсів факультету фізичної культури та здоров'я людини Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича та професійні футболісти гравці команди «Університет» м. Чернівці; контрольну групу – 40 (27 %) студентів I-II курсів коледжу та стоматологічного факультету Буковинського державного медичного університету. Вік досліджуваних – від 16 до 18 років. Досліджувані студенти основної групи, окрім фізичного навантаження, яке входило в програму їхньої спеціальності, додатково займалися такими видами спорту: футбол – 46 (50,00 %) студентів, з них 38 (41,30 %) юнаків і 8 (8,70 %) дівчат; волейбол – 19 (20,65 %), з них 10 (10,86 %) юнаків та 9 (9,78 %) дівчат; гандбол – 14 (22,58 %), з них 8 (8,69 %) юнаків та 6 (6,52 %) дівчат; баскетбол – 13 (14,13 %), з них 9 (9,78 %) юнаків та 4 (4,34 %) дівчат. Професійні футболісти гравці (юнаки) систематично тренувалися та брали участь на чемпіонатах України серед закладів вищої освіти під керівництвом тренера команди.

Антропометричне обстеження містило у собі визначення тотальних (довжини і маси тіла) параметрів та парціальних (довжину верхніх і нижніх кінцівок, довжину стегна, обвід грудної клітки при вдиху, видиху та в стані спокою, обвід таза, обвід стегна проксимально, в середині та дистально).

Морфометричне дослідження здійснювали за допомогою ультразвукової діагностики чотириголового м'яза стегна (*musculus quadriceps femoris*) з використанням пристрою Voluson™ E 10 (Austria) на базі медичного центру «Базисмед» в місті Чернівці. Встановлювали довжину, ширину та глибину (проксимально, в середині, дистально) усіх чотирьох головок м'яза (*m. rectus femoris*, *m. vastus medialis*, *m. vastus lateralis*, *m. vastus intermedius*).

Для порівняння антропометричних параметрів в основній групі залежно від виду спорту застосовували тест Краскеля-Уолліса. Щоб встановити для яких саме пар вікових груп є статистична відмінність медіан, використано тест Коновера-Імана. Для порівняння показників респондентів під час першого вимірювання та повторного через рік було проведено парний t-тест (t-тест парних вибірок). Статистичний аналіз отриманих даних проведено за допомогою ліцензованої програми RStudio.

З метою відбору перспективних студентів в ігрові (командні) види спорту такі, як футбол, волейбол, гандбол і баскетбол виведено математичні моделі щодо прогнозування параметрів спортсменів (довжина верхніх кінцівок, нижніх кінцівок, довжина стегна, обхват стегна проксимально, в середині).

**Ключові слова:** спортсмени, параметри тіла, антропометрія, морфометрія, математична модель.

Індивідуальні особливості будови тіла спортсменів здійснюють значний вплив на параметри координаційної структури і виявляються об'єктивною причиною варіативності системи рухів, які слід враховувати при корекції індивідуальної моделі структури спортсменів [1-6].

Отже, діагностику індивідуальної спортивної схильності, а значить і підтримувану нею спортив-

ну орієнтацію, необхідно здійснювати не як разовий захід, а як поетапно поновлюваний процес [7-10].

К. М. Гуревич, сучасний учений-психолог, писав: «Кожна людина в принципі може мати будь-яку професію (або майже будь-яку), але вся справа в тому, скільки на це знадобиться сил і часу. Період трудової активності в житті людини обмежений,

а непродуктивна, безрадісна діяльність не лише особисте нещастя – вона відбивається зрештою на всьому суспільстві. Тому прогнозування професійної придатності та шляхів її формування ніколи не втратить свого актуального значення» [11-14].

Усі ці цитати свідчать про те, що для досягнення успіху в спорті необхідний відбір тих спортсменів, які мають придатність конкретно для певного виду спорту [15-18].

Отже, існує потреба подальшого визначення методики встановлення антропометричних та морфометричних параметрів спортсменів для конкретних видів спорту, щоб забезпечити оптимальний моніторинг та прогнозування з метою спортивного відбору [20].

