

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ І СПОРТУ УКРАЇНИ  
КАФЕДРА МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ ДИСЦИПЛІН

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на здобуття освітнього ступеня магістр  
за спеціальністю 091 Біологія  
освітньою програмою «Спортивна дієтологія»

на тему: **Особливості впливу спеціальної фізичної підготовки на  
композиційний склад тіла та показники киснево-транспортної системи  
спортсменів різної кваліфікації**

здобувача вищої освіти  
другого (магістерського) рівня  
Луць Юлія Петрівна  
Науковий керівник: Лук`янцева Г.В.,  
професор, доктор біологічних наук  
Рецензент: Ковальчук О.І.,  
професор, доктор медичних наук  
Рекомендовано до захисту на засіданні  
кафедри (протокол № 3 від 18.11. 2021 р.)  
Завідувач кафедри: Пастухова В.А.,  
професор, доктор медичних наук

---

(підпис)

**Київ – 2021**

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	4
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	12
1.1. Характеристика складу тіла спортсменів.....	12
1.2. Можливі типові відмінності складу тіла спортсменів від нетренованих осіб.....	16
1.3. Особливості впливу фізичних навантажень на серцево-судинну систему спортсменів.....	20
1.4. Адаптація системи зовнішнього дихання до фізичних навантажень.....	26
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	31
2.1 Методи дослідження.....	31
2.1.1 Аналіз літературних джерел, наукометричних баз та ресурсів.....	31
2.1.2 Системний підхід.....	31
2.1.3 Морфологічні.....	32
2.1.4 Фізіологічні.....	32
2.1.5 Методи математичної статистики.....	33
2.2 Організація дослідження.....	34
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	35
3.1. Результати досліджень спортсменів 1 групи.....	36
3.2. Результати досліджень спортсменів 2 групи.....	37
3.3. Результати досліджень спортсменів та аматорів 3 групи.....	38
3.4. Результати досліджень спортсменів та аматорів 4 групи.....	40

РОЗДІЛ 4	АНАЛІЗ	ТА	УЗАГАЛЬНЕННЯ	РЕЗУЛЬТАТІВ	
	ДОСЛІДЖЕННЯ.....				43
4.1.	Особливості кореляційного взаємозв'язку між показниками МСК і вмістом жирової маси.....				43
4.2.	Особливості кореляційного взаємозв'язку між показниками МСК і безжирової маси тіла.....				44
4.3.	Особливості кореляційного взаємозв'язку між показниками МСК і вмістом води в організмі.....				46
4.4.	Особливості кореляційного взаємозв'язку між показниками МСК і маси мінерального компоненту скелету.....				48
4.5.	Особливості взаємозв'язку між показниками ЧСС і композиційним складом тіла спортсменів.....				50
ВИСНОВКИ.....					54
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....					56

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

- АТ – артеріальний тиск
- АТД – артеріальний тиск діастолічний
- АТС – артеріальний тиск систолічний
- БМТ – безжирова маса тіла
- ГМ – гіпертрофія міокарда
- ДО – дихальний об'єм
- ЖЄЛ – життєва ємність легень
- ЖМТ – жирова маса тіла
- ЗЄЛ – загальна ємність легенів
- ЗО – залишковий об'єм
- ЗФП – загальна фізична підготовка
- ІМТ – індекс маси тіла
- КДО – кінцево-діастолічний об'єм
- МВЛ – максимальна вентиляція легенів
- ММК – маса мінерального компоненту скелету
- ММЛШ – маса міокарда лівого шлуночка
- ММТ – м'язова маса тіла
- МСК – максимальне споживання кисню
- Ровд – резервний об'єм вдиху
- Ровид – резервний об'єм видиху
- ССЗ – серцево-судині захворювання
- ССС – серцево-судина система
- СФП – спеціальна фізична підготовка

УО – ударний об'єм

ФЗЄ – функціональна залишкова ємність

ХВЛ – хвилинна вентиляція легень

ХОД – хвилиний об'єм дихання

ХОК – хвилиний об'єм крові

ЦЗП – цільва зона пульсу

ЧД – частота дихання

ЧСС – частота серцевих скорочень

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Фізичні навантаження викликають в організмі структурно-функціональні зміни, що призводять до активної адаптації та перебудови різних органів і систем. Вплив фізичної підготовки на склад тіла та киснево-транспортну систему спортсмена є досить важливим. Дослідження характеристики киснево-транспортної системи займає центральне місце у функціональній діагностиці, тому що показники функціонування систем зовнішнього дихання, система крові та серцево-судинної системи відіграють найважливішу роль в адаптації організму спортсменів до фізичних навантажень.

Склад тіла змінюється в процесі загальної фізичної підготовки (ЗФП) та спеціальної фізичної підготовки (СФП). Показники компонентного складу тіла характеризують потенційні можливості спортсмена щодо рівня досягнення спортивного результату в обраному виді спорту [41, 144, 145] і слугують невід'ємною складовою базової моделі підготовленості спортсмена, яка складається з трьох рівнів – потенційних можливостей, фізичної і технічної підготовленості, а також характеристик змагальної діяльності [24, 37, 46, 93]. Визначення складу тіла спортсмена має важливе значення в спорті і використовується тренерами та спортивними лікарями для оптимізації тренувального режиму в процесі підготовки до змагань [92].

Багато літературних даних свідчать, що надмірна вага та ожиріння пов'язані з кардіометаболічним навантаженням [143, 157, 145]. Відмінності у складі тіла можуть краще прогнозувати несприятливі серцево-судинні захворювання (ССЗ), ніж прості показники, пов'язані з масою тіла [111]. Вимірювання складу тіла розширює аналіз його впливу на показники здоров'я незалежно від категорій індексу маси тіла (ІМТ) [121]. Сучасні підходи дають можливість вивчення складу тіла на всіх рівнях організації біологічної системи: субклітинному (елементному, молекулярному, генному), клітинному, тканинному, органному, системному і на рівні цілісного організму.

Проблематика визначення показників компонентного складу тіла спортсменів у різних видах спорту вирішувалася багатьма вітчизняними і

зарубіними науковцями [14, 39, 40], втім, наразі ще не набула остаточного вирішення і потребує проведення фундаментальних наукових досліджень.

На початковому етапі занять спортом склад тіла змінюється незначно (3 — 4%), а через невеликий період занять, 20 — 30 днів, відновлюється і тримається на постійному рівні з невеликими коливаннями. Динаміка зміни складу тіла дозволяє визначити відповідність рухової активності, системи фізичних навантажень та режиму харчування (енергетичний баланс). За умови наявності рівноваги між кількістю енергетичних витрат і калорійністю їжі, що споживається, склад тіла людини залишається без змін. Інтенсивне тренування, пов'язане з великими витратами енергії при недостатньому по калорійності харчування, призводить до втрати ваги, та змін в склад тіла. В залежності від інтенсивності, тривалості і нормування фізичних навантажень певні системи організму також змінюють свої показники.

Серцево-судинна система є однією з головних систем в пристосуванні організму до м'язової діяльності. М'язова робота призводить до змін серцевої діяльності, які здійснюються у два етапи:

1. період впрацювання, під час якого основні параметри кровообігу поступово змінюються від величини спокою до величини, що відповідає певному рівню навантаження. Тривалість цього етапу невелика (від 30 с до 2-2,5 хв.). Він в свою чергу поділяється на періоди стартової реакції і початкової стабілізації;

2. стійкий стан - характеризується встановленим режимом серцевої діяльності на певному рівні навантаження [3, 4, 28, 85].

Одним із важливих показників діяльності киснево-транспортної системи є функціональні можливості апарату зовнішнього дихання, до якого входять наступні показники: дихальний об'єм (ДО), частота дихання (ЧД), хвилинний об'єм дихання (ХОД), залишковий об'єм (ЗО), залишкова ємність легень (ЗЄЛ), життєва ємність легень (ЖЄЛ) [25, 26, 35, 57, 77, 79, 86]

Аналіз наукових досліджень [9, 36] свідчить, що існують поодинокі дослідження впливу фізичних навантажень засобами оздоровчого фітнесу на компонентний склад маси тіла та систему кровообігу окремо, також невелика

кількість робіт присвячена аналізу взаємозв'язків між показниками складу тіла і функціональним станом серцево-судинної системи спортсменів з різними типами гемодинаміки.

Ретельний аналіз літературних джерел, наукометричних баз і ресурсів свідчить про невелику кількість досліджень, що стосуються даної теми, а саме:

- аналіз різних методів вивчення компонентного складу тіла спортсменів спорту вищих досягнень і осіб, які займаються оздоровчим фітнесом [63, 87, 123];

- біоімпедансний аналіз показників компонентного складу тіла висококваліфікованих представників різних видів спорту [41, 74, 96];

- вплив жирового компонента тіла дітей молодшого шкільного віку на рівень їх фізичного розвитку [19];

- аліментарне коригування маси і композиційного складу тіла людини в побуті та спорті [78];

- порівняльний антропометричний аналіз окремих параметрів тіла представників обох статей та їх кореляція зі спортивними показниками [76, 107, 128, 139, 153];

- моніторинг складу маси тіла як спосіб оцінки ефективності програм кардіореабілітації [38];

- зміни функціонального стану серцево-судинної системи представників певних видів спорту у різні фази біологічного циклу [67];

- асоціації показників складу тіла з певними генетичними варіантами [108].

Втім, не розглядались питання, які стосуються спеціальної фізичної підготовки і її впливу на склад тіла та показники киснево-транспортної системи спортсменів. Вивчення цих показників та особливості їх впливу дозволить встановити залежність складу тіла, системи зовнішнього дихання, системи кровообігу та системи крові від спеціальної фізичної підготовки, та вплив морфологічних показників на функціональну систему, яка відіграє важливу роль в регуляції м'язової діяльності.



**Зв'язок роботи з науковими програмами, темами, планами.** Дослідження виконувались на кафедрі медико-біологічних дисциплін Національного університету фізичного виховання і спорту України відповідно до плану науково-дослідницької роботи Національного університету фізичного виховання і спорту України на 2021–2025 рр. «Вплив екзогенних та ендогенних факторів на перебіг адаптаційних реакцій організму до фізичних навантажень різної інтенсивності» (державний реєстраційний номер 012U108187).

**Мета роботи** – встановити загальні закономірності та особливості взаємозв'язку між характеристиками композиційного складу тіла та функціональними показниками киснево-транспортної системи під впливом спеціальної фізичної підготовки.

**Завдання дослідження:**

1. Узагальнити літературні дані щодо особливостей впливу спеціальної фізичної підготовки на склад тіла та складові киснево-транспортної системи спортсменів за даними літературних джерел та наукометричних баз та ресурсів.
2. Встановити зв'язок між показниками максимального споживання кисню та вмістом жиру в організмі спортсменів видів спорту з переважним проявом витривалості.
3. Вивчити характер кореляційного взаємозв'язку між показниками максимального споживання кисню та безжировою масою тіла спортсменів видів спорту з переважним проявом витривалості.
4. Дослідити кореляційний характер показників максимального споживання кисню та відсотку води в організмі спортсменів з різним рівнем фізичної працездатності.
5. Визначити взаємозалежність між показниками максимального споживання кисню та масою мінерального компоненту скелету.
6. Обґрунтувати кореляційний характер показників композиційного складу тіла та показників серцево-судинної системи, а саме частоти серцевих скорочень.

**Об'єкт дослідження:** вплив спеціальної фізичної підготовки на організм спортсменів.

**Предмет дослідження:** показники складу тіла та киснево-транспортної системи спортсменів різної кваліфікації.

**Методи дослідження:** аналіз літературних джерел, наукометричних баз та ресурсів GoogleScholar, PubMed, КиберЛенинка, системний підхід; морфо-функціональна діагностика; методи математичної статистики.

**Наукова новизна одержаних результатів:**

- вперше встановлено наявність кореляційних зв'язків між композиційним складом тіла і показниками киснево-транспортної системи спортсменів різної кваліфікації;

- доповнені дані щодо впливу фізичного навантаження на морфофункціональні показники систем організму спортсменів, які спеціалізуються у видах спорту на витривалість;

**Практична значимість.** Результати дослідження можуть бути використані:

– основні положення можуть використовуватися тренерами дитячо-юнацьких спортивних шкіл, ШВСМ, тренерами ЗВО, для побудування оптимального тренувального процесу з урахуванням впливу фізичних навантажень на склад тіла та показники киснево-транспортної системи;

– спеціальними закладами вищої освіти України при підготовці та підвищенні кваліфікації фахівців у галузі медико-біологічного напрямлення в рамках навчальних дисциплін першого (бакалаврського) рівня «Спортивна фізіологія», «Фізіологія рухової активності і спорту» та у галузі фізичної культури і спорту, першого (бакалаврського) рівня «ТМТДОВС» та другого (магістерського) рівня з дисципліни «Дієтологія у спорті»

– матеріали дисертаційної роботи можуть бути використані практичними дієтологами в складанні збалансованого раціону харчування під час тренувального процесу.

**Апробація результатів дослідження.** Основні положення магістерської роботи були представлені на Міжнародній конференції молодих вчених «Молодь та олімпійський рух» (Київ, 2021). За матеріалами роботи опубліковано одні тези.

**Структура роботи.** Кваліфікаційна робота викладена на 73 сторінках, з них – 68 сторінок основного тексту, і складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел (всього 158 бібліографічних описів, у тому числі 99 – кирилицею і 59 – латиницею). Робота містить 7 таблиць, 6 рисунків.

## РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1. Характеристика складу тіла спортсменів

Композиційний склад тіла спортсменів є одним із визначальних факторів, що впливає на результативність спортивної діяльності [122]. Відповідно, у спортивній практиці для моніторингу фізичного стану і тренувального режиму спортсменів широко застосовують метод вивчення співвідношення тканинних компонентів тіла. Аналіз і контроль жирової, без жирової і м'язової маси, загального вмісту води в організмі дозволяє оцінювати і прогнозувати розвиток метаболічного синдрому, визначати раціон харчування і контролювати ефективність процедур корекції [73].

Першорядне значення в спорті має обчислення жирової маси, яка виконує функції метаболічно активного органу, достатній її рівень грає істотну роль в підтримці загального здоров'я [102]. Знання про кількість і розподіл кісткової і м'язової тканин використовують при визначенні спортивної працездатності. Зниження частки жирової маси до 5-6% загальної маси тіла, а скелетно-м'язової маси в змагальному періоді – до 46% загальної маси тіла небажано і частіше свідчить про перевтому атлетів [53]. Зміни м'язового і жирового компонентів під впливом тренувальних навантажень відображають спрямованість і вираженість адаптивних зрушень структурного рівня в організмі спортсмена і переважний характер енергозабезпечення. Лабільні морфологічні показники людини можуть служити маркерами адаптації до напруженої м'язової діяльності.

Суттєве значення має контроль водного балансу спортсменів, так як дегідратація, навіть легкого ступеня, важко переноситься організмом [119, 126]. Активні фізичні навантаження супроводжуються втратою мікро- і макроелементів за рахунок потовиділення, в першу чергу натрію і калію, що згубно впливає на функціональний стан серцево-судинної системи і нервово-м'язової регуляції [2]. Дослідженнями ряду авторів доведено необхідність

відстеження загального вмісту води в організмі, обсягу внутрішньоклітинної рідини у елітних спортсменів при корекції маси тіла перед початком змагань, щоб уникнути зниження силових характеристик м'язів [113, 130, 150].

Дослідження компонентів маси тіла проводилися багатьма вченими [2, 106, 117, 146]. Так, відомо, що склад тіла змінюється під впливом різного вмісту білків, жирів і вуглеводів в харчовому раціоні [75, 118]. Підвищення жирової маси відбувається в разі збільшення частки вуглеводно-жирового комплексу в дієті, а при обмеженні кількості жирної і водовмісної їжі реєструються зворотні зміни складу тіла [53]. Застосування різних фармакологічних засобів також впливає на склад тіла: використання анаболічних препаратів збільшує м'язову масу, підвищує працездатність і витривалість [75, 115].

Встановлено, що значне збільшення м'язової маси відбувається при дев'яти і більш часових тренуваннях на тиждень [137]. Підтверджено зв'язок величин різних компонентів маси тіла з проявом різноманітних фізичних якостей і розвитком функціональних систем організму (з показниками сили, швидкості і гнучкості). Існує також взаємозв'язок і з інтегральним показником – спеціальною фізичною працездатністю і, прямо або опосередковано, зі спортивним результатом [113, 146]. Підтверджено зв'язок розвитку м'язової маси з рівнем потужності різних систем енергозабезпечення м'язової діяльності: аеробною і анаеробною продуктивністю [136]. Також специфіку величин компонентів маси тіла визначає видова і кваліфікаційна приналежність спортсменів. Спортсмени вищих розрядів мають більш високі величини м'язової і низькі величини жирової маси, ніж менш кваліфіковані [114]. В кожному виді спорту складається специфічна морфологічна модель тіла, відповідність якої є базовою перевагою для успішності та професійного довголіття [2].

Важливим компонентом складу тіла є також кісткова маса. У структурі кісткової тканини виділяють мінеральні, органічні та рідинні компоненти. Мінерали складають близько 50% загального об'єму кістки і забезпечують її міцність. Адаптаційні перебудови в кістковій тканині під впливом фізичних навантажень тісно пов'язані з масою та силою м'язів (оскільки м'язова маса

впливає на кістки силами, що генеруються за рахунок м'язових скороченнях) і найчастіше проявляються у підвищенні міцності кісток [65]. Фізичні навантаження і рівень розвитку м'язової тканини співвідносяться з міцністними характеристиками кісткової тканини, саме тому запорукою належного функціонування кісток є їх зміцнення за рахунок адекватних фізичних навантажень і раціонального харчування [95, 151 ].

Варто зазначити, що функціонування кісткової тканини знаходиться у тісному взаємозв'язку з гормональним фоном спортсмена. Так, дівчата, які переживають раннє статеве дозрівання, мають більше кісткової маси, ніж хлопці - однолітки. Таким чином, статеві гормони є важливими модуляторами кісткової маси спортсмена [147], визначають особливості процесів остеогенезу і ремоделювання трабекулярних і інших видів кісток [103, 158]. Досліджень, в яких вивчали зв'язок між рівнем фізичної активності і кісткової маси у спортсменів, достатньо, що свідчить про глибоке всебічне вивчення означеної проблематики [110, 112, 140, 141, 154, 155].

Фактично, фізична підготовка, за відсутності обмеження енергії, покращує діяльність серцево-судинної системи і складу тіла залежно від навантажень; зокрема, зменшення жиру в організмі та збільшення або, принаймні, запобігання значній втраті метаболічно активної сухої тканини тіла [125, 148].

Протягом минулого століття було запропоновано безліч методів визначення складу тіла людини, проте, всі вони мають недоліки, не існує універсальних критеріїв або «золотого стандарту» методології визначення [53, 138]. Найчастіше використовуваним методом для визначення ступеня ожиріння є індекс маси тіла (ІМТ), однак ІМТ не розрізняє жирову масу (FM) і без жирової маси (FFM) [156]. ІМТ є загальноживаною методикою визначення стану харчування, оскільки він є недорогим, швидким та неінвазивним [101, 153].

Відмінності у складі тіла можуть краще передбачити несприятливі серцево-судинні захворювання (ССЗ), ніж прості показники маси [111]. Регулярні фізичні навантаження, як було неодноразово доведено, слугують надійним фактором первинної профілактики кардіометаболічних розладів,

атеросклерозу та інших порушень серцево-судинної системи [116, 120, 124, 149]. Доведено, що адекватний рівень фізичного розвитку організму може благотворно змінити основні тригерні фактори ризику виникнення патологій ССЗ, включаючи ожиріння та інші метаболічні порушення [133].

У процесі аналізу літературних джерел нами встановлено, що компонентний склад маси тіла спортсменів є важливим фактором, який може сприяти або, навпаки, стати на заваді досягненню високих спортивних результатів [85]. Значна кількість досліджень доводять, що чим більший відносний уміст жиру в організмі, тим нижчі спортивні результати. Значний вміст жиру негативно впливає на швидкість, витривалість, координацію, рухливість, стрибучість [85, 97]. Досягнення успіху в спорті багато в чому залежить від розмірів тіла, статури і складу тіла людини. Композиційний склад тіла спортсмена надає більш точну інформацію про його можливості, ніж просто антропометричні розміри і маса тіла. Надлишкова маса спортсмена, як правило, не становить особливої проблеми, у той час як надлишковий вміст жиру в організмі негативно позначиться на спортивних показниках [65, 85, 95].

Маса тіла слугує важливим показником загального фізичного розвитку і стану здоров'я, проте, ІМТ є недостатньо інформативним. Індекс маси тіла дозволяє оцінити, наскільки маса тіла людини відповідає його зросту. Загальний вміст жирового компоненту в організмі висококваліфікованих спортсменів є меншим порівняно з нетренованими особами, композиційний склад тіла волейболістів характеризується високими значеннями абсолютної і відносної маси скелетних м'язів, а також невисоким вмістом відносної і абсолютної маси жирової тканини [42].

Детальний аналіз соматотипу довів переважання сбалансованої мезоморфії завдяки доброму розвитку скелетних м'язів і скелета [131]. Дещо менший відсоток припадає на показники ендоморфії і екторморфії, що характеризує більшу видовженість і стрункість фігури [63, 53, 47, 105, 131].

Одним з головних чинників, який визначає компонентний склад тіла, є адаптація спортсмена до тренувального процесу, одним з головних принципів

якої є переважне структурне забезпечення систем, домінуючих у пристосувальному процесі [55].

Для кожного спортсмена варто визначати конкретні рекомендації щодо корекції і підтримки належного композиційного складу тіла, але деяким з них потрібно коригувати склад тіла внаслідок наявності надлишкої маси (для тих осіб, які мають відсоток жиру в організмі більше 25% і позиціонуються як ожиріння), що характеризується потенційними ризиками для здоров'я [64].

Розміри, форма та композиційний склад тіла багато в чому визначаються генетично. Однак це не означає, що ці компоненти фізичної конфігурації неможливо змінити або вдосконалити. Якщо розмір і тілобудову можна відкоригувати лише незначним чином, то склад тіла можна суттєво змінити за допомогою збалансованого харчування та фізичних вправ. Тренування силової спрямованості можуть призвести до значного збільшення м'язової маси, а поєднання розумного збалансованого харчування та напружених фізичних вправ дають змогу значно зменшити відсоток жирових відкладень. Такі зміни є дуже важливими для досягнення високих спортивних результатів [84].

## **1.2. Можливі типові відмінності складу тіла спортсменів від нетренованих осіб.**

Очевидно для всіх, що кожна людина не може бути спортсменом, але що відрізняє спортсмена від звичайної людини? Основними показниками розбіжності та різниці між спортсменом і особою, яка не практикує спортивні тренування, є загальна ємність легень, стан серцево-судинної системи, кількість та тип м'язових волокон, здатність шлунково-кишкового тракту перетравлювати великий обсяг їжі і засвоювати її, особливості психофізіологічних реакцій тощо. Звісно ще однією важливою складовою є композиційний склад тіла, показники якого є дуже важливими та мають суттєві відмінності у спортсменів та звичайних людей. Під час аналізу розбіжностей складу тіла спортсменів та осіб що не займаються спортом, було обґрунтовано та доведено безпосередній зв'язок показників композиційного складу тіла з рівнем фізичної активності [75, 102].



Інтенсивна фізична діяльність викликає зменшення жирового компонента і збільшення м'язової маси тіла [1, 102, 115].

Дослідження складу тіла в віковому аспекті виявили особливості зміни лабільних компонентів маси тіла юних спортсменів в різні вікові періоди. Динаміка змін компонентів маси тіла перш за все відображає віковий рівень становлення гормональної сфери і процеси росту і розвитку під впливом занять спортом. Так, діти обох статей, що займаються спортом від 1 до 4 років, на віковому інтервалі 5-9 років відрізняються більш низькою м'язовою масою (43-45%) і середньої жирової масою (10-13%). У препубертатний період спостерігається поступове і невелике зростання м'язової маси і варіації жировідкладення навколо вихідного рівня. Пубертатний період характеризується більш вираженим (особливо у хлопців) зростанням м'язової маси при зниженні жирової маси у хлопців і підвищенні у дівчат. Постпубертатний період в більшій мірі вже відображає спортивне вдосконалення з підвищенням м'язового і зниженням жирового компонентів [1].

Особи, які займаються спортом, практично за всіма морфофункціональними показниками та параметрами компонентного складу тіла перевершують своїх однолітків - неспортсменів. На перший план за параметрами функціональної і фізичної підготовленості, компонентного складу тіла (крім жирової маси) серед спортсменів виходять борці, що відрізняються більш довгим корпусом і руками, відносно коротконогих, великими широтними і обхоплюючими розмірами тіла, великими значеннями показників пікової об'ємної швидкості видиху і сили стиснення кисть рук, кращої витривалістю і швидкісною силою.

Склад тіла у кваліфікованих спортсменів значно відрізняється від складу тіла нетренованих людей. У дорослих нетренованих чоловіків на частку м'язової тканини припадає 43%, жирової - близько 12%, кісткової - 18%. Спортсмени відрізняються добре розвиненою м'язовою тканиною. Особливо це помітно у представників швидкісно-силових видів спорту (до 53-56%). У спортсменів різних спеціалізацій є відмінності і в змісті жирової і кісткової тканин [91].

Таким чином, специфіку величин компонентів маси тіла визначає антропометрична і кваліфікаційна приналежність спортсменів. Спортсмени вищих розрядів мають більш високими величинами м'язової і низькими величинами жирової маси, ніж менш кваліфіковані [114]. Особи, які займаються силовими видами спорту, відрізняються максимальною величиною м'язової маси; представники видів спорту на витривалість - менш високим вмістом м'язової маси і мінімальним вмістом жирової; особи, зайняті в ігрових видах спорту, характеризуються диференціацією величин м'язової і жирової маси відповідно до ігрового амплуа. Таким чином, в кожному виді спорту складається специфічна морфологічна модель тіла, відповідність якої є базовою перевагою для успішності та професійного довголіття [1].

Виявлено значне поліпшення композиційного складу тіла, особливо без жирових показників при дев'яти - і більше часових тренуваннях на тиждень, що є важливим для здорового росту і фізичної підготовленості спортсменів [137].

У спорті вивчення складу тіла дозволяє здійснювати моніторинг стану здоров'я спортсменів, є методом контролю фізичної працездатності, дозволяє ефективно управляти тренувальним процесом, а також контролювати дієтичні втручання [2, 104, 136].

Тілобудова спортсменів у представників циклічних видах спорту характеризується достовірно більш довгими нижніми кінцівками відносно їх тулуба, кращими показниками кардіореспіраторної системи і швидкісної витривалості [43]

Особи, які займаються ігровими видами спорту, за величиною довжини тіла випереджають своїх ровесників інших спортивних спеціалізацій, характеризуючись при цьому підвищеними значеннями жирової маси тіла і ІМТ. Морфологічно від спортсменів інших спеціалізацій вони відрізняються більш коротким корпусом, довгими нижніми кінцівками, великими значеннями тазового діаметра і ширини коліна, а також обхвату грудей. Дівчата відрізняються кращими швидкісно-силовими характеристиками, а хлопці є більш вправними [88].

Склад тіла варіюється залежно від статі і віку, але частка загального жиру, яку можна вважати прийнятною для середньої людини, становить для чоловіків 15-18%, а для жінок 22-25%. У спортсменів дані показники значно нижче: 6-15 і 12-20% відповідно. Якщо жиру в організмі міститься менше 6% у чоловіків і 12% у жінок - це дуже погано: в такому випадку можуть виникнути проблеми зі здоров'ям і падіння спортивної продуктивності. Дослідження доводять відсутність яких би то не було переваг при скороченні жирової маси до значень менше 8% у чоловіків і менше 14% у жінок. Склад тіла залежить від виду спорту. Наприклад, для велоспорту характерні показники 5-15 і 15-20%, для плавання - 9-12 і 14-24%, для марафонського бігу - 5-11 і 10-15% у чоловіків і жінок відповідно [52].

Таким чином, хоча низький вміст жиру в організмі асоціюється з підвищенням результативності, склад тіла сам по собі не можна вважати запорукою спортивного успіху. Наприклад, регбіст повинен ще мати і достатню масу тіла (м'язову і жирову), яка дозволяла б йому генерувати силу штовхання і запобігати тілесним ушкодженням [52].

Секрет спортивних досягнень в обраному виді спорту - якісні тренування і правильне харчування. У більшості випадків дотримання приписів фахівця допомагає домогтися потрібного складу тіла, що підвищує результативність [52].

Було доведено, що склад тіла спортсменів відрізняється від середньостатистичної популяційної норми людей, які не займаються спортом. Середні показники абсолютної кількості м'язової маси тіла (ММТ) у обстежених спортсменів обох статей, що займаються такими чотирма видами спорту, як (бобслей, сноуборд, біатлон, стрільба), перевищують показники середніх референтних популяційних значень, причому у чоловіків ( $48,5 \pm 5,14$  кг) і жінок ( $36,9 \pm 6,67$  кг) бобслея виявлено суттєве збільшення даного показника (в 1,42-1,63 разів), що характерно для людей з підвищеними фізичними навантаженнями. Найвищі показники % ММТ також були виявлені у спортсменів обох статей, що займаються бобслеєм (чоловіки - 54,18%, жінки - 52,62%). Стандартні показники людей що не займаються спортом м'язова маса

тіла становить у чоловіків ( $36,13 \pm 4,41$  кг) та у жінок ( $38,82 \pm 4,24$  кг). Середні показники абсолютного і відносного кількості жирової маси тіла (ЖМТ) у стрільців, бобслея і сноубордистів обох статей знаходяться в межах середніх популяційних значень, а у чоловіків ( $7,91 \pm 1,5$  кг; 11,51%) і жінок ( $9,0 \pm 1,77$  кг; 15,83%) біатлоністів – нижче середніх значень за рахунок специфічного характеру виконуваної фізичної роботи. У неспортсменів жирова маса тіла у чоловіків складає  $36,41 \pm 23,46$  %, у жінок -  $34,31 \pm 16,3$  % [70].

Підсумовуючи усе вищевказане, слід зауважити, що аналіз сучасної наукової літератури анатомо-фізіологічного і спортивно-медичного профілю дозволив встановити той факт, що особи, які не займаються спортом, характеризуються відмінними показниками композиційного складу тіла та деякими іншими антропометричними і морфо-функціональними показниками порівняно з висококваліфікованими спортсменами.

### **1.3. Особливості впливу фізичних навантажень на серцево-судинну систему спортсменів**

Підвищення обсягів та інтенсивності тренувальних навантажень в сучасному спорті вимагає створення функціональних характеристик спортсменів в залежності від специфіки м'язової діяльності, а також періоду підготовки. Адаптація організму до напруженої м'язової діяльності супроводжується суттєвими зрушеннями в показниках серцево-судинної системи. Стан серцево-судинної системи (ССС) зокрема, і структурно-функціональні особливості серця людини є одним з найважливіших критеріїв оцінки впливу систематичного спортивного тренування на організм людини [11, 21]. Однак, питання швидкості досягнення необхідного рівня адаптації ССС до великих тренувальних навантажень і тривалості його збереження після припинення впливу регулярних спортивних навантажень, до сих пір лишається недостатньо вивченим. Саме тому докладне дослідження адаптації серцево-судинної системи спортсменів різних видів спорту в підготовчому і змагальному періодах підготовки є дуже важливим.

Людський організм – дуже складне утворення, що складається з безлічі органів і тканин. Для постачання всіх клітин тіла поживними речовинами і киснем, а також позбавлення від продуктів метаболізму, здійснення імунного захисту, організм потребує єдиної транспортної мережі. Такою мережею є серцево-судинна система. Одним з найбільш важливих виконавчих органів системи кровообігу є серце, яке виконує функцію насоса для просування крові по судинах. Серцевий м'яз працює протягом усього життя людини, адже підтримка нормальної життєдіяльності організму може бути забезпечена лише постійним рухом крові. Невідповідність кількості крові що викидається серцем, потребам організму призводить до глибоких порушень в роботі систем органів, аж до загибелі клітин через нестачу необхідних речовин і накопичення великої кількості метаболітів. Тобто правильна робота серцево-судинної системи – один з найважливіших пунктів на шляху до довгого і здорового життя.