**Мета дослідження:** визначити методику послідовності дій під час антропометричного та морфометричного дослідження параметрів тіла спортсменів з подальшим моделюванням залежно від виду спорту.

**Матеріал і методи.** Дослідження проведено на 148-ми студентах закладів вищої освіти та футболістів Буковини (первинне дослідження було здійснено впродовж вересня-жовтня 2021 року, а повторне дослідження цих самих респондентів у вересні-жовтні 2022 року). Усі досліджувані поділені на дві групи: основну групу склали 108 (73 %) студентів I-II курсів факультету фізичної культури та здоров'я людини Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича та професійні футбольні гравці команди «Університет» м. Чернівці; контрольну групу склали 40 (27 %) студентів I-II курсів коледжу та стоматологічного факультету Буковинського державного медичного університету. Вік досліджуваних – від 16 до 18 років. Серед представників основної групи 81 (75,0 %) юнак та 27 (25,0 %) дівчат. Контрольну групу становили 21 (52,50 %) юнак та 19 (47,50 %) дівчат.

Досліджувані студенти основної групи, окрім фізичного навантаження, яке входило в програму їхньої спеціальності, додатково займалися такими видами спорту: футбол – 46 (50,00 %) студентів, з них 38 (41,30 %) юнаків та 8 (8,70 %) дівчат; волейбол – 19 (20,65 %), з них 10 (10,86 %) юнаків та 9 (9,78 %) дівчат; гандбол – 14 (22,58 %), з них 8 (8,69 %) юнаків та 6 (6,52 %) дівчат; баскетбол – 13 (14,13 %), з них 9 (9,78 %) юнаків та 4 (4,34 %) дівчат.

Професійні футбольні гравці (юнаки) систематично тренувалися та брали участь на чемпіонатах України серед студентів закладів вищої освіти під керівництвом тренера команди.

Для виконання цього дослідження поєднані антропометричні виміри за модифікованою метою

дикою П. П. Шапаренка [21] та морфометричне (ультразвукове) дослідження. Також на підставі антропометричних вимірів визначали тип конституції та екскурсію огруддя.

Антропометричне обстеження містило у собі визначення тотальних (довжини і маси тіла) параметрів і парціальних (довжину верхніх і нижніх кінцівок, довжину стегна, обвід грудної клітки під час вдиху, видиху та в стані спокою, обвід тазу, обвід стегна проксимально, в середині та дистально).

Визначення типу конституції за Чорноручким М. В., визначали на основі визначення індексу Пинье:  $L - (P+T)$ , де  $L$  – довжина тіла,  $P$  – вага,  $T$  – окружність грудної клітки. У гіпостеніків (астеніків) цей індекс більше 10, у гіперстеніків менше 10, у нормостеніків у межах від 10 до 30 [21].

Визначення екскурсії огруддя проводили шляхом оцінки різниці між величинами окружності при максимальному вдиху і максимальному видиху, що складає екскурсію (рухливість) огруддя. Високий – 10,0 і більше, середній – 5,0-9,9 низький – 4,9 і менше 10 [22].

Для виміру зросту застосовували вертикальний ростомір.

Вагу тіла (зважування) визначали на підлогових вагах (електронних). Для найбільш точних результатів зважування проводили вранці натще-серце. При зважуванні досліджувані мали на собі мінімум одягу, ставали на ваги так, щоб ноги були розташовані симетрично до центру ваг.

Довжину верхніх кінцівок визначали між двома точками: верхня точка (плечова) розміщена у межах дельтоподібної ділянки та відповідає точці, яка розташована на поверхні надплечового відростка лопатки, нижня – відповідає пальцевій точці, яка розміщена на горбистості головки кінцевої фаланги III пальця. Ця лінія з'єднує дві точки та проходить через шилоподібну променеву точку.

Довжину нижніх кінцівок визначали між двома точками: верхня точка розміщена вздовж гребня крила клубової кістки та відповідає клубово-гребеневій найвищій точці, нижня – відповідає нижньогомілковій присередній точці, яка розміщена на найнижчій точці присередньої кісточки.