Як було зазначено вище, насосна функція серця реалізується завдяки нагнітальній здатності міокарда (серцевого м'яза), який побудований із посмугованої м'язової тканини [29]. Більшість м'язів піддаються тренуванню, міокард не є винятком. Правильно підібрані тренувальні навантаження значно покращують його скоротливу здатність, підсилюють кровообіг, зменшують частоту серцевих скорочень не тільки в стані спокою, а й за будь-яких навантаженнях, підвищують систолічний (або ударний) об'єм (УО) крові. Ударний об'єм - важлива величина, це кількість крові, яка викидається при кожному скороченні серця, що характеризує силу і ефективність серцевих скорочень. Він пов'язаний з іншим, інтегральним показником діяльності системи кровообігу – хвилинним об'ємом крові (ХОК) - кількістю крові, що викидається шлуночками серця за одну хвилину. ХОК при фізичному навантаженні у тренуваної людини може зростати у 8-10 разів порівняно зі станом спокою завдяки збільшенню сили серцевих скорочень. У малоактивної людини збільшення ХОК досягається за рахунок почастішання скорочень серця [8], що не дуже сприятливо позначається на показниках кровообігу (див. табл. 1.1.):

Таблиця 1.1

**Порівняльна статистика функціональних показників серця  
у фізично активних і неактивних людей**

Фізична активність людини	Частота пульсу в спокої, уд. / хв	Ударний об'єм крові, мл	Хвилинний об'єм крові в спокої, л / хв	Хвилинний об'єм крові при навантаженнях, л / хв
Активний	60 и менее	100–120	4–5	30–40
Не активний	70–90	50–70	4–5	18– 20

Як можна бачити з таблиці, серце тренованої людини здатне перекачувати великі обсяги крові при меншій кількості скорочень. Досягається це завдяки певним змінам в серцево-судинній системі, зокрема, у серці, під впливом регулярних фізичних навантажень. Під впливом систематичного тренування в серці відбуваються структурно-функціональні зміни, відомі наразі як спортивне ремоделювання серця. Означені особливості кардіальної перебудови розцінюються як частина нормальної фізіологічної адаптації до фізичного навантаження, втім, можуть свідчити також про потенційно небезпечні відхилення [5, 33]. Вважаємо за потрібне розглянути декілька прикметних рис ремоделювання спортивного серця.

Морфологічними проявами ремоделювання моуть слугувати збільшення маси міокарда шлуночків серця (в першу чергу лівого), зростання товщини стінки міокарду тощо [61]. Вид спортивного навантаження впливає також на розмір серця спортсмена - найбільші серця спостерігаються у лижників, марафонців, стаєрів, велосипедистів. В осіб, які постійно займаються фізичними навантаженнями, визначається потовщення м'язової стінки серця. Під впливом систематичних, інтенсивних тренувальних навантажень у спортсменів різного віку, які розвивають витривалість, відзначається також поступове зростання камер серця. Через 4-5 місяців від початку тренувального процесу, спостерігається найбільше зростання величини обсягу серця [32, 90]. Численна кількість досліджень доводять, що під впливом занять спортом, особливо

багаторічних, серцевий викид помітно збільшується. Ступінь цього збільшення залежить від ряду факторів, але в першу чергу від виду спортивної діяльності. Найбільші величини відзначаються у представників циклічних видів спорту, що займаються на витривалість [16, 17, 18, 20 - 22, 30, 69, 89].

З фізіологічної точки зору ремоделювання представляє собою процес функціональної адаптації серця спортсмена, здатного до ефективного і економічного забезпечення систематичних тренувальних і змагальних навантажень [23, 132, 142, 152]. Прикладом цього слугує фізіологічна брадикардія. Означене явище сповільнення серцевого ритму дозволяє збільшити рівень економізації енергоресурсів міокарду. Наприклад, показник ЧСС достовірно відрізняється у спортсменів, які спеціалізуються в складно-координаційних видах спорту, складає  $61,35 \pm 9,37$  уд/хв; у спортсменів інших видів спорту даний показник є на рівні 58-59 уд/хв, в той коли у нетренованої людини значення ЧСС коливається на рівні 75-80 ск/хв.

Варто зазначити, що так зване «серце спортсмена» характеризується також збільшенням кінцевого діастолічного об'єму, що оптимізує роботу шлуночків під час фізичних вправ, без необхідності «включати» інші механізми збільшення серцевого викиду. Досить важливою структурною особливістю спортивного серця також є фізіологічна гіпертрофія міокарду, яка супроводжується розширенням капілярної сітки. У серці спортсменів видів спорту з переважним проявом витривалості наявна більша загальну маса структур, що забезпечують скорочення серця під час фізичного навантаження. Це є причиною забезпечення відмінних серцевих показників, що характерно для бігунів на середні та довгі дистанції, велосипедистів-шосейників, лижників тощо [51].

Дослідження [34, 80] дозволяють констатувати, що в залежності від спрямованості тренувального процесу розвиваються різні форми гіпертрофії міокарда (ГМ): D-гіпертрофія, яка характеризується потовщенням м'язових волокон і збільшенням фізіологічного поперечника серця, і L-гіпертрофія, яка характеризується подовженням м'язових волокон, в результаті чого збільшується ємність порожнин серця. Доведено, що у спортсменів, які тренуються на

виривалість, в більшій мірі проявляється D - гіпертрофія. У той же час у спортсменів, які займаються ациклічними видами спорту, більше виражена L - гіпертрофія. Втім, лишаються недостатньо вивченими фактори, що впливають на її прояв (фізичні навантаження, використання заборонених препаратів, супутні патології системи кровообігу тощо). До теперішнього часу залишається відкритим питання, який із типів гіпертрофії серця спортсменів забезпечує найбільш оптимальну гемодинамічну функцію [82].

До теперішнього часу залишаються не до кінця дослідженими вікові особливості динаміки ремоделювання серця в процесі адаптації організму до фізичних навантажень в процесі багаторічної систематичної тренування, а також після їх припинення.

Незважаючи на велику кількість досліджень, присвячених проблемі адаптації серцево-судинної системи до систематичних фізичних навантажень, остаточно не вирішеними на даний час лишаються ще багато питань, які стосуються, перш за все, змін показників центральної гемодинаміки під впливом спортивних навантажень. Як відомо, скорочувальна функція міокарда оцінюється за гемодинамічними параметрами. Доведено, що у нетренованих осіб ударний об'єм крові становить від 40 до 90 мл, а у спортсменів – в діапазоні від 50 до 100 мл (у деяких спортсменів в стані спокою ці значення знаходяться у межах від 100 до 140 мл).

При оптимальних фізичних навантаженнях відбувається низка фізіологічних змін у діяльності судинного русла, а саме - підвищення систолічного й середнього артеріального тиску; збільшення систолічного і хвилинного об'єму крові; зниження діастолічного тиску під час фізичного навантаження одночасно з підвищенням систолічного, що забезпечує оптимальні умови для кровопостачання працюючих м'язів; збільшення потужності роботи серця за рахунок інтенсивнішого функціонування структур міокарда й споживання кисню з крові, що циркулює судинами тощо [62].

Функціональні характеристики серцево-судинної системи особливо очевидні, під час фізичного навантаження. Для розрахунку індивідуального



навантаження використовується показник «цільової зони пульсу» (ЦЗП) - це той індивідуальний діапазон, при якому заняття будь-яким видом фізичного навантаження стає ефективним, досягається тренуванням. Різні рівні навантаження в майбутньому по-різному впливають на кінцевий результат тренувань [4, 6, 54, 56, 60]. У висококваліфікованих спортсменів частота серцевих скорочень (ЧСС) збільшується до 185 – 200 ударів на хвилину, що пов'язано з різким укороченням фази ізоволюметричного скорочення (в 20 – 30 разів). Ударний об'єм крові при цьому збільшується до 150 – 200 мл, а хвилинний об'єм кровообігу збільшується до 25 – 40 л / хв [5]

Для оцінки функціонального стану серцево-судинної системи спортсменів, які спеціалізуються в циклічних, складно-координаційних, ігрових видах спорту та єдиноборствах є наступні показники: частота серцевих скорочень, систолічний, діастолічний, середній, пульсовий артеріальний тиск, ударний об'єм крові, хвилинний обсяг кровообігу. За даними Комарової Н.А., Рогачева А.І., показники системи кровообігу спортсменів з різною специфікою м'язової діяльності в підготовчому періоді представлені в таблиці 1.2. (табл.2)

*Таблиця 1.2*

**Показники центральної гемодинаміки у спортсменів з різною специфікою м'язової діяльності в підготовчому періоді**

Показники	Циклічні види	Складно-координаційні	Ігрові види	Єдиноборства
ЧСС, уд/хв	57,99±8,74	61,35±9,37	58,91±8,96	59,59±8,19
УО, мл	110,19±34,95	95,58±29,45	100,21±36,77	94,82±26,71
АТС, мм. рт. ст.	117,76±9,23	113,55±10,68	120,97±11,29	116,99±9,60
АТД, мм. рт. ст.	72,36±7,43	71,88±8,76	76,43±7,91	74,01±7,72
АТср., мм. рт. ст.	87,50±6,91	85,77±8,51	91,28±8,07	88,34±7,29
ХОК, л/хв	6,40±2,25	5,84±1,92	5,89±2,22	5,65±1,77

Дані центральної гемодинаміки, варіабельності серцевого ритму і функції зовнішнього дихання за даними Комарової Н.А., Рогачева А.І., наведені в табл.3.

Таблиця 1.3

Показники центральної гемодинаміки у спортсменів з різною специфікою м'язової діяльності в змагальному періоді

Показники	Циклічні види	Складно-кординаційні	Ігрові види	Єдиноборства
ЧСС, уд/хв	58,68±9,53	61,90±9,63	58,49±7,76	57,71±9,01
УО, мл	105,08±32,64	93,06±28,04	101,84±28,52	93,86±31,14
АТС, мм рт. ст	122,12±11,13	114,50±11,63	116,77±8,92	115,42±9,56
АТД, мм. рт. Ст	75,71±7,98	71,10±8,90	72,07±6,74	73,74±7,98
АТср., мм. рт. ст.	91,18±8,00	85,57±8,88	86,97±6,30	87,64±7,27
ХОК, л/хв	6,14±1,99	5,70±1,74	5,98±1,89	5,43±1,98

Таким чином, дані, які представлені вище про функціональний стан серцево-судинної системи спортсменів з різною специфікою м'язової діяльності в підготовчому періоді свідчать про достовірні відмінності по показниках ЧСС. Встановлено, що більш високий ступінь адаптації серцево-судинної системи у представників циклічних видів спорту в порівнянні з представниками швидко-силових видів, що проявляється в підвищенні УО і зниженні ЧСС.

#### **1.4. Адаптація системи зовнішнього дихання до фізичних навантажень**

В процесі спортивної діяльності виникає необхідність тривалого періоду підтримки підвищеної функціональної активності цілого ряду органів і систем організму. Функціональна стійкість систем організму розглядається при цьому як здатність його зберігати ефективну працездатність з метою збереження гомеостазу [1]. При дослідженні фізичної працездатності було встановлено, що чим менший відсоток споживання кисню при навантаженні від індивідуального максимуму, тим тривалішим є період підтримання працездатності на необхідному рівні [83, 109, 134]. Відповідно, важливим компонентом адаптації є пристосування дихальної системи, оскільки її здатність посилювати свою

функцію є важливою частиною загальної оцінки та інтерпретації змін в організмі людини під час фізичних навантажень різного роду [7].

Дослідження функціонального стану та закономірностей адаптації системи зовнішнього дихання та серцево-судинної системи спортсменів, за різними спеціальностями дає змогу оцінити функціональний стан спортсменів, їх фізичну працездатність та резервні можливості організму [48]. Першою ланкою киснево-транспортної системи є зовнішнє дихання, яке забезпечує організм киснем із навколишнього середовища. Дослідження процесу зовнішнього дихання спортсменів дає змогу сформувавши цілісне уявлення про можливості респіраторної системи організму [50], а показники зовнішнього дихання використовуються як критерії відбору та оцінки функціональної підготовленості спортсменів [12, 27, 66, 68]. Варто зауважити, що спортсмени з вищими резервними можливостями дихальної системи швидше відновлюються після тренувальних та змагальних навантажень та легше переносять їх [49, 50].

Систематичні фізичні навантаження викликають комплекс морфо-функціональних змін у дихальній системі, наприклад, у показниках життєвої ємності легень (ЖЄЛ), частоти дихання (ЧД), хвилинного об'єму дихання (ХОД) тощо. У спортсменів величина ЖЄЛ коливається в надзвичайно широких межах — від 3 до 8 л [13, 49]. Відомо що ХОД у тренуваних осіб зростає за рахунок дихального об'єму (ДО), а в нетренуваних – за рахунок частоти дахання (ЧД). В осіб що займаються спортом ХОД відповідає нормальним стандартам (5-12 л/хв), але існують випадки коли хвилинний об'єм дихання дорівнює – 18 л/хв і більше. Важливо відзначити, що легенева вентиляція збільшується за рахунок поглибленого вдиху (50-55% ЖЄЛ), а не за рахунок частоти дихання, що в стані спокою є нижчою у спортсменів, у нетренуваних осіб навпаки. При максимальній м'язовій роботі легенева вентиляція може досягати значних величин і дорівнювати 220 л/хв. Максимальне значення споживання кисню характерне для спортсменів легкоатлетів, біатлоністів, важкоатлетів, пауерліфтерів [11, 48].

Система зовнішнього дихання спортсменів має високі можливості що забезпечуються такими змінами: збільшення об'єму легенів на 10-20%, особливо ЖЄЛ (максимум 9 літрів), наслідок чого є більший ДО при тій же ЧД; значна витривалість дихальної системи (максимум 80% - 11 хв, а нетреновані - лише 3 хв); підвищена еластичність легенів та грудної клітки; більша витривалість та сила дихальних м'язів; покращена ефективність вентиляції легенів; знижений опір дихальних шляхів; збільшена дифузійна здатність легенів [13, 81, 99].

Варто також зазначити, що у стані спокою частота дихання становить 10-20 разів на хвилину. ЖЄЛ збільшується з 2200 мл до 3200 мл. При фізичному навантаженні низької інтенсивності спочатку збільшується глибина дихання. При навантаженні високої інтенсивності вона може досягати 50% життєвої ємності легень. Також збільшується і частота дихання. Під впливом систематичних спортивних тренувань, в юних спортсменів у порівнянні з однолітками не спортсменами, відбувається як у спокої, так і при стандартних навантаженнях, виразне зменшення ЧД і відзначається відносно менші величини легеневої вентиляції. Навіть при найважчому навантаженні хвилинний об'єм дихання не перевищує 70-80% від максимальної вентиляції. Це означає, що за звичайних умов легенева вентиляція сама по собі не може бути фактором, що обмежує можливості організму [15, 45]

У стані спокою кількість енергії, що споживається дихальними м'язами, невелика, лише 0,5-1,0 мл O<sub>2</sub> на кожен літр вентиляції. Якщо остання дорівнює 6 л/хв, "вартість" дихання становить 3-6 мл O<sub>2</sub> / хв, тобто з точки зору базального обміну лише 1-2% від загального хвилинного споживання (250-300 мл / хв) . При фізичних навантаженнях "вартість" дихання значно зростає, досягаючи 10-20% споживання O<sub>2</sub> (V<sub>2</sub>) на хвилину. Верхньою межею "економічного" дихання вважається 140 л/хв. Порівнянно з диханням через рот, носове дихання збільшує опір потоку повітря в 3-4 рази. Це пов'язано з відносно вузькими носовими проходами.

Під впливом регулярних фізичних навантажень у спортсменів збільшуються резервні можливості дихання; збільшується ЖЄЛ і хвилинна

вентиляція легень (ХВЛ), більша кількість кисню використовується з одного літру вентилязованого повітря, киснево-транспортна функція кровообігу збільшується, зростає киснева ємність крові, поліпшується механізм тканинного дихання та підвищується стійкість до гіпоксії.

У процесі тренувальних занять у спортсменів відбувається узгодження роботи дихання з іншими функціональними системами організму, відбувається економізація роботи дихальної системи як в умовах спокою, так і при виконанні стандартного фізичного навантаження.

У спортсменів високої кваліфікації сформувались різні адаптаційні механізми, які можуть підвищити спеціальну і загальну витривалість, але в той же час порушуються функції певних систем (особливо функція зовнішнього дихання), що може призвести до зниження спортивних результатів [85, 98].

Удосконалення функціонування дихальної системи осіб, які займаються спортом (особливо професійних спортсменів більшості спеціалізацій) вчені пов'язують із поліпшенням функціональних властивостей дихальних м'язів унаслідок тренувальних занять, зміною опору дихальних шляхів, економізацією функції апарату зовнішнього дихання [44]. Точне оцінювання та об'єктивний аналіз показників зовнішнього дихання допомагають підвищити ефективність професійного відбору та спортивної орієнтації [44]. Систематичні тренувальні заняття впливають на функціональні резерви дихальної системи спортсменів різних спеціалізацій [13, 72].

Система зовнішнього дихальна відіграє важливу роль у забезпеченні адаптації організму людей до фізичних навантажень різної інтенсивності та потужності [26, 31, 59, 71].

При оптимальних фізичних навантаженнях в системі дихання відбуваються певні зміни, а саме: прискорення частоти дихання; збільшення хвилинного об'єму; збільшення дихального об'єму.

МВЛ дає можливість оцінити функціональну здатність системи зовнішнього дихання, а тому, на відміну від інших спірографічних показників (ХОД, ЖЄЛ тощо), може бути використаним для оцінки тренуваності

спортсменів. У нормі МВЛ становить: у здорової людини – 80 – 100 л/хв, у спортсменів – 180 – 240 (200) л/хв. Споживання кисню – це сумарний показник, що відображає функціональний стан серцево-судинної і дихальної систем. Споживання кисню збільшується пропорційно до збільшення навантаження. Однак настає межа, коли подальше збільшення навантаження не супроводжується збільшенням споживання кисню. Цей рівень називається максимальним споживанням кисню (МСК) або кисневою межею. Величина максимального споживання кисню – це найвищий досяжний рівень аеробного обміну під час фізичного навантаження. Зазвичай, таке навантаження виснажує обстежуваного за 5–10 хв. Вище цієї межі м'язи, що працюють, виявляються в умовах недостатнього постачання киснем і в них збільшуються анаеробні обмінні процеси. Максимальне споживання кисню є показником аеробної спроможності організму. МСК забезпечується максимальною діяльністю органів газотранспортної системи: дихальною, серцево-судинною і системою крові. У стані спокою споживання кисню складає  $0,2-0,3 \text{ л}\cdot\text{хв}^{-1}$ , під час фізичної роботи у дорослих чоловіків, які не займаються активною спортивною діяльністю, МСК дорівнює  $2,5-3,5 \text{ л}\cdot\text{хв}^{-1}$  ( $40-50 \text{ мл}\cdot\text{хв}^{-1}\cdot\text{кг}^{-1}$ ). МСК у добре тренованих спортсменів, особливо у тих, які займаються циклічними видами спорту, може складати  $7-8 \text{ л}\cdot\text{хв}^{-1}$  ( $70-90 \text{ мл}\cdot\text{хв}^{-1}\cdot\text{кг}^{-1}$ ). Рівень МСК залежить від максимальних можливостей двох функціональних систем: киснево-транспортної і системи утилізації кисню. Киснево-транспортна система включає систему дихання, систему крові і систему кровообігу. Можливості цієї системи визначаються вмістом кисню в артеріальній крові та серцевим викидом, а також частково впливає на них вміст кисню в змішаній венозній крові.

## **РОЗДІЛ 2**

### **МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ**

Цифрові дані щодо композиційного складу тіла та показників киснево-транспортної системи спортсменів різної кваліфікації отримані на базі Державного науково-дослідного інституті фізичної культури і спорту (ДНДІФКІС) в науковій лабораторії діагностики функціонального стану спортсменів, завідувач лабораторії – к.н. з фіз. вих і спорту, доц. Кропта Р.В, якому виражаємо свою щиру вдячність за плідну співпрацю і цінні настанови під час підготовки нашої роботи.

#### **2.1 Методи дослідження**

Для вирішення поставлених завдань дослідження нами були використані наступні методи:

- аналіз літературних джерел, наукометричних баз та ресурсів;
- системний підхід;
- морфологічні;
- фізіологічні;
- математична статистика.

##### **2.1.1 Аналіз літературних джерел, наукометричних баз та ресурсів.**

Вивчення даних літератури з їхнім наступним аналізом здійснювалося на всіх етапах дослідження. Для підготовки літературного огляду використовували наукові джерела з міжнародних наукових баз даних GoogleScholar, PubMed і КиберЛенинка. На основі робіт вітчизняних і закордонних авторів досліджувалося стан проблеми, що розкриває особливості впливу спеціальної фізичної підготовки на композиційний склад тіла та показники киснево-транспортної системи спортсменів різної кваліфікації. Вивчення спеціальної літератури дозволило одержати дані, що стосуються вивчення характеристик складу тіла спортсменів та нетренованих осіб, особливості впливу фізичного навантаження на серцево-судинну, дихальну системи. У процесі над

магістерською роботою було вивчено 158 джерел спеціальної науково-методичної літератури, з них 59 іноземних.

**2.1.2 Системний підхід.** Системний підхід лежить в комплексному дослідженні великих і складних об'єктів (систем), дослідженні їх як єдиного цілого з узгодженим функціонуванням усіх елементів і частин. Виходячи з цього принципу, кожен елемент системи розглядається в його зв'язку і взаємодії з іншими елементами, виявляється вплив властивостей окремих частин системи на її поведінку в цілому, визначається оптимальний режим її функціонування [58, 94]. В нашому дослідженні системний підхід дозволив всебічно оцінити вплив фізичного навантаження на показники композиційного складу тіла, адаптаційні зміни серцево-судинної та дихальної системи під впливом фізичних навантажень, як впливають показники складу тіла на системи організму, і чи залежать показники фізичної активності від складу тіла спортсменів.

**2.1.3 Морфологічні.** Аналіз складу тіла — біоімпедансний метод визначення маси тіла і відсотка жиру в організмі спортсмена. При регулярному вимірюванні маси тіла і відсотка жиру в організмі можна точно визначити, як змінюється структурний склад тіла на користь активної м'язової маси — як жир поступово заміщується м'язовою тканиною. Нормальний вміст жиру у чоловіків до 30 років становить 14—20 %.

В нашому дослідженні для оцінки розмірів та компонентного складу тіла спортсменів використовувались професійні ваги-аналізатори фірми «InBody» та «TANITA BC-545», за допомогою яких ми отримуємо наступні дані: вага тіла (кг), індекс маси тіла (відношення маси до зросту – (маса/кг), (зріст/м) загальний жир (%), основний обмін (Ккал, Дж), метаболічний вік, вісцеральний жир (%), маса безжирової тканини - кісткова (кг), загально м'язи та органи (%), кількість води в організмі (%).

**2.1.4 Фізіологічні.** Застосовувався метод з використанням ергоспірометричної телеметричної системи «Oxuson Mobile». Прилад кріпиться в спортсмена на плечах, отримані дані в ході дослідження передаються на комп'ютер. Даний метод є одним з найбільш сучасних тому, що спостереження



за ключовими параметрами і станом спортсмена за допомогою комп'ютера відбувається в реальному часі. При цьому відбувається одночасна реєстрація функціонального стану серцево-судинної системи спортсменів, ергоспірометрії з використанням протоколів cardiopulmonary exercise testing (CPET), спірометрії (Spirometry/Flow-Volume), «вдих за вдихом» («Breath-by-Breath») усередині дихального циклу («Intra-Breath»), показників ЕКГ (ECG (optional)). Дослідження реакції кардіореспіраторної системи на різні дії за лабораторних умов здійснювали шляхом моделювання стандартних і максимальних навантажень на ергометрі.

### 2.1.5 Методи математичної статистики.

Для визначення середнього значення використовувалась формула:

$$\mu = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n}$$

$\mu$  – середнє значення

$a_1 + a_2 + \dots + a_n$  – обсяг суми

$n$  – розмір вибірки

Для визначення стандартного відхилення використовувалась формула:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \mu)^2}{n}}$$

$\sigma$  – стандартне відхилення

$n$  – розмір вибірки

$\mu$  – середнє значення для сукупності

$x_i$  – кожний елемент виборки

Для визначення показника помилки репрезентативності використовувалась формула:

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n - 1}}$$

$m$  – помилка репрезентативності

$\sigma$  – стандартне відхилення

$n$  – розмір вибірки

Для визначення показника варіативності використовувалась формула:

$$w = \frac{\sigma}{\mu \cdot 100\%}$$

$w$  – показник варіативності

$\sigma$  – стандартне відхилення

$\mu$  – середнє значення для сукупності

## **2.2 Організація досліджень.**

Дослідження проводились у 4 етапи протягом 2020–2021 рр.

Перший етап (вересень – грудень 2020 р.) включає пошук, аналіз і вивчення науково-методичної та спеціальної літератури з обраної теми, що дозволить обґрунтувати актуальність і напрями досліджень, сформулювати мету і завдання, визначити предмет і об'єкт досліджень, наукову новизну, практичну значущість роботи; підготовка 1 розділу роботи.

На другому етапі (січень – березень 2021 р.) опис наукових методів задля проведення дослідження; проаналізовано вплив фізичного навантаження на склад тіла та киснево-транспортної системи. На даному етапі відбулася підготовка 2 розділу магістерської.

На третьому етапі (квітень – вересень 2021 р) вивчено вплив компонентного складу тіла на показники системи кровообігу, системи зовнішнього дихання. На даному етапі відбулася підготовка 3 та 4 розділів магістерської роботи.

На четвертому етапі (жовтень – листопад 2021 р.) відбулося формулювання висновків роботи; здійснювалося оформлення і підготовка магістерської роботи до офіційного захисту.

### РОЗДІЛ 3.

В дослідженні взяло участь 35 осіб чоловічої статі, першого зрілого віку. Після поділу обстежених чоловіків на групи за показником максимального споживання кисню проводили оцінку даних композиційного складу тіла (маса тіла, безжирова маса тіла, вміст води, вміст жиру, відсоток вісцерального жиру, маса мінерального компоненту скелету).

Проведений аналіз характеристик системи зовнішнього дихання обстежених нами осіб, які займаються спортом на різному кваліфікаційному рівні, дозволив розділити їх на 4 групи за показниками максимального спожитого кисню (МСК):

**1 група** - спортсмени з найбільшим МСК в діапазоні 70 – 80 мл/кг/хв (табл. 3.1), які характеризуються найвищим рівнем фізичної працездатності серед усіх обстежених;

**2 група** - спортсмени з рівнем МСК, що відповідає діапазону 60 – 70 мл/кг/хв (табл. 3.2) і мають рівень фізичної працездатності вище середнього;

**3 група** - спортсмени середньої кваліфікації та аматори с діапазоном МСК 50 – 60 мл/кг/хв відповідно, які характеризуються середнім рівнем фізичної працездатності (табл. 3.3);

**4 група** - особи з найменшим показником МСК (40 – 50 мл/кг/хв), відповідно, з найбільш низьким рівень фізичної працездатності (табл. 3.4).

Стандартне відхилення МСК складає у першій групі - 2,52, у другій групі - 2,42, у третій групі - 2,16, у четвертій групі - 2,70.

Показник помилки репрезентативності для МСК дорівнює у першій групі - 42,24; у другій групі - 20,99; у третій групі - 16,31; у четвертій групі - 13,92.

Показник варіативності МСК становить у першій групі - 3,45%; у другій групі - 3,65%; у третій групі - 3,99%; у четвертій групі - 6,15%.

### 3.1. Результати досліджень спортсменів 1 групи

До 1 групи увійшли спортсмени з найбільшим МСК (в діапазоні 70 – 80 мл/кг/хв (табл. 3.1), які характеризуються найвищим рівнем фізичної працездатності серед усіх обстежених. Варто зазначити, що з загальної кількості обстежених осіб ( $n = 35$ ) до означеної групи увійшло лише 4 спортсмени. Рівень МСК серед представників цієї групи складав в середньому  $\bar{x} = 73,16$  мл/кг/хв, при цьому найбільший показник МСК склав – 76 мл/кг/хв, а найменший – 70,37 мл/кг/хв.

Таблиця 3.1

#### Морфо-функціональні показники спортсменів 1 групи

№	Особи	VO <sub>2</sub> max х мл/кг/ хв	Маса тіла (кг)	БМТ * (кг)	% жир у	% води	ММК * (кг)
1.	Обстежений Ворон., 22 р.	76	70,6	62,1	12	62,4	3,1
2.	Обстежений Алфім., 22 р.	74,4	61,1	58,1	5	68,9	2,9
3.	Обстежений Мат., 22 р.	71,9	64,3	61,6	5	69,5	3
4.	Обстежений Вор., 23р.	70,37	70,2	61,6	12,3	62,4	3,1
<b>Середнє значення</b>		<b>73,16</b>	<b>66,55</b>	<b>60,85</b>	<b>8,58</b>	<b>65,8</b>	<b>3,03</b>

БМТ\* - безжирова маса тіла, ММК\* - маса мінерального компоненту скелету

Маса тіла обстежених спортсменів 1 групи в середньому складала  $\bar{x} = 66,55$  кг, при цьому означений показник варіював в діапазоні від 70,6 кг (найбільша маса тіла у обстеженого з найбільшим МСК) до 61,1 кг (найменше значення маси тіла, зареєстроване у обстеженого Алфім., другого за рейтингом МСК).

Безжирова маса тіла у представників 1 групи в середньому складає  $\bar{x} = 60,85$  кг. Виходячи із показників маси тіла та безжирової маси тіла, буде вірно зауважити, що в середньому жирова маса тіла спортсменів становить  $\bar{x} = 5,7$  кг.

Наступний показник компонентного складу тіла, що на нашій погляд важливий в дослідженні рівня фізичної працездатності, є відсоток жиру в організмі. Референтне значення для цього показника коливається в діапазоні 5% – 16%. Для видів спорту з переважним проявом витривалості значення норми

цього показника варіює в наступних межах - спортивне орієнтування (7% – 16%), триатлон, спортивна ходьба (5% – 12%), та легка атлетика (8% – 15%).

Одним з життєво важливих показників є відсоток води в організмі, референтне значення для спортсменів в середньому складає  $\bar{x} = 65,8\%$ , що є більшим від показників норми (50% – 65%), але варто зауважити, що відсоток води необхідно розглядати як орієнтований, так як протягом доби вміст води в організмі змінюється.

Останній показник компонентного складу тіла спортсменів, який доречно розглянути з точки зору наших досліджень є маса мінерального компоненту скелету, референтне значення якого для спортсменів 1 групи в середньому становить  $\bar{x} = 3,03$  кг.

### 3.2. Результати досліджень спортсменів 2 групи

До 2 групи обстежених увійшли спортсмени з рівнем МСК, що відповідає діапазону 60 – 70 мл/кг/хв (табл. 3.2), тобто, представники даної групи мають здатність організму виконувати фізичні навантаження та засвоювати кисень на рівні максимального та субмаксимального навантаження.

Таблиця 3.2

#### Морфо-функціональні показники спортсменів 2 групи

№	Особи	VO <sub>2</sub> max (мл/кг/хв)	Маса тіла (кг)	БМТ* (кг)	% жиру	% води	ММК* (кг)
1.	Обстежений Купр., 32 р.	69,9	64,6	54,9	14,9	60,5	2,8
2.	Обстежений Крак., 22 р.	68,8	61,1	54,9	10,1	64,8	2,8
3.	Обстежений Звяг., 22 р.	68,2	64,8	61,6	5	70,8	3,1
4.	Обстежений Гич., 22 р.	68,0	68	63,7	6,3	68,5	3,2
5.	Обстежений Бой., 23 р.	67,2	58,4	50,7	13,1	64,2	2,7
6.	Обстежений Рост., 29 р.	66,4	61	58	5	71,4	2,9
7.	Обстежений Комен., 22 р.	65,8	71,7	63,4	11,6	63,2	3,2
8.	Обстежений Гр., 22 р.	65,6	69,9	58,8	15,9	60,5	2,9
9.	Обстежений Граб., 22 р.	65,3	62,8	57,5	8,5	65,4	2,9
10.	Обстежений Риж., 22 р.	63,7	77,1	68,7	10,9	63,2	3,4
11.	Обстежений Звяг., 22 р.	61,5	65,9	61,7	6,4	67	3,1
<b>Середнє значення</b>		<b>66,38</b>	<b>65,94</b>	<b>59,45</b>	<b>9,79</b>	<b>65,41</b>	<b>3</b>

Визначення показників компонентного складу тіла та максимального споживання кисню спортсменів означеної групи продемонструвало наступне. До даної групи увійшло 11 спортсменів від загальної кількості обстежених ( $n = 35$ ).

Максимальне споживання кисню для спортсменів даного рівня становить в середньому  $\bar{x} = 66,38$  мл/кг/хв. Маса тіла в середньому складала  $\bar{x} = 65,94$  кг, найбільша маса тіла (77,1 кг) була в обстеженого, який за рейтингом показника МСК (63,7 мл/кг/хв) займав 1 - позицію, а найменша маса тіла складала 61,0 кг у спортсмена, якій має значення МСК 66,4 мл/кг/хв.

Важливим чинником композиційного складу є безжирова маса тіла, яка у представників 2 групи обстежених в середньому становить  $\bar{x} = 59,45$  кг. Відповідно, значення жирової маси тіла означеної групи в середньому складає  $\bar{x} = 6,49$  кг. При цьому коливання показника БМТ відбувається в межах від 50,7 кг (найменша безжирова маса у осіб 2 групи) до 68,7 кг (найбільше значення серед обстежених 2 групи).

Визначення відсотку жиру в організмі групи спортсменів з рівнем фізичної працездатності вище середнього становить в середньому  $\bar{x} = 9,79\%$ , що є нормою для спортсменів видів спорту з переважним проявом витривалості. Референтне значення означеного показника коливається в діапазоні від 5% (нижня межа для осіб 2 групи) до рівня 15,9% (верхня межа для обстежених 2 групи).

Значення вмісту води в організмі обстежених 2 групи складає  $\bar{x} = 65,41\%$ . Найбільше значення цього параметру зареєстровано у двох осіб і складало 71,4% та 70,8%.