Довжину стегна вимірювали сантиметровою стрічкою між вертлюжною та медіальною верхньовеликогомілковою точками. Для вимірювання зросту застосовували вертикальний ростомір.

Обвід грудної клітки вимірювали в трьох станах: спокою, вдиху й видиху. Під час вимірювання сантиметрова стрічка спереду проходила по нижньому краю біля соскових кружків (у хлопців), у дівчат – над грудними залозами на рівні четвертого ребра, а ззаду – під нижнім кутом лопатки.

Обвід таза вимірювали сантиметровою стрічкою в положенні лежачи на спині, підводячи її під крижі, через крила кульшових кісток і передню поверхню лобкового зрощення (підвищення).

Проксимальний обвід стегна визначали шляхом накладання сантиметрової стрічки на місці найбільшої повноти в медіальному напрямку під сідничною складкою і замикали на зовнішній поверхні стегна.

Обвід стегна в середній третині визначали через накладання сантиметрової стрічки в цій частині в присередньому напрямку і замикали на зовнішній поверхні стегна. На нашу думку та інших авторів [3, 6, 8, 11], визначення довжини обхвату стегна (в середній третині) має точність вимірювання, оскільки саме в середній третині стегна найбільша вираженість чотириголового та триголового м'язів.

Обвід стегна дистально визначали шляхом накладання сантиметрової стрічки на 7,0-8,0 см вище колінного суглоба в присередньому напрямку і замикали на зовнішній поверхні стегна.

Морфометричне дослідження здійснювали за допомогою ультразвукової діагностики чотириголового м'яза стегна (*musculus quadriceps femoris*) з використанням пристрою Voluson™ E 10 (Austria) на базі медичного центру Базисмед в місті Чернівці. Встановлювали довжину, ширину та глибину (проксимально, в середині, дистально) всіх чотирьох головок м'яза (*m. rectus femoris*, *m. vastus medialis*, *m. vastus lateralis*, *m. vastus intermedius*).

Для порівняння антропометричних параметрів в основній групі залежно від виду спорту застосовували тест Краскеля-Уолліса (непараметричний дисперсійний аналіз) з метою виявлення достовірної різниці середніх показників респондентів залежно від виду спорту (медіана розподілу розглядалась як міра центральної тенденції), оскільки середні значення (як міра центральної тенденції) порівнювалася в більш, ніж 2 групах, щоб перевірити гіпотезу статистично значущої різниці середніх значень використовують дисперсійний аналіз (ANOVA), однак ANOVA-тест базується на припущенні нормального розподілу вибірки в кожній групі.

Проведений тест Шапіро-Уїлка показав, що дані у групі «футбол» не є нормально розподіленими ( $W=0,901$ ,  $p=0,002$ ). Для інших груп немає достатньо доказів, щоб відхилити нульову гіпотезу про нормальний розподіл вибірки (усі  $p>0,05$ ). Оскільки припущення про нормальність вибірок у кожній групі за видом спорту порушується, то ANOVA-тест не може бути використаний для перевірки гіпотези про рівність середніх значень

довжини обхвату стегна в основній групі за видом спорту.

У нашому випадку це припущення порушується, тому ми використовували непараметричний критерій Краскеля-Уолліса, який перевіряє гіпотезу про рівність медіан у кожній групі. Тут медіана використовується як міра центральної тенденції, оскільки вона є більш стійкою до випадкових викидів, ніж середнє [23]

Щоб встановити для яких саме пар вікових груп є статистична відмінність медіан використано тест Коновера-Імана [24]

Для порівняння показників респондентів під час першого вимірювання та повторного через рік було проведено парний t-тест (t-тест парних вибірок).

Статистичний аналіз отриманих даних проведено за допомогою ліцензованої програми RStudio.

#### **Результати дослідження та їх обговорення.**

При первинному дослідженні були встановлені тотальні і парціальні антропометричні параметри представників основної та контрольної груп, після повторного дослідження цих самих респондентів порівнювали їхні параметри в динаміці залежно від виду спорту.

З метою відбору перспективних студентів в ігрові (командні) види спорту такі, як футбол, волейбол, гандбол та баскетбол виведено математичні моделі щодо прогнозування параметрів спортсменів (довжина верхніх кінцівок, нижніх кінцівок, довжина стегна, обхват стегна проксимально, в середні).

Порівняння довжини нижніх кінцівок у динаміці через рік, у студентів-спортсменів основної групи виявили очевидну різницю зі збільшення довжини нижніх кінцівок у 2022 році порівняно з 2021 роком ( $\pm 1,0-1,5$  см). Порівняння в динаміці респондентів контрольної групи засвідчило, що очевидної різниці майже немає. Порівняння довжини нижніх кінцівок студентів-спортсменів в динаміці показує, що найбільшу довжину нижніх кінцівок мають волейболісти та футболісти ( $91,72\pm 2,0$  см,  $90,02\pm 2,0$  см), дещо меншу – баскетболісти та гандболісти ( $89,55\pm 2,0$  см,  $89,00\pm 2,0$  см). Середній показник довжини нижніх кінцівок у динаміці в представників основної групи з усіх видів спорту та загальний показник вищий від представників контрольної групи (основна група –  $90,07\pm 2,0$  см, контрольна група –  $85,81\pm 2,0$  см). Значущим предиктором для довжини обох верхніх кінцівок є зріст.

Враховуючи те, що м'язи стегна включають три групи м'язів: передню, задню та аддуктори. Найбільш помітною з цих груп м'язів є передні

м'язи, які складаються з чотирьох м'язів, що становлять квадрицепс, і задні м'язи, що містять підколінну сухожилля. Ці м'язи – це сила тіла, саме вони забезпечують короткі спалахи енергії, що дозволяє гравцям спринтувати або підтримувати стійкий біг під час гри. Розвиток цих м'язів зробить гравця швидшим, а також надасть більше сили для удару ногою [17].

Порівняння довжини стегна в динаміці через рік у студентів-спортсменів основної групи показало різницю зі збільшення довжини стегна у 2022 році порівняно із 2021 роком ( $\pm 0,48-0,62$  см). Значущим предиктором для довжини стегна є зріст. Також порівняння в динаміці середньої різниці проксимального обхвату стегна між досліджуваними основної та контрольної груп показує, що у представників основної групи з усіх видів спорту показник вищий від представників контрольної групи (справа  $\pm 1,61$  см; зліва  $\pm 3,63$  см).

За порівнянням в динаміці проксимального обводу правого і лівого стегна досліджуваних основної групи показує, що проксимальний обвід правого стегна більший ніж лівого (обвід стегна справа –  $53,63 \pm 2,0$  см, зліва –  $51,84 \pm 2,0$  см). За порівнянням проксимального обводу правого і лівого стегна досліджуваних основної групи через рік в динаміці показує, що різниця між першим і другим вимірюванням проксимального обводу лівого стегна більша ніж правого (різниця справа  $\pm 1,48$  см, зліва  $\pm 3,53$  см). Значущими предикторами для прогнозування обводу стегна проксимально (справа) є стать, вид спорту, зріст і вага, для прогнозування обводу стегна проксимально (зліва) є стать, вид спорту і вага.

Порівняння в динаміці середньої різниці обводу стегна в середній третині між досліджуваними основної та контрольної груп показує, що у представників основної групи з усіх видів спорту показник вищий від представників контрольної групи ( $\pm 3,43$  см).

За порівнянням в динаміці обводу правого і лівого стегна в середній третині досліджуваних основної групи показує, що обвід лівого більший ніж правого (обвід стегна зліва –  $55,45 \pm 2,0$  см, справа –  $47,26 \pm 2,0$  см). За порівнянням обводу стегна в середній третині в динаміці через рік очевидна різниця зі збільшення обводу стегна в середній третині у 2022 році, порівняно із 2021 роком (справа  $\pm 4,88$  см, зліва різниці майже немає). Значущими предикторами для прогнозування обводу стегна в середній третині справа є стать, вид спорту, зріст і вага, зліва є стать, вид спорту і вага.