Показник маси мінерального компоненту скелету, який складає в середньому  $\bar{x} = 3$  кг, також демонструє досить широку варіабельність і коливається в межах від значення 2,7 кг до 3,2 кг (табл. 3.2).

### **3.3. Результати досліджень спортсменів та аматорів 3 групи**

До представників 3 групи, згідно ранжування показника МСК, увійшли спортсмени середньої кваліфікації та аматори з діапазоном максимального споживання кисню 50 – 60 мл/кг/хв відповідно, які характеризуються середнім

рівнем фізичної працездатності (табл. 3.3). Означена група в нашому дослідженні стала найбільшою, до її складу увійшли 12 з 35 осіб. Результати морфо-функціональних показників і значень композиційного складу їх тіла продемонстрували наступне.

Таблиця 3.3

### Морфо-функціональні показники спортсменів та аматорів 3 групи

№	Особи	VO <sub>2</sub> max мл/кг/хв)	Маса тіла (кг)	БМТ* (кг)	% жиру	% води	ММК* (кг)
1.	Обстежений Нік., 28 р.	58,5	66	61,3	7,1	62,2	3,1
2.	Обстежений Вечк., 35 р.	56,2	69,9	64,7	7,4	67,7	3,2
3.	Обстежений Сем., 36 р.	55,3	75,5	66,4	12	62,6	3,3
4.	Обстежений Корец., 22 р.	55,0	66,5	63,2	5	71	3,1
5.	Обстежений Астаф., 22 р.	54,9	73,5	67,5	10,4	63,5	3,3
6.	Обстежений Сур., 23 р.	54,4	75,1	67,4	10,2	63,8	3,3
7.	Обстежений Дор., 34 р.	54,2	75,8	67,5	10,4	63,5	3,3
8.	Обстежений Полян., 22 р.	53,7	70,3	65,9	6,2	66,9	3,3
9.	Обстежений Терем., 22 р.	53,1	64,9	61,7	5,0	67,9	3,1
10.	Обстежений Ющен., 26 р.	51,6	76,1	66,4	12	62,6	3,3
11.	Обстежений Кор., 33 р	51,5	71,9	62,7	12,8	64,1	3,1
12.	Обстежений Нікол., 29 р.	50,9	66	60,9	10,4	63,2	3
<b>Середнє значення</b>		<b>54,10</b>	<b>70,96</b>	<b>64,63</b>	<b>9,45</b>	<b>64,92</b>	<b>3,20</b>

Критерій аеробної потужності, а саме показник МСК у представників цієї групи в середньому складає  $\bar{x} = 54,10$  мл/кг/хв. При цьому найбільший показник МСК зареєстрований на рівні 58,5 мл/кг/хв, а найменший характеризується значенням 50,9 мл/кг/хв.

Маса тіла обстежених 3 групи в середньому становить  $\bar{x} = 70,96$  кг. Найбільше значення цього показника було зареєстровано на рівні 76,1 кг (у обстеженого зі значенням МСК 51,6 мл/кг/хв), а найменша маса тіла (66 кг) була зафіксована одразу у двох осіб (показники МСК відповідно 58,5 мл/кг/хв та 50,9 мл/кг/хв).

Безжирова маса тіла у обстежених спортсменів 3 групи також демонструє доволі високий ступінь варіабельності – від мінімального значення 61,3 кг до максимального 67,5 кг. В середньому означений показник складає  $\bar{x} = 64,63$  кг.

Наступним проаналізованим нами показником компонентного складу тіла спортсменів є відсоток жиру в організмі. Референтне значення для цього показника коливається в діапазоні від 5% – 16% , що є нормою, для видів спорту на витривалість. Значення для спортсменів та аматорів з середнім показником рівня фізичної працездатності становить  $\bar{x} = 9,45\%$ .

Вміст води в організмі представників 3 групи складає в середньому  $\bar{x} = 64,92\%$ . Найбільше води відзначається в обстеженого Корец., та становить 71%.

Останній важливий показник компонентного складу тіла спортсменів, що розглядається в наших дослідженнях є маса мінерального компоненту скелету. Середнє значення означеного показника для обстежених 3 групи (середній рівень фізичної працездатності) становить  $\bar{x} = 3,20$  кг.

### 3.4. Результати досліджень спортсменів та аматорів 4 групи

До 4-ої групи обстежених увійшли особи з найменшим показником МСК (40 – 50 мл/кг/хв), відповідно, з найбільш низьким рівнем фізичної працездатності. Варто зауважити, що у аматорів цей показник коливається в діапазоні 40-55 мл/кг/хв. Перевищення рівня 55 мл/кг/хв надає підстави конкурувати на певних стартах аматорського рівня. До складу 4-ої групи увійшли 8 з 35 осіб, які взяли участь в дослідженні (табл. 3.4.)

Таблиця 3.4

#### Морфо-функціональні показники спортсменів та аматорів 4 групи

№	Особи	VO <sub>2</sub> max (мл/кг/хв)	Маса тіла (кг)	БМТ* (кг)	% жиру	% води	ММК* (кг)
1.	Обстежений Троф., 34 р.	48,5	92,8	78,61	19,1	66,5	3,6
2.	Обстежений Куб., 34 р.	46,30	90,5	66,8	18	58,6	3,2
3.	Обстежений Мон., 22 р.	46,1	66,8	74,4	16,6	68,2	3,6
4.	Обстежений Бел., 22 р.	43,3	50,5	46,5	9	66	2,7
5.	Обстежений Варф., 33 р	43,3	80,0	70,6	11,7	64,3	3,5
6.	Обстежений Суш., 35 р.	42,07	84,6	67,7	17,6	55,8	3,1
7.	Обстежений Гонч., 29 р	42,0	99,1	78,59	20,7	58,4	3,8
8.	Обстежений Єстер., 35 р.	40,5	94	78	20,1	60,6	3,9
<b>Середнє значення</b>		<b>44,01</b>	<b>82,3</b>	<b>70,13</b>	<b>16,60</b>	<b>62,30</b>	<b>3,47</b>



Встановлено, що показник МСК у представників 4 групи відповідає низькому рівню фізичної працездатності. Для спортсменів та аматорів даної групи в дослідженнях середній показник МСК становить  $\bar{x} = 44,01$  мл/кг/хв.

Загальна маса тіла у обстежених осіб даної групи в середньому складала  $\bar{x} = 82,3$  кг. Означений показник характеризується найзначнішою варіабельністю у представників саме 4 групи тому, що коливання його значень відбувалося у найбільш широкому діапазоні – максимальне значення маси тіла зареєстровано на рівні 99,1 кг (в обстеженого з показником МСК на рівні 42,0 мл/кг/хв), а найменше значення склало 50,5 кг (у обстеженого зі значенням МСК 43,3 мл/кг/хв).

Безжирова маса тіла у спортсменів і аматорів 4 групи в середньому становить  $\bar{x} = 70,13$  кг. Виходячи з вище зазначених показників маси тіла та безжирової маси тіла, варто зауважити що жирова маса тіла в середньому складає  $\bar{x} = 12,17$  кг, найбільша жирова маса становить 23,7 кг, в обстеженого Кубі., (показник МСК 46,3 мл/кг/хв, маса тіла 90,5 кг, безжирова маса тіла 66,8 кг, відсоток жиру 18%). Зважаючи на вищесказане можна стверджувати, що в даного обстеженого є надлишок маси тіла (ІМТ – 26,2), що потребує корекції та виправлення раціону харчування.

Визначення відсотку жиру в організмі групи спортсменів та аматорів з низьким рівнем фізичної працездатності становить в середньому  $\bar{x} = 16,60\%$ , що є більше норми для спортсменів видів спорту з переваним проявом витривалості. Референтне значення коливається від 5% до 16%, в межах означеного діапазона зареєстровано лише два обстежених з восьми (зі значеннями 9% та 11,7%). В шести інших цей показник значно перевищує референтні значення, та коливається від 16,6% до 20,7%.

Вміст води в організмі обстежених представників 4 групи характеризується середнім значенням  $\bar{x} = 62,30\%$ , що відповідає нормі.

Показник мінерального компоненту скелету у спортсменів і аматорів 4 групи складає в середньому  $\bar{x} = 3,47$ , що також є найбільшим значенням серед усіх обстежених спортсменів.

Підсумовуючи розділ, присвячений викладенню результатів нашого дослідження, вважаємо за потрібне зупинитись на наступному. Усі обстежені нами 35 осіб були розподілені на 4 групи. Критерієм ранжування слугувало максимальне споживання кисню як показник рівня фізичної працездатності. До 1-ої групи увійшли найбільш висококваліфіковані спортсмени, натомість, 4 групи склали переважно аматори та низькокваліфіковані спортсмени. Відповідно, 2-у та 3-ю групу склали спортсмени з рівнем фізичної працездатності вище середнього та середнім.

Морфо-функціональні показники композиційного складу тіла обстежених осіб різняться як серед представників однієї групи, так і між окремими групами.

## РОЗДІЛ 4

### АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

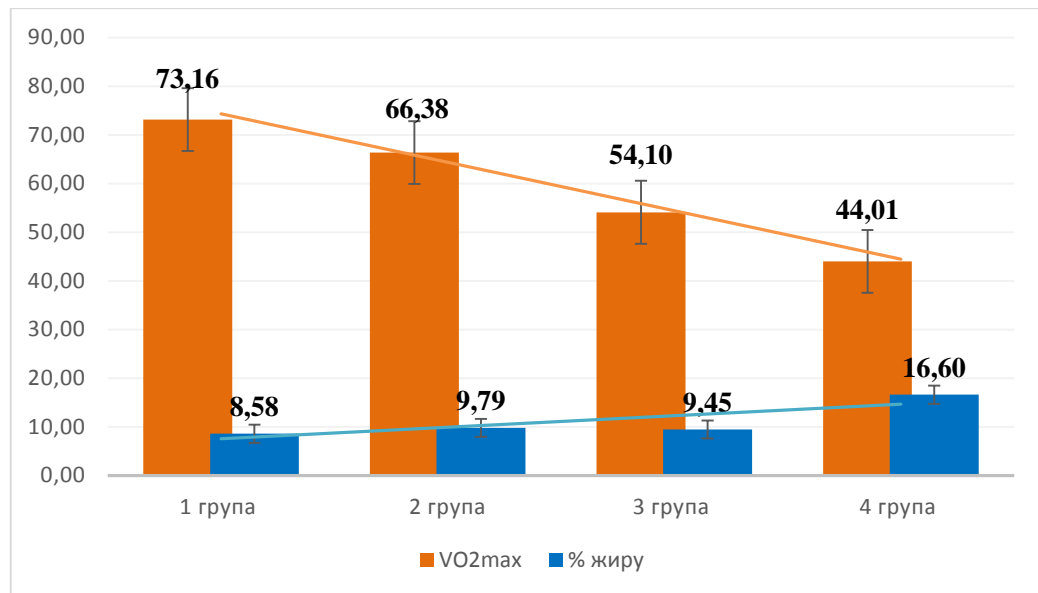
Показники композиційного складу тіла та киснево-транспортної системи спортсменів різної кваліфікації з переважним проявом витривалості, дають нам змогу оцінити та порівняти спортивні результати для підвищення тренуваності та адекватного побудування тренувального процесу з урахуванням раціонального харчування – для досягнення високих спортивних результатів спортсменів-професіоналів та спортсменів-аматорів.

Морфо-функціональні особливості організму спортсменів та аматорів дозволяють зробити висновок про рівень фізичної працездатності людини і дозволяють спрогнозувати потенційну ефективність спортивних тренувань для конкретного спортсмена.

#### **4.1. Особливості кореляційного взаємозв'язку між показниками МСК і вмістом жирової маси.**

На рисунку 4.1 наведена діаграма, яка демонструє кореляційний взаємозв'язок між середніми значеннями показників рівня МСК та відсотку жиру в організмі у представників всіх 4 груп обстежених осіб. Для осіб з найвищим рівнем фізичної працездатності серед обстежених нами осіб здатності (1 група) значення МСК становить 73,16 мл/кг/хв, у представників 2 групи - 66,38 мл/кг/хв (рівень фізичної працездатності – вище середнього), у осіб 3 групи - 54,10 мл/кг/хв (фізична працездатність – на середньому рівні). Найнижче значення МСК є характерним для представників 4 групи, які мають мінімальний рівень фізичної працездатності - 44,01 мл/кг/хв. Аналіз результатів дослідження вмісту жиру в організмі дозволив встановити наступне – найменший відсоток жирових відкладень зафіксований у представників 1 групи, які мають найвищий рівень фізичної працездатності, найбільший вміст жирової тканини – у осіб з 4 групи обстежених, які мають мінімальний рівень фізичної працездатності. По мірі зниження рівня фізичної працездатності МСК стає меншим, а відсоток жиру

починає змінюватись в плюсовому діапазоні та стає більшим відносно показників попередніх груп. Єдиним виключенням з цього є результати обстежених 3-ої групи, в яких відсоток жирової маси виявився нижчим за лінію тренду на рисунку.

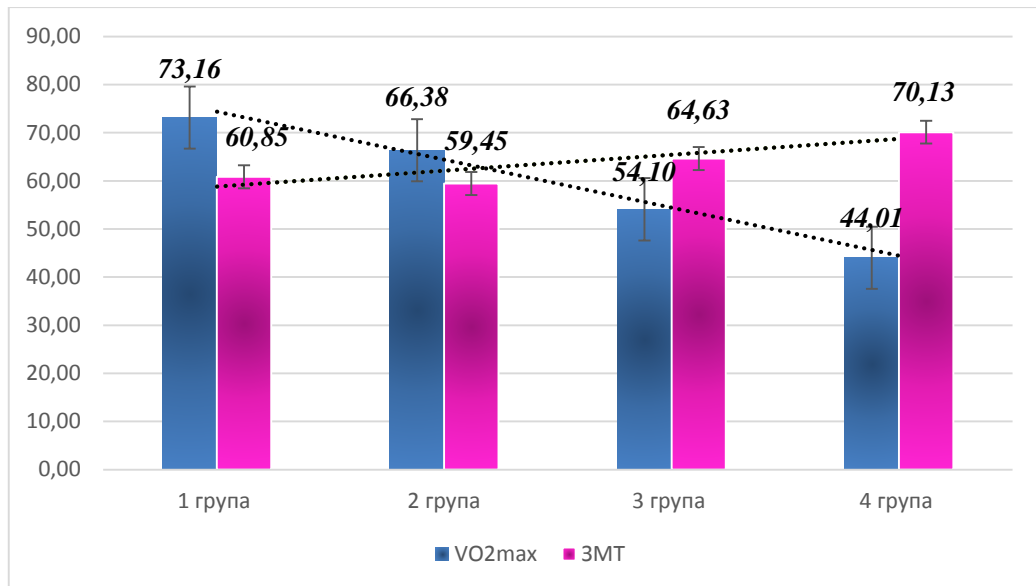


**Рисунок 4.1 - Співвідношення середніх значень показників споживання кисню (мл/кг/хв) і вмісту жиру в організмі (% від маси тіла).**

Таким чином, характер кореляційного взаємозв'язку між показниками МСК і вмістом жиру в організмі є взаємозворотнім – чим вищий рівень МСК, тим менше жиру в організмі людини і навпаки. Варто зауважити, що для спортсменів з низьким рівнем фізичної працездатності потрібно переглянути раціон харчування для нормалізації та зниження відсотку жиру в організмі.

#### **4.2. Особливості кореляційного взаємозв'язку між показниками МСК і безжирової маси тіла.**

У наступній частині нашої роботи ми аналізували потенційний взаємозв'язок між показниками МСК і безжирової маси тіла. Результати цього аналізу у графічному вигляді зображені на рисунку 4.2.



**Рисунок 4.2 - Співвідношення середніх значень показників максимального споживання кисню (мл/кг/хв) і безжирової маси тіла (кг)**

Стандартне відхилення рівня БМТ поміж групами виявилось розподіленим наступним чином: у першій групі - 10,75; у другій групі - 5,03; у третій групі - 2,55; у четвертій групі - 10,75.

Показник помилки репрезентативності у різних групах для показника БМТ становлять: у першій групі - 22,18; у другій групі - 18,80; у третій групі - 19,49; у четвертій групі - 22,18).

Показник варіативності БМТ складає у першій групі - 15,33%; у другій групі - 8,46%; у третій групі - 3,94%; у четвертій групі - 15,33% відповідно.

Розподіл показників БМТ серед представників обстежених груп спортсменів виявився наступним – мінімальне значення безжирової маси тіла зафіксовано у представників 1 групи; далі по мірі зменшення рівня МСК зростає показник БМТ (для спортсменів з дуже добрим рівнем фізичної працездатності БМТ складає – 60,85кг, з рівнем фізичної працездатності вище середнього – 59,45 кг, у осіб з середнім рівнем фізичної працездатності – 64,63 кг та у обстежених з низьким рівнем фізичної працездатності – 70,13 кг). Характерним є той факт, що від загальної тенденції взаємозв'язку між показниками МСК та БМТ

відхиляється третя група обстежених – показник безжирової маси у представників означеної групи виявляється нижчим за лінію тренду.