За порівнянням окружності стегна дистально, звертаємо увагу, що середня різниця окружності

стегна в динаміці між досліджуваними основної та контрольної груп у представників основної групи з усіх видів спорту показник вищий від представників контрольної групи ( $\pm 4,40$  см); окружність стегна дистально представників контрольної групи зліва більша ніж справа на  $\pm 1,06$  см. Також за порівнянням в динаміці респондентів контрольної групи, які не мали фізичного навантаження, очевидної різниці окружності стегна дистально справа та зліва майже немає.

За порівнянням окружності стегна в середині в динаміці через рік у студентів-спортсменів основної групи, які мали інтенсивне фізичне навантаження відповідно їхньої спеціальності та додатково вдосконалювались відповідними видами спорту очевидна різниця зі збільшення окружності стегна дистально у 2022 році, порівняно з 2021 роком (справа  $\pm 1,27$  см, зліва  $\pm 2,84$  см).

Також, звертає увагу те, що за порівнянням окружність стегна дистально справа більша ніж зліва при першому, а також при другому дослідженні (при першому різниця склала  $\pm 4,90$  см; при другому  $\pm 3,52$  см). Значущими предикторами окружності стегна дистально є стать, вид спорту і вага.

**Висновки.** 1. Модель для прогнозування довжини правої нижньої кінцівки  $Ll_r = 0,506h$  та лівої  $Ll_l = 0,507h$ , де  $Ll$  – довжина нижньої кінцівки,  $h$  – ріст. Коефіцієнт детермінації становить 99,8 %. 2. Модель для прогнозування довжини правого стегна  $Lt_r = 0,308h$  та лівого  $St_l = 0,309h$ , де  $St$  – довжина стегна,  $h$  – ріст. Коефіцієнт детермінації становить 99,8 %. 3. Модель для прогнозування окружності стегна проксимально (справа):  $Cr_r = \beta_1 + \beta_2 + 0,493w - 0,135h$  де  $Cr_r$  – окружність стегна проксимально (справа),  $w$  – вага,  $h$  – ріст,  $\beta_1 = (49,735$  для дівчат та  $44,489$  для юнаків),  $\beta_2 = (-5,215$  для контрольної групи;  $-1,391$  для групи футбол;  $-2,321$  гандбол;  $-1,277$  волейбол). Коефіцієнт детермінації становить 99,7 %; зліва:  $Cr_l = \beta_1 + \beta_2 + 0,465w$ , де  $Cr_l$  – окружність стегна проксимально (зліва),  $w$  – вага,  $\beta_1 = (25,736$  для дівчат та  $20,147$  для юнаків),  $\beta_2 = (-4,239$  для контрольної групи;  $-1,333$  для групи футбол;  $-0,515$  для гандбол;  $-1,487$  для волейбол). Коефіцієнт детермінації становить 99,7 %. 4. Модель для прогнозування окружності стегна в середині (справа):  $Cm_r = \beta_1 + \beta_2 + 0,460w - 0,183h$ , де  $Cm_r$  – окружність стегна в середині (справа),  $w$  – вага,  $h$  – ріст;  $\beta_1 = (52,567$  для дівчат та  $48,930$  для юнаків),  $\beta_2 = (-3,944$  для контрольної групи;  $-2,235$  для групи футбол;  $-2,235$  для групи гандбол;  $-0,296$  для групи волейбол); зліва:  $Cm_l = \beta_1 + \beta_2 + 0,449w$ , де  $Cm_l$  – окружність стегна в середині (зліва),  $w$  – вага;  $\beta_1 = (20,716$  для дівчат