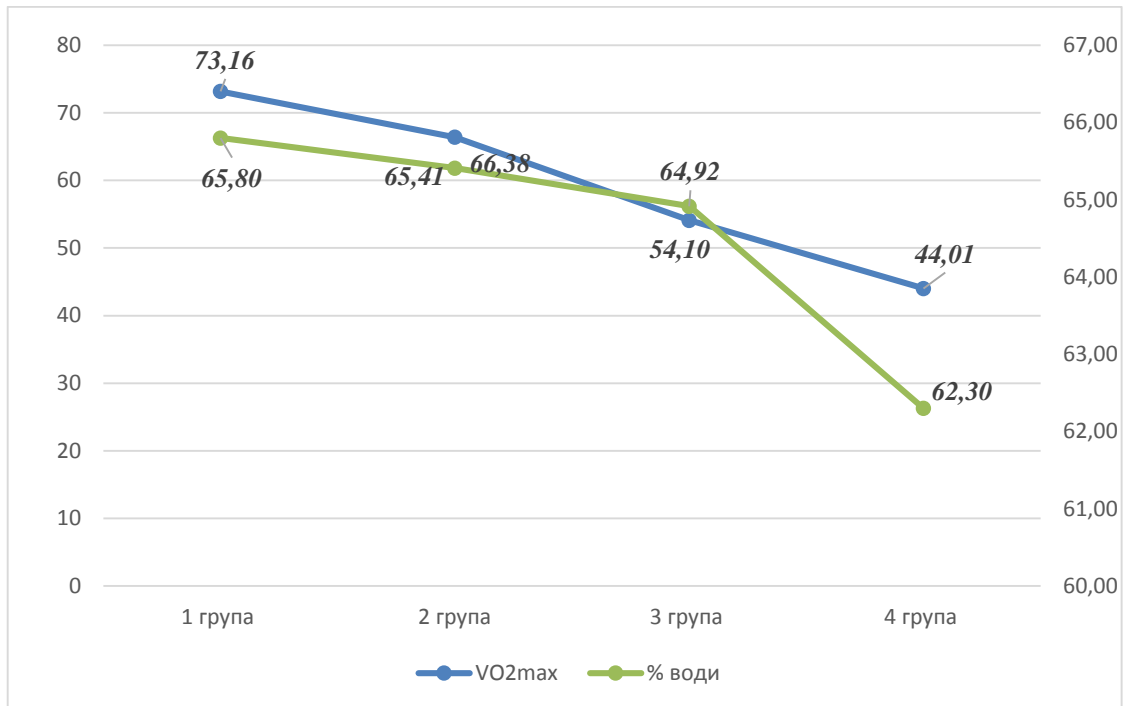
Таким чином, нам вдалося встановити особливості кореляції між показниками МСК та БМТ; означений зв'язок має взаємозворотній характер – чим нижчий рівень МСК, тим більшим є показник БМТ.

#### **4.3. Особливості кореляційного взаємозв'язку між показниками МСК і вмістом води в організмі.**

Вода в організмі людини відіграє важливу роль, а саме – виконує функції універсального розчинника, забезпечує проведення електричної енергії у вигляді біопотенціалів в збудливих тканинах, здійснює транспорт дихальних газів, поживних речовин і метаболітів у рідких середовищах організму, допомагає у підтримці постійності температури тіла тощо. Фізичні навантаження з переважним проявом витривалості без споживання і підтримання належної кількості води в організмі можуть призводити до зниження ефективності роботи скелетних і інших видів м'язів та систем органів. Показники спортивної результативності при цьому значно погіршуються, а головне, що недостатня кількість води в організмі може становити небезпеку для здоров'я та життя людини.

Не варто забувати, що надмірне споживання рідини є також потенційно небезпечним. Спортсмени-аматори, які займаються видами спорту з переважним проявом витривалості, долають дистанції не так швидко, як спортсмени-професіонали і, відповідно, втрачають відповідно воду не так інтенсивно. Поновлювати водний баланс під час тренування та змагання в обов'язку, який перевищує рівень витраченої вологи, не варто тому, що це може призвести до порушень діяльності ЦНС та серцево-судинної системи. Відповідно, для оптимальної реалізації поставлених цілей в практиці спорту вміння оцінити, проаналізувати і відкорегувати вміст води в організмі відіграє важливу роль.

У наступній частині нашої роботи ми встановлювали наявність потенційного взаємозв'язку між показниками МСК і відсотком води в організмі. Результати цього аналізу у графічному вигляді зображені на рисунку 4.3.



**Рисунок 4.3 - Співвідношення середніх значень показників максимального споживання кисню (мл/кг/хв) і вмісту води в організмі (% від маси тіла)**

Як видно з рисунку, у всіх обстежених осіб спостерігається пряма залежність між максимальним споживанням кисню і показником відсотку води в організмі. В обстежених з дуже добрим рівнем фізичної працездатності відсоток води в середньому представляє собою максимальне значення порівняно з іншими групами (65,80%), у спортсменів другої групи (рівень фізичної працездатності вище середнього) цей показник складає 65,42%, у осіб з 3 групи – 64,92% та у представників 4 групи (особи з низьким рівнем фізичної працездатності) значення вмісту води в організмі є мінімальним – 62,30%, так само, як і показник МСК.

За допомогою математичної статистики ми отримали наступні показники такі, як стандартне відхилення відсотку води в організмі: у першій групі - 3,93; у другій групі - 3,70; у третій групі - 2,77; у четвертій групі - 4,54ю

Показник помилки репрезентативності відсотку води в організмі становить у першій групі - 37,99; у другій групі - 20,68; у третій групі - 19,57; у четвертій групі - 19,70.

Показник варіативності відсотку води в організмі складає у першій групі - 5,98%; у другій групі - 5,66%; у третій групі - 4,27%; у четвертій групі - 7,28%.

Варто констатувати той факт, що показник (відсотку води) для всіх групи фізичної працездатності відповідає нормі, тобто спортсмени-професіонали та спортсмени-аматори слідкують за надходженням та виведенням води з організму.

Таким чином, вміст води в організмі усіх обстежених осіб демонструє тенденцію до безпосередньої, прямої кореляції зі значеннями МСК - чим вищий рівень МСК, тим більшим є вміст води в організмі спорстмена.

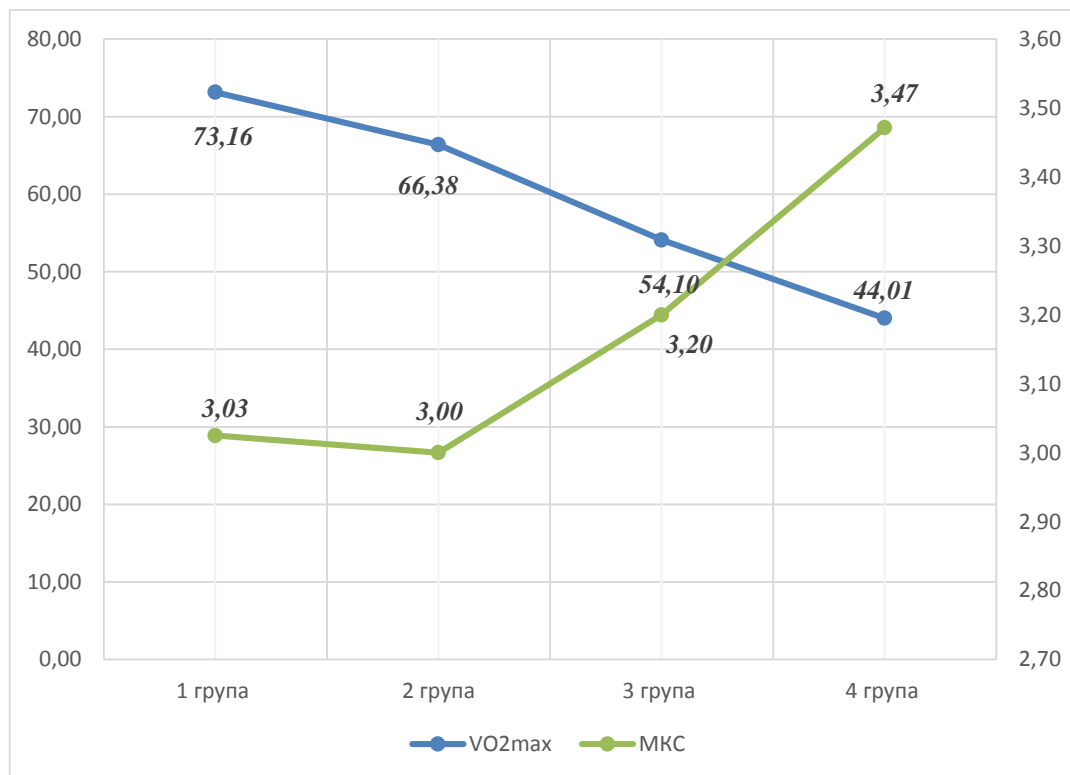
#### **4.4. Особливості кореляційного взаємозв'язку між показниками МСК і маси мінерального компоненту скелету.**

В тренувальному та змагальному процесі важливими є не тільки характеристики, зазначені вище, а й показник мінерального компоненту скелета спортсменів. Це обумовлено тим фактом, що саме скелет виконує опорну функцію при здійсненні рухових актів у фізичній діяльності. Для нормального та ефективного функціонування кісткової тканини потрібні органічні речовини, мінеральні компоненти, вода тощо. Мінеральні речовини кістки представлені макро- та мікроелементами, та їх солями. Найважливішим для структурної цілісності кісток і їх належного функціонування є кальцій, на частку якого в скелеті людини припадає до 99%. Органічні та мінеральні речовини забезпечують кістковій тканини належні характеристики міцності і пружності для оптимального виконання опорно-рухової функції. Відповідно, оцінка



показника маси мінерального компоненту скелету є одним з важливих у нашому дослідженні.

У наступній частині нашої роботи ми аналізували потенційний взаємозв'язок показниками МСК і масою мінерального компоненту скелету. Результати цього аналізу у графічному вигляді представлені на рисунку 4.4.



**Рисунок 4.4 - Співвідношення середніх значень показників максимального споживання кисню (мл/кг/хв) і маси мінерального компоненту скелету (кг)**

Отримане в наших дослідженнях стандартне відхилення маси мінерального компоненту скелету становить у першій групі 0,10; у другій групі - 0,21; у третій групі - 0,11; у четвертій групі - 0,41.

Показник помилки репрезентативності для маси мінерального компоненту скелету дорівнює у першій групі - 1,75; у другій групі - 0,95; у третій групі - 0,98; у четвертій групі - 1,10.

Показник варіативності маси мінерального скелету становить у першій групі - 3,17%; у другій групі - 7,15%; у третій групі - 3,53%; у четвертій групі - 11,73%).

Як і у випадках з показниками вмісту жиру в організмі і безжировою масою, кореляція між значеннями МСК і мінеральним компонентом скелету є взаємозворотньою. Для спортсменів з дуже добрим рівнем фізичної працездатності цей показник (маса мінерального скелету) в середньому становить – 3,03 кг, для спортсменів з вище середнім рівнем фізичної працездатності – 3,0 кг, для спортсменів з середнім – 3,20 кг та для спортсменів з низьким рівнем складає – 3,47 кг. Референтне значення маси мінерального компоненту скелету у видах спорту з переважним проявом витривалості складає 2,7 – 3,7 кг.

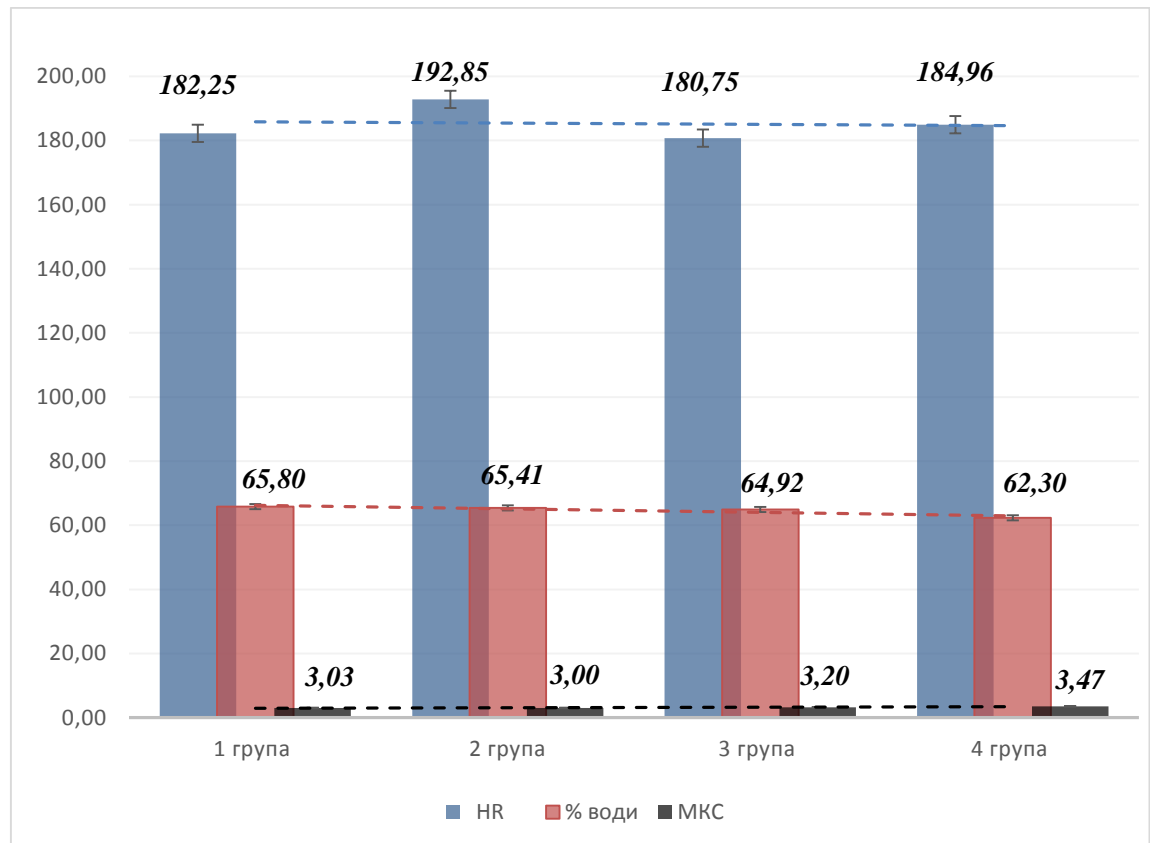
Таким чином, маса мінерального компоненту скелету в організмі усіх обстежених нами осіб знаходиться у зворотньому взаємозв'язку з показником МСК - чим нижчий рівень максимального споживання кисню, тим більшою є маса мінерального компоненту скелету спортсмена.

#### **4.5. Особливості взаємозв'язку між показниками ЧСС і композиційним складом тіла спортсменів.**

Частота серцевих скорочень під час фізичного навантаження збільшується до 140-160 ударів за хвилину, іноді навіть і більше. Фізіологічний сенс означеного явища полягає у збільшенні кровотоку всередині скелетних м'язів під час активної фізичної роботи з метою кращого постачання м'язової тканини киснем і поживними речовинами. Звичайним явищем для високопрофесійних спортсменів видів спорту з переважним проявом витривалості є так звана синусова брадикардія, яка представляє собою пристосувальну реакцію серця з метою економізації енергетичних ресурсів. Варто зазначити, що виконання насосної функції серця відбувається з метою перекачування крові, яка більш ніж на 50% складається з води. Існує пряма залежність між показником в'язкості

крові, який залежить від кількості рідкої частини крові (плазми) і частотою скорочень серця, особливо у випадку фізичного навантаження.

Відповідно, у наступній частині нашої роботи ми намагалися проаналізувати наявність потенційного взаємозв'язку між такими показниками композиційного складу тіла, як вміст води в організмі і ЧСС. Результати означеного аналізу представлені на рисунку 4.5.

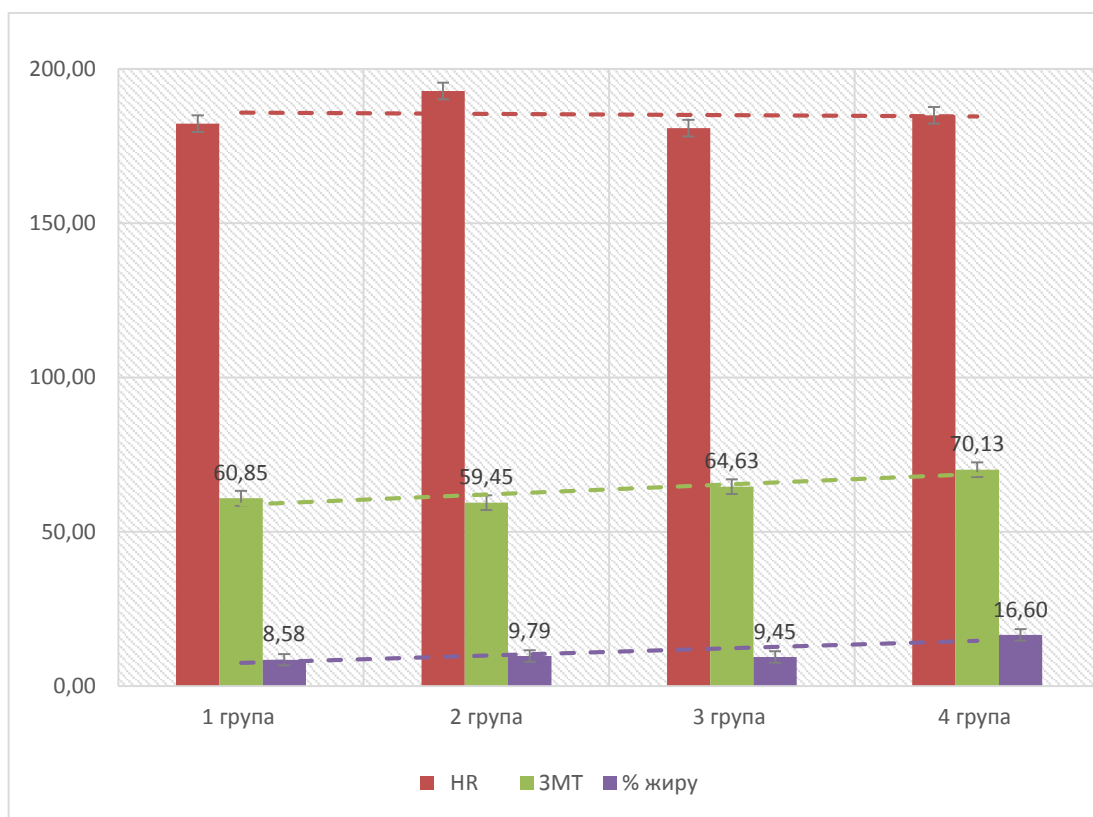


**Рисунок 4.5 - Співвідношення показників композиційного складу тіла (відсоток води, маса мінерального компоненту скелету) та частоти серцевих скорочень**

Варто зазначити, що на рисунку 4.5 прослідковуються відповідні дані, що стосуються значень ССС і показниками складу тіла. У представників 1 групи (найбільш тренуваних) ЧСС в середньому дорівнює – 182,25 ударів за хвилину (при відсотку води в організмі – 65,80%, маса мінерального компоненту скелету – 3,03 кг). У осіб з 2 групи в середньому ЧСС дорівнює 192,85 ударів за хвилину (при відсотку води в організмі – 65,41%, та мінеральної маси скелету – 3,00 кг). У осіб з третьої групи показник ЧСС складає 180,75 ударів за хвилину (при

відсотку води в організмі - 64,92% та мінеральної маси скелету - 3,20 кг). У представників 4 групи, з найнижчим рівнем фізичної працездатності, частота серцевих скорочень має наступний показник – 184,96 ударів на хвилину (відсоток води в організмі - 62,30%, маса мінерального скелету - 3,47 кг).

Нажаль, констатувати наявність прямого або зворотнього кореляційного зв'язку між зазначеними у цьому підрозділі морфо-функціональними ознаками ми не можемо. Це є справедливим також для показників композиційного складу тіла і характеристиками, які представлені на рисунку 4.6.



**Рисунок 4.6 – Співвідношення показників композиційного складу тіла (безжирова маса тіла, відсоток жиру) та частоти серцевих скорочень**

На рисунку 4.6 наведені показники ЧСС, безжирової маси тіла і вмісту жиру в організмі. Втім, жодної тенденції до можливого зв'язку між означеними параметрами встановлено не було.

Варто зауважити, що неповноцінне харчування і незбалансований раціон призводять до збільшення маси тіла і відсотку жиру в організмі, наслідком чого

є підвищене навантаження на діяльність серця і структурно-функціональні елементи скелету. Варто констатувати той факт, що для спортсменів-професіоналів та спортсменів-аматорів варто переглянути раціон харчування та питний режим. Потрібно обмежити продукти, що містять рафіновані вуглеводи.

У раціоні харчування необхідним є переважання нежирних сортів м'яса та риби, бажано вживати морепродукти, нежирний сир, сирі овочі та фрукти з вмістом грубої клітковини; останні бажано вживати в першій половині дня.

Під час тренувальної або змагальної діяльності не варто пропускати прийоми їжі, не допускати стану голодування організму. Потрібно обов'язково снідати, так як це допоможе уникнути переїдань та надає необхідний запас енергії на досить тривалий проміжок часу. Важливою запорукою ефективної спортивної діяльності є дотримання належного водного балансу, що досягається завдяки споживанню 30 - 40 мл води на кг маси тіла. З метою запобігання зневодненню організму оптимальним є споживання води перед фізичними навантаженнями, під час та в перші години відпочинку. Варто пити невеликими порціями, в кількості не більше 200-250 мл за кожні 15-20 хвилин. Рекомендовано також прибрати з раціону харчування продукти, які збуджують апетит (соуси, підливи, прянощі) і будувати режим харчування відповідно до динаміки фізичного навантаження, зважаючи на інтенсивність та тривалість рухової активності.

## ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній магістерській роботі викладені аналітичні узагальнення, доповнення та вивчені нові дані, щодо впливу фізичних навантажень з переважним проявом витривалості на морфофункціональні особливості організму спортсменів. Нами були досліджені спортсмени з різним рівнем фізичної працездатності наступних видів спорту (легка атлетика, триатлон, споривна ходьба, спортивне орієнтування). За результатами дослідження встановлено наступне:

1. Характер кореляційного взаємозв'язку між показниками максимального споживання кисню і вмістом жиру в організмі спортсменів видів спорту з переважним проявом витривалості залежить від рівня фізичної працездатності та є взаємозворотним – чим вищий рівень максимального споживання кисню, тим менше жиру в організмі людини і навпаки.

2. Особливості кореляції між показниками максимального споживання кисню та безжирової маси тіла також характеризуються взаємо-звратною залежністю - чим нижчий рівень максимального споживання кисню, тим більшим є показник безжирової маси тіла, що пояснюється збільшенням загальної маси тіла людини.

3. Вміст води в організмі усіх обстежених осіб демонструє тенденцію до безпосередньої, прямої кореляції зі значеннями максимального споживання кисню - чим вищий рівень максимального споживання кисню, тим більшим є вміст води в організмі спортсмена.

4. Маса мінерального компоненту скелету в організмі усіх обстежених нами осіб знаходиться у зворотньому взаємозв'язку з показником максимального споживання кисню - чим нижчий рівень максимального споживання кисню, тим більшою є маса мінерального компоненту скелету спортсмена.

5. Прямого або зворотнього кореляційного зв'язку між показниками частоти серцевих скорочень та композиційного складу тіла спортсменів різної кваліфікації (відсоток води, маса мінерального компоненту скелету) не

встановлено. Жодної тенденції до можливого зв'язку між частотою серцевих скорочень, безжирової маси тіла і вмістом жиру в організмі також встановлено не було.

Таким чином, з вищевикладеного можна стверджувати що проблематика впливу спеціальної фізичної підготовки на показники композиційного складу тіла та киснево-транспортної системи спортсменів є надзвичайно актуальною і потребує подальших фундаментальних досліджень. Обстеженим спортсменам в подальшому необхідна розробка комплексної схеми раціонального харчування і питного режиму для покращення і збільшення ефективності тренувального та змагального процесів різного рівня.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Абрамова ТФ, Никитина ТМ, Кочеткова НИ. Морфологические критерии – показатели пригодности, общей физической подготовленности и контроля текущей и долговременной адаптации к тренировочным нагрузкам: метод. рекомендации. Сост.: М.: ФГУ ЦСП, ФГУ «Всерос. науч.-исслед. ин-т физ. культуры и спорта». 2010; 81 с.
2. Агаджанян НА, Баевский РМ, Берсенева АН. Учение о здоровье и проблемы адаптации. Ставрополь. Из-во СГУ. 2000; 204с.
3. Амосов ММ. Роздуми про здоров'я. К.: Здоров'я, 1990. 166 с.
4. Амосов НМ, Бендет ЯА. Физическая активность и сердце. Киев : Здоровья. 1989. 230 с.
5. Артеменков АА. Динамика вегетативных функций при адаптации к физическим нагрузкам. Теория и практика физической культуры. 2006;4:59–61.
6. Баевский РМ. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. М.: Медицина. 1979; 298 с.
7. Беленко ИС, Шаханова АВ. Особенности адаптации системы внешнего дыхания к повышенной мышечной деятельности у юных спортсменов игровых видов спорта с различными соматическими типами. Вестн. Адыг. гос. ун-та. Сер. 4 «Естественно-математические и технические науки». 2008;4:96–104.
8. Белоцерковский ЗБ, Любина БГ, Борисова ЮА. Гемодинамическая реакция при статических и динамических нагрузках у спортсменов. Физиология человека. 2012;28(5):89–94.
9. Беляк Ю, Яців Я. Динаміка морфологічних показників жінок під впливом занять оздоровчим фітнесом. Молода спортивна наука України. 2007;IV:24–8.
10. Брезденюк О. Аеробні можливості студентів 17-21 року з різним вмістом жирової та м'язової тканини в організмі. Фізична активність здоров'я і спорт. 2014;1(15):9–18).



11. Вакуленко НП, Гречуха СВ, Коваленко СО, Супруненко ОО. Автоматизована система експертної оцінки проби максимальної вентиляції легень у спортсменів. Вост.-Евр. журн. передовых технологий. 2011;6(2):33–7.
12. Ванюшин ЮС, Ванюшин МЮ. Взаимосвязь показателей кардиореспираторной системы как инновационный способ оценки функциональных возможностей организма спортсменов. Фундаментальные исследования. 2012;1:148–50.
13. Вілмор ДжХ, Костіл ДЛ. Фізіологія спорту. К.: Олімпійська література. 2003; 655 с.
14. Вознюк ТВ, Перепелиця ОА. Морфофункціональні показники кваліфікованих спортсменів командних ігрових видів спорту. Фізична культура, спорт та здоров'я нації. 2011;12(2):58–66.
15. Волков ЛВ. Основи спортивної підготовки дітей і підлітків. К.: Вища школа. 1993. 152 с.
16. Воложин АИ, Субботин ЮК. Адаптация и компенсация – универсальный механизм приспособления. М. : Медицина. 1987. 230 с.
17. Воробьев, АН. Тренировка, работоспособность, реабилитация. М. : Физкультура и спорт. 1989. 272 с.
18. Гершелл Р. Секреты физиологии. СПб.: Невский диалект. 2001. 448 с.
19. Гончарова НМ. Вплив жирового компонента тіла дітей молодшого шкільного віку на рівень їх фізичного розвитку. Медико-біологічні та психолого-педагогічні аспекти спортивного тренування. Молода спортивна наука України, 2007. Т.IV. С.83–6.
20. Граевская НД, Гончарова ГА, Калугина ГЕ. Некоторые новые аспекты проблемы спортивного сердца. Актуальные вопросы спортивной медицины и ЛФК : материалы XI Эстонской респ. науч.-практ. конф. Таллинн, 1977;37–8.

21. Данилова-Перлей ВИ. Результаты электрокардиографических исследований студентов вуза. Актуальные проблемы спорт. медицины, лечеб. физ. культуры и физ. терапии : тез. докл. СПб. 1999. С. 15.
22. Дибнер РД. О дифференциальной диагностике хронического перенапряжения сердца у спортсменов. Кардиология. 1986;108–11.
23. Дидур МД, Гуревич ТС, Матвеев СВ. Прогностическое значение гипертрофии миокарда у спортсменов высоких спортивных квалификаций. Лечебная физическая культура и массаж. 2010;12:25–33.
24. Дідик Т, Козакова К. Вплив занять атлетичними видами спорту на фізичний розвиток юних спортсменів. Фізична культура, спорт та здоров'я нації: зб. наук. праць. Вип. 5. Вінниця : ТОВ «Планер». 2004;185–8.
25. Евгеньева ЛЯ. Дыхание спортсмена. К. : Здоров'я. 1974. 103 с.
26. Евдокимов ЕИ, Одинець ТЕ, Голец ВЕ. Особенности изменений функции внешнего дыхания под воздействием физической нагрузки. Физическое воспитание студентов творческих специальностей. Сб. науч. тр. 2008;4:64–72.
27. Закусило МП, Радзієвський ПО. Ефективність адаптації до гіпоксії – в покращенні стану функціональної системи дихання і підвищення працездатності у висококваліфікованих спортсменів. Наукові записки. Серія: Біологія та екологія. 2002;20:47–50.
28. Зацюрский ВМ, Алешинский СЮ, Якунин НА. Биохимические основы выносливости. М.: Физкультура и спорт. 1982; 208 с.
29. Заячківської О, Гжегоцького М. Людина. Навчальний посібник з анатомії та фізіології. Львів.(2-ге оновлене видання). За ред. 2002; 240 с.
30. Земцовский ЭВ, Сальников ЕМ, Соколов АН. Исследование ритма сердца в оценке состояния долговременной адаптации спортсменов. Системные реакции организма спортсмена на воздействие адаптогенных факторов : сб. тр. ПНИЛ. Гос. ин-т физ. культуры им. Лесгафта. Л. 1987;56–60.
31. Зорина ТБ. Интервальная гипоксическая гиперкапническая тренировка дзюдоистов. Известия Уральского государственного университета. 2009;3:191–4.

32. Карпман ВЛ, Белоцерковский ЗБ, Гудков ИА. Тестирование в спортивной медицине. М. : Физкультура и спорт. 1988; 208 с.
33. Карпман ВЛ, Любина БГ. Динамика кровообращения у спортсменов: учебное пособия. М. : Физкультура и спорт. 2013; 135 с.
34. Карпман ВЛ, Любина БГ. Динамика кровообращения у спортсменов. М. : Физкультура и спорт. 1982; 135 с.
35. Карпюк ІЮ. Дихання в оздоровчій фізичній культурі. К.: Знання України. 2004; 195 с.
36. Кентеш ОП, Немеш МІ, Паламарчук ОС, Костенчак-Свистак ОЄ, Фекета ВП. Залежність складових компонентів маси тіла від функціонального стану автономної регуляції у здорових осіб чоловічої статі молодого віку. Здобутки клінічної і експериментальної медицини. 2018;4:81–8.
37. Козлова ОК. Теоретико-методичні основи підготовки спортсменів високої кваліфікації в умовах професіоналізації (на прикладі легкої атлетики) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора наук з фіз. вих. і спорту : спец. 24.00.01 «Олімпійський і професійний спорт» Київ. 2013; 40 с.
38. Колісник ПФ, Долинна ОВ, Колісник СП. Моніторинг складу маси тіла як спосіб оцінки ефективності програм кардіореабілітації. Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України. 2017;3:88.
39. Колосова Е, Халявка Т, Горенко З. Сравнение электронейромиографических показателей у спортсменов, специализирующихся в прыжках в воду и велоспорте. Фізична культура, спорт та здоров'я нації: зб. наук. праць. Вип. 3(2). Вінниця: ТОВ «Планер». 2017;319–23.
40. Костюкевич В, Перепелиця О, Поліщук В, Гудима С. Моніторинг складу тіла хокеїстів на траві різної кваліфікації. Фізична культура, спорт та здоров'я нації: зб. наук. праць. Вінниця: ТОВ «Планер». 2017(22):332–40.
41. Костюкевич ВМ. Модели тактики игры в футболе: монография. Виница: ТОВ «ТВОРИ». 2019; 168 с.
42. Костюкевич ВМ. Теоретичні та методичні основи моделювання тренувального процесу спортсменів ігрових видів спорту: автореф. дис. доктора

наук з фіз. вих. і спорту : [спец.] 24.00.01 «Олімпійський і професійний спорт». К., 2012. 44 с.

43. Костюкевич ВМ. Теорія і методика тренування спортсменів високої кваліфікації: Навчальний посібник. Вінниця: «Планер». 2007; 273 с.

44. Коцан ІЯ, Крамаревич ТВ. Особливості функції апарату зовнішнього дихання у молоді постпубертатного періоду онтогенезу. Фізика живого. 2008;16(1):161–5.