та 20,943 для юнаків),  $\beta_2 = (-4,977$  для контрольної групи; 0,254 для групи футбол;  $-1,405$  для групи гандбол;  $-0,770$  для групи волейбол). 5. Модель для прогнозування окружності стегна дистально (справа):  $Cd_r = \beta_1 + \beta_2 + 0,418w$ , де  $Cd_r$  – окружність стегна дистально (справа),  $w$  – вага,  $\beta_1 = (25,560$  для дівчат та 20,165 для юнаків),  $\beta_2 = (-4,497$  для контрольної групи; 0,039 для групи футбол; 0,039 для групи гандбол; 0,502 для групи волейбол); зліва:

$Cd_l = \beta_1 + \beta_2 + 0,387w$ , де  $Cd_l$  – окружність стегна дистально (зліва),  $w$  – вага;  $\beta_1 = (24,638$  для дівчат та 18,523 для юнаків),  $\beta_2 = (-0,051$  для контрольної групи; 0,379 для групи футбол;  $-0,291$  для групи гандбол; 0,323 для групи волейбол).

**Перспектива подальших досліджень.** Подальше дослідження антропометричних та морфометричних параметрів спортсменів для вирішення задач відбору та спортивної орієнтації.

## References

1. Pavlović R, Mihajlović I, Radulović N, Nikolić S. Anthropometric parameters of elite male runners sprint: are body height and body weight good predictors of results. *Health, sport, rehabilitation*, 2022;8(3):64-74. DOI: <https://doi.org/10.34142/HSR.2022.08.03.05>.
2. Thomas D, Erdman K, Burke L. American College of Sports Medicine joint position statement. *Nutrition and athletic performance. Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2016;48(3):543-568. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000852>.
3. Aragon AA, Schoenfeld BJ, Wildman R, Kleiner S, VanDusseldorp T, Taylor L, et al. International society of sports nutrition position stand: diets and body composition. *J Int Soc Sports Nutr*. 2017 Jun 14;14:16. doi: 10.1186/s12970-017-0174-y.
4. Perez AJ. Investigation: NFL improperly attempted to influence concussion research. [Internet]. USA Today Sports: USA Today; 2016 [updated 2016 May 23; cited 2023 Apr 3]. Available from: <http://www.usatoday.com/story/sports/nfl/2016/05/23/nfl-concussion-research-investigation-nih/84787426/>.
5. Gomez-Ezeiza J, Tam N, Torres-Unda J, Granados C, Santos-Concejero J. Anthropometric characteristics of top-class Olympic race walkers. *J Sports Med Phys Fitness*. 2019 Mar;59(3):429-433. doi: 10.23736/S0022-4707.18.08363-9.
6. Kozin S, Cretu M, Kozina Z, Chernozub A, Ryepko O, Shepelenko T, et al. Application of closed kinematic chain exercises with eccentric and strength exercises for the shoulder injuries prevention in student rock climbers: a randomized controlled trial. *Acta Bioeng Biomech*. 2021;23(2):159-168.
7. Budzhak VV. *Biometriia: navch. posib. Chernivtsi: Chernivetskyi natsionalnyi universytet*. 2016. 272 s. [in Ukrainian].
8. Sorokyn VA, Ponomarev YE. Rozvytye professionalno – fizykulturnykh kompetentsyi po proektyrovanyiu ozdorovytelnykh tekhnolohiy v systeme podhotovky spetsyalysta po fizycheskomu vospityanyiu. *Hosudarstvennoe y munitsypalnoe upravlenye. Uchenye zapysky*. 2020;1:256-260. DOI: 10.22394/2079-1690-2020-1-1-256-260. [in Ukrainian].
9. Kendall KL, Fukuda DH, Hyde PN, Smith-Ryan AE, Moon JR, Stout JR. Estimating fat-free mass in elite-level male rowers: a four-compartment model validation of laboratory and field methods. *J Sports Sci*. 2017 Apr;35(7):624-33. doi: 10.1080/02640414.2016.1183802.
10. Logue D, Madigan SM, Delahunt E, Heinen M, Mc Donnell SJ, Corish CA. Low Energy Availability in Athletes: A Review of Prevalence, Dietary Patterns, Physiological Health, and Sports Performance. *Sports Med*. 2018 Jan;48(1):73-96. doi: 10.1007/s40279-017-0790-3. PMID: 28983802.
11. Kozina ZhL, Bazilyuk TA, Boyko AG. Analysis of the structure of the integrated preparedness of qualified handballers using multidimensional analysis methods. *Health, sport, rehabilitation*. 2017;3(2):15-24. doi:10.34142/zenodo.1109904.
12. Karatieieva SYu, Slobodian OM, Moseychuk YuYu, Hauriak OD, Goy RS. Study of anthropometric and morphometric parameters in the training of athletes. *Ukrainskyi zhurnal medytsyny, biolohii ta sportu. Mykolaiv*. 2021;6,5(33):16-22. DOI: 10.26693/jmbs06.05.016. [in Ukrainian].
13. Karatieieva S, Slobodian O, Lukashiv T, Honchar H, Komar V, Kozlovska S. The determination of distal hip circumference in universities students depending on the sport type. *Health, sport, rehabilitation*. 2022;8(3):27-37 DOI: <https://doi.org/10.34142/HSR.2022.08.03.02>.

14. Kerr A, Slater G. Impact of food and fluid intake on technical and biological measurement error in body composition assessment methods in athletes. *British Journal of Nutrition*. 2017;117:591-601. <https://doi.org/10.1017/S0007114517000551>.
15. Kotko D, Honcharuk N. Zminy deiakykh antropometrychnykh pokaznykiv u sportsmeniv – lekhoatletiv na etapakh bahatorichnoi pidhotovky. *Naukovyi chasopys NPU imeni N. P. Drahomanova*. 2021;3(133):68-73. [in Ukrainian].
16. Mountjoy M, Sundgot-Borgen J, Burke L, Ackerman KE, Blauwet C, Constantini N, et al. International Olympic Committee (IOC) Consensus Statement on Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S): 2018 Update. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2018 Jul 1;28(4):316-31. doi: 10.1123/ijnsnem.2018-0136.
17. Sánchez Muñoz C, Muros JJ, López Belmonte Ó, Zabala M. Anthropometric Characteristics, Body Composition and Somatotype of Elite Male Young Runners. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Jan 20;17(2):674. doi: 10.3390/ijerph17020674.
18. Suydam SM, Cortes DH, Axe MJ, Snyder-Mackler L, Buchanan TS. Semitendinosus Tendon for ACL Reconstruction: Regrowth and Mechanical Property Recovery. *Orthop J Sports Med*. 2017 Jun 27;5(6):2325967117712944. doi: 10.1177/2325967117712944.
19. Sánchez-Muñoz C, Muros JJ, Zabala M. World and Olympic mountain bike champions' anthropometry, body composition and somatotype. *J Sports Med Phys Fitness*. 2018 Jun;58(6):843-51. doi: 10.23736/S0022-4707.17.07179-1.
20. Shaparenko PF. Antropometriia. Vinnytsia: Drukarnia Vinnytskoho derzhavnoho medychnoho universytetu im. M. I. Pyrohova, 2000. 71 s. [in Ukrainian].
21. Vovk YuM, Vovk OYu. Indyvidualni anatomichna minlyvist ta yikh kliniko-morfologichne znachennia. Kharkiv: FOP Bronin OV. 2019. 188 s. [in Ukrainian].
22. Hliadia SO, Boreiko Nlu, Yushko OV. Antropometrychni vymiriuvannia i otsinka funktsionalnoho stanu. *Metodychni rekomendatsii do praktychnoi roboty dlia studentiv NTU «KhPI» dennoi formy navchannia usikh spetsialnostei z dystsypliny «Fizychni vykhovannia»*. Kharkiv. 2021. 25 s. [in Ukrainian].
23. Kruskal WH, Wallis WA. Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association*. 1952;47(260):583-621. <https://doi.org/10.2307/2280779>.
24. Conover WJ, Iman RL. Multiple-comparisons procedures. Informal report. 1979. United States. <https://doi.org/10.2172/6057803>. <https://www.osti.gov/servlets/purl/6057803>.

#### METHODS OF ANTHROPOMETRIC AND MORPHOMETRIC RESEARCH WITH THE PURPOSE OF MODELING THE BODY PARAMETERS OF ATHLETES DEPENDING FROM THE SPORT TYPE

**Abstract.** The study was conducted on 148 students of higher education institutions and football players of Bukovyna (the primary research done out during September-October 2021, and a repeat of the same respondents in September-October 2022). The main group consisted the 108 (73 %) students of the I-II years of the Faculty of Physical Culture and Human Health of the Yuri Fedkovich Chernivtsi National University and professional football players of the «University» team of Chernivtsi; the control group consisted the 40 (27 %) students of the I-II years of the college and dental faculties of the Bukovyna State Medical University. The age of the subjects was from 16 to 18 years. The students of the main group, in addition to the physical load included of the program of their specialty, additionally engaged in the following sports: football – 46 (50.00 %) students, of which 38 (41.30 %) were young men and 8 (8.70 %) young girls; volleyball – 19 (20.65 %), 10 (10.86 %) young boys and 9 (9.78 %) young girls; handball – 14 (22.58 %), 8 (8.69 %) young boys and 6 (6.52 %) young girls; basketball – 13 (14.13 %), 9 (9.78 %) of them are young boys and 4 (4.34 %) are young girls. Professional football players (young boys) systematically trained and participated in championships of Ukraine among higher educational institutions, under the leadership of the team coach.

The anthropometric examination included determination of total (body length and weight) parameters and partial (length of upper and lower limbs, thigh length, circumference of the chest during inhalation, exhalation and at rest, circumference of the pelvis, circumference of the thigh proximally, in the middle and distally).

The morphometric study included the ultrasound diagnostics of the quadriceps femoris muscle (musculus quadriceps femoris) using the Voluson TM E 10 device (Austria) on the basis of the Basised medical center in Chernivtsi. The length, width and depth (proximal, middle, distal) of all four muscle heads (m. rectus femoris, m. vastus medialis, m. vastus lateralis, m. vastus intermedius) were determined.

The Kraskel-Wallis test was used to compare anthropometric parameters in the main group depending on the sport type. To establish for which pairs of age groups there is a statistical difference in the medians, the Conover-Iman test was used. A paired t-test (paired-samples t-test) was performed to compare the respondents' indicators during the first measurement and the second one a year later. Statistical analysis of the obtained data was carried out using the licensed program RStudio.

In order to select promising students for game (team) sports such as football, volleyball, handball and basketball, mathematical models were developed for predicting the parameters of athletes (length of upper limb, lower limb, hip length, hip circumference in the middle, hip circumference proximally, hip circumference distally).

**Key words:** athletes, body parameters, anthropometry, morphometry, mathematical model.

*Інформація про авторів:*

**Каратєєва Світлана Юрїївна** – кандидат медичних наук, доцент кафедри анатомії, клінічної анатомії та оперативної хірургії закладу вищої освіти Буковинського державного медичного університету, м. Чернівці;

**Слободян Олександр Миколайович** – доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри анатомії, клінічної анатомії та оперативної хірургії закладу вищої освіти Буковинського державного медичного університету, м. Чернівці;

**Рогозін Олег Миколайович** – лікар ультразвукової діагностики Медичного центру «Базисмед», м. Чернівці.

*Information about the authors:*

**Karatieieva Svitlana Yu.** – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Anatomy, Clinical Anatomy and Operative Surgery of the Institutions of higher education of Bukovinian State Medical University, Chernivtsi;

**Slobodian Oleksandr M.** – Doctor of Medical Sciences, Professor, Chief of the Department of Anatomy, Clinical Anatomy and Operative Surgery of the Institutions of higher education of Bukovinian State Medical University, Chernivtsi;

**Rogozin Oleg M.** – Doctor of ultrasound diagnostics of the Basismed Medical Center Chernivtsi.

Надійшла 01.02.2023 р.

Рецензент – проф. Ю. Ю. Мосейчук (Чернівці)