45. Круцевич ТЮ, Воробйов МІ, Безвехня ГВ. Контроль у фізичному вихованні дітей, підлітків та молоді. К.: Олімпійська література. 2011; 223 с.

46. Кутек ТБ. Вдосконалення технології управління підготовкою кваліфікованих спортсменок. Фізична культура, спорт та здоров'я нації: зб. наук. праць. Вінниця : ТОВ «Планер». 2016;1(20):336–42.

47. Куцериб Т, Гриньків М, Вовканич Л, Музика Ф. Особливості соматотипу представників ігрових видів спорту. Фізична активність, здоров'я і спорт. 2014;4(18):37–44.

48. Лисенко О. Стійкість реакцій респіраторної системи за умов досягнення максимального рівня споживання кисню у кваліфікованих спортсменів-бігунів. Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біологічна. 2012;60:259–69.

49. Лисенко ОМ. Прогнозування фізичної працездатності спортсменів за реакцією кардіо-респіраторної системи при навантаженнях аеробного характеру. Запорізький національний університет. Біологічні науки. 2011;2:87–97.

50. Лисенко СГ, Баєв ОА. Адаптація зовнішнього дихання до фізичних навантажень. Вісн. Луган. нац. ун-ту ім. Тараса Шевченка. 2009;2(165):79–85.

51. Ляшевич АМ, Чернуха ІС. Фізіологічні основи фізичного виховання та спорту: Навч. посібник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка. 2019; 145 с.

52. Макгрегор Р. Спортивное питание: Что есть до, во время и после тренировки. Пер. с англ. М.: Альпина Паблицер. 2016.

53. Мартиросов ЭГ, Николаев ДВ, Руднев СГ. Технологии и методы определения состава тела человека. М.: Наука. 2006. 248 с.

54. Матвеев ЛП. Теория и методика физической культуры (общие основы теории и методики физического воспитания; теоретико-методические аспекты спорта и профессиональноприкладных форм физической культуры): учебник для ин-тов физ. культуры. М. : Физкультура и спорт. 1991. 43 с.
55. Меерсон ФЗ, Пшенникова МГ. Адаптация к стрессовым ситуациям и физическим нагрузкам. М. : Медицина. 1988; 256 с.
56. Мильнер ЕГ. Формула жизни: медико-биологические основы оздоровительной физической культуры. М. : Физкультура и спорт. 1991; 112 с.
57. Михайлов ВВ. Дыхание спортсмена. М. : Физкультура и спорт. 1983; 103 с.
58. Мокін БІ, Мокін ОБ. Методологія та організація наукових досліджень : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ. 2014. 180 с.
59. Москаленко Н, Луковська О, Мірошніченко А. Критерії оцінки резервних можливостей зовнішнього дихання у спортсменів за даними комп'ютерної спірографії. Спортивний вісник Придніпров'я. 2007;1:138–41.
60. Николаев АА. Двигательная активность и здоровье современного человека: Учебное пособие для преподавателей и студентов высших учебных заведений физической культуры. Смоленск : СГИФК, СГУ. 2005. 93 с.
61. Новиков АА, Ипполитов ЮА, Соколова С.В. Стратегия подготовки сборной команды Российской Федерации к Олимпийским играм 2004 и 2008 гг. Теория и практика физической культуры. 2002;1:32-4.
62. Осіпов ВМ. Спортивна медицина: навчальний посібник (для студентів напрямів підготовки 6.010201 «Фізичне виховання», 6.010203 «Здоров'я людини»). Бердянськ: БДПУ, 2013. 215 с.
63. Павлишин А, Мисак М, Куцериб Т. Особливості будови тіла та складу тіла волейболістів. Молода спортивна наука України. 2019;4:102–3.
64. Пітенко СЛ. Морфологічні особливості спортсменів високої кваліфікації з різною будовою тіла. Фізична культура і спорт у сучасному суспільстві: досвід, проблеми, рішення (у циклі Анохінських читань) : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (К., 31 жовт., 2014 р.). С. 142–49.

65. Платонов ВН. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения: учебник [для тренеров] в 2 кн. К. : Олимп. лит., 2015. Кн. 1. 2015. 680 с.

66. Платонов ВН. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения. К. : Олимпийская литература. 2004. 808 с.

67. Попель ВР. Зміни функціонального стану серцево -судинної системи футболісток у різні фази біологічного циклу. Молода спортивна наука України. 2003;9:235–8.

68. Потапова ТВ, Исаев АП. Сравнительные значения кардиоинтервалографии, функции внешнего дыхания и периферической крови у спортсменов-ходоков в различных условиях адаптации. Вестник ЮУрГУ. 2009;27:128–34.

69. Прусов ПК, Прусова МП. Значение показателей частоты пульса в переходном процессе активной ортостатической пробы для гоценки физической работоспособности у юных спортсменов. Спортивная медицина: наука и практика. 2011;11:18–24.

70. Раджабкадиев РМ, Выборная КВ, Мартинчик АН, Тимонин АН, Барышев МА, Никитюк ДБ. Антропометрические параметры и компонентный состав тела спортсменов неигровых видов спорта. Спортивная медицина: наука и практика. 2019;9(2):46–54.

71. Радзиевский ПА. Изменение состояния функциональной системы дыхания, аэробной производительности и работоспособности высококвалифицированных велосипедисток на протяжении годичного цикла спортивной подготовки. Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту : зб. наук. ст / за ред. С. С. Єрмакова. 2000;9:56–63.

72. Радзиевский ПО, Закусыло МП, Дыба ТГ. Модельные характеристики функциональной системы дыхания лыжниц различной квалификации. Физическое воспитание студентов творческих специальностей: сб. науч. ст. / под ред. С. С. Ермакова. 2002;1:46–53.

73. Романов ЮН. Функциональный мониторинг компонентного состава тела, осанки и экспресс-анализа мочи студентов-кикбоксёров на этапе предсоревновательной подготовки мезоцикла. Вестн. ЮУрГУ. 2011;39:34–6.

74. Романюк В. Особливості компонентного складу маси тіла юних футболістів 11–17 років. Молодіжний науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Фізичне виховання і спорт. 2013;11:74–8.

75. Рылова НВ, Хафизова ГН. Актуальные проблемы питания юных спортсменов. Прак. медицина. 2012;7(62):71–4.

76. Сазонова ОМ. Порівняльний антропометричний аналіз окремих парціальних розмірів і товщини шкірно-жирових складок тіла дівчаток 7-11 років з вегетативними розладами серцево-судинної системи. Проблеми екологічної та медичної генетики і клінічної імунології. 2013;5:31–8.

77. Саламаха ОС. Функціональний стан респіраторної системи студентів, що займаються таеквандо. 2010;92–5.

78. Самошкін ВВ, Мелешко ВІ. Аліментарне коригування маси і композиційного складу тіла людини в побуті та спорті [Електронний ресурс]. Спортивний вісник Придніпров'я. 2016;2:224–9.

79. Снігір НВ, Сірик ВО, Одинець МО. Фізіологія дихання: практичне заняття. Мистецтво лікування. 2017;8:21–4.

80. Солодков АС, Талибов АХ. Качество жизни, заболеваемость и реабилитация спортсменов в отдаленные периоды. Адаптивная физическая культура. 2012;1(49):55–6.

81. Спортивная физиология. Под ред. Коца ЯМ. М.: Физкультура и спорт. 1986. 240 с.

82. Талибов АХ. Закономерности адаптации сердечно-сосудистой системы спортсменов к физическим нагрузкам на различных этапах многолетней подготовки : дис. докт. біол. наук : 03.03.01. Санкт-Петербург. 2014. 323 с.

83. Ткаченко АВ, Мартыненко ИГ, Столяренко ОМ. Адаптационные возможности студентов с различным уровнем двигательной активности. Слобож. наук.-спорт. вісник. 2007;12:169–71.
84. Уилмор ДжХ, Костилл ДЛ. Физиология спорта : учебник : пер. с англ. К. : Олимп. лит. 2001. 504 с.
85. Уилмор ДжХ, Костилл ДЛ. Физиология спорта и двигательной активности. К.: Олимпийская литература. 1997. 504 с.
86. Устюжанинова НВ, Шишкин ГС, Уманцева НД. Функциональное состояние внешнего дыхания здоровых студентов. Бюллетень Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. Сибирское отделение РАМН. 2004;1:134–7.
87. Усыченко ВВ. Анализ методов изучения компонентного состава тела спортсменов. Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. 2009;7:183–7.
88. Хафизова ГН, Губайдуллина СИ, Асманов РФ. Композиционный состав тела спортсменов игровых видов спорта. Наука и спорт: современные тенденции. 2018;20(3):35–40.
89. Хрущев СВ, Богатырев СН. Метод оценки клинической и прогностической значимости нарушений ритма сердца у спортсменов. Теория и практика физ. культуры. 1987;2:46.
90. Хрущев СВ. Спортивное сердце. Физкультура в профилактике, лечении и реабилитации. 2008;2(25):55–64.
91. Черноземов ВГ, Афанасенкова НВ, Варенцова ИА. Методы физиологического исследования человека. Архангельск. 2017. 159 с.
92. Чернозуб АА. Программы тренировочных занятий в атлетизме, построенные в зависимости от индивидуальных свойств мышечной массы спортсменов. автореф. дис. канд. физ. воспитания: 24.00.02. К., 2003. 18 с.
93. Шинкарук ОА. Теорія і методика підготовки спортсменів: управління, контроль, відбір, моделювання та прогнозування в олімпійському спорті: навч. посібник. Київ. 2013. 136 с.



94. Шиян БМ, Вацеба ОМ. Теорія і методика наукових педагогічних досліджень у фізичному вихованні та спорті : Навчальний посібник. Тернопіль : Навчальна книга. Богдан. 2008. 276 с
95. Щепотіна НЮ, Дослідження взаємозв'язку морфо-функціональних показників волейболісток з рівнем їх фізичної підготовленості. Фізична культура, спорт і здоров'я нації. 2013;15:428–34.
96. Щепотіна НЮ, Якушева ЮІ. Аналіз складу тіла висококваліфікованих волейболісток. Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві. 2013;3:102–5.
97. Щепотіна НЮ. Взаємозв'язок між рівнем фізичної підготовленості волейболісток та їх компонентним складом маси тіла. Актуальні проблеми сучасної-науки м. Вінниця, Україна. 2013.
98. Яремко ЄО, Вовканич ЛС, Бергтраум ДІ. Фізіологія людини : навч. посіб. Вид. 2-ге, доп. Л. : ЛДУФК. 2013. 208 с.
99. Яремко ЄО. Спортивна фізіологія. Львів; Сполом. 2006. 159 с.
100. Ackland TR, Lohman TG, Sundgot-Borgen J, Maughan RJ, Meyer NL, Stewart AD, Müller W. Current status of body composition assessment in sport: review and position statement on behalf of the ad hoc research working group on body composition health and performance, under the auspices of the I.O.C. Medical Commission. *Sports Med.* 2012 Mar 1;42(3):227-49. doi: 10.2165/11597140-000000000-00000. PMID: 22303996.
101. Akindele MO, Phillips JS, Igumbor EU. The Relationship Between Body Fat Percentage and Body Mass Index in Overweight and Obese Individuals in an Urban African Setting. *J Public Health Afr.* 2016 Aug 17;7(1):515. doi: 10.4081/jphia.2016.515. PMID: 28299149; PMCID: PMC5349253.
102. Andreoli A, Celi M, Volpe SL, Sorge R, Tarantino U. Long-term effect of exercise on bone mineral density and body composition in post-menopausal ex-elite athletes: a retrospective study. *Eur J Clin Nutr.* 2012 Jan;66(1):69-74. doi: 10.1038/ejcn.2011.104. Epub 2011 Jun 15. Erratum in: *Eur J Clin Nutr.* 2012 Jan;66(1):142. PMID: 21673718.

103. Arabi A, Nabulsi M, Maalouf J, Choucair M, Khalifé H, Vieth R, El-Hajj Fuleihan G. Bone mineral density by age, gender, pubertal stages, and socioeconomic status in healthy Lebanese children and adolescents. *Bone*. 2004 Nov;35(5):1169-79. doi: 10.1016/j.bone.2004.06.015. PMID: 15542043.
104. Carbuhn AF, Fernandez TE, Bragg AF, Green JS, Crouse SF. Sport and training influence bone and body composition in women collegiate athletes. *J Strength Cond Res*. 2010 Jul;24(7):1710-7. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181d09eb3. PMID: 20453684.
105. Carter J.L. Heath B.H. Somatotyping – development and applications. – Cambridge: University Press; 1990; 504 p.
106. Casals C, Huertas JR, Barranco-Ruiz Y, Franchini E. Cardiovascular risk in elite Spanish judo athletes. *Archives of Budo*. 2016;12(1):151–7.
107. Cavedon V, Zancanaro C, Milanese C. Anthropometry, Body Composition, and Performance in Sport-Specific Field Test in Female Wheelchair Basketball Players. *Front Physiol*. 2018 May 30;9:568. doi: 10.3389/fphys.2018.00568. PMID: 29899703; PMCID: PMC5989316.
108. Clifton EA, Day FR, De Lucia Rolfe E, Forouhi NG, Brage S, Griffin SJ, Wareham NJ, Ong KK. Associations between body mass index-related genetic variants and adult body composition: The Fenland cohort study. *Int J Obes (Lond)*. 2017 Apr;41(4):613-619. doi: 10.1038/ijo.2017.11. Epub 2017 Jan 18. PMID: 28096530; PMCID: PMC5382973.
109. Craig NP, Norton KI, Bourdon PC, Woolford SM, Stanef T, Squires B, Olds TS, Conyers RA, Walsh CB. Aerobic and anaerobic indices contributing to track endurance cycling performance. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1993;67(2):150-8. doi: 10.1007/BF00376659. PMID: 8223521.
110. de Moraes AM, Gonçalves EM, Barbeta VJ, Guerra-Júnior G. Cross-sectional study of the association of body composition and physical fitness with bone status in children and adolescents from 11 to 16 years old. *BMC Pediatr*. 2013 Aug 9;13:117. doi: 10.1186/1471-2431-13-117. PMID: 23937889; PMCID: PMC3751508.

111. Després JP. Body fat distribution and risk of cardiovascular disease: an update. *Circulation*. 2012 Sep 4;126(10):1301-13. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.111.067264. PMID: 22949540.
112. Dionyssiotis Y, Paspali I, Trovas G, Galanos A, Lyritis GP. Association of physical exercise and calcium intake with bone mass measured by quantitative ultrasound. *BMC Womens Health*. 2010 Apr 7;10:12. doi: 10.1186/1472-6874-10-12. PMID: 20374619; PMCID: PMC2858094.
113. Garthe I, Raastad T, Refsnes PE, Koivisto A, Sundgot-Borgen J. Effect of two different weight-loss rates on body composition and strength and power-related performance in elite athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2011 Apr;21(2):97-104. doi: 10.1123/ijsnem.21.2.97. PMID: 21558571.
114. Giampietro M, Pujia A, Bertini I. Anthropometric features and body composition of young athletes practicing karate at a high and medium competitive level. *Acta Diabetol*. 2003 Oct;40 Suppl 1:S145-8. doi: 10.1007/s00592-003-0049-3. PMID: 14618456.
115. Hartgens F, Kuipers H. Effects of androgenic-anabolic steroids in athletes. *Sports Med*. 2004;34(8):513-54. doi: 10.2165/00007256-200434080-00003. PMID: 15248788.
116. Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, Macera CA, Heath GW, Thompson PD, Bauman A; American College of Sports Medicine; American Heart Association. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*. 2007 Aug 28;116(9):1081-93. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.185649. Epub 2007 Aug 1. PMID: 17671237.
117. Ivanova A, Maydanyuk O, Vdovenko N, Panyushkina N. Vzayemozv'yazok kompozytsiynoho skladu tila ta spetsial'noyi pratsezdatsnosti sport-smeniv, shcho spetsializuyut'sya z akademichnoho vesluyannya. *Aktual'ni problemy fizychnoyi kul'tury*. 2014;30(2):43-7.

118. Josse AR, Phillips SM. Impact of milk consumption and resistance training on body composition of female athletes. *Med Sport Sci.* 2012;59:94-103. doi: 10.1159/000341968. Epub 2012 Oct 15. PMID: 23075559.
119. Knechtle B, Knechtle P, Rosemann T, Senn O. No dehydration in mountain bike ultra-marathoners. *Clin J Sport Med.* 2009 Sep;19(5):415-20. doi: 10.1097/JSM.0b013e3181b47c93. PMID: 19741316.
120. Kwaśniewska M, Jegier A, Kostka T, Dziańkowska-Zaborszczyk E, Rębowska E, Kozińska J, Drygas W. Long-term effect of different physical activity levels on subclinical atherosclerosis in middle-aged men: a 25-year prospective study. *PLoS One.* 2014 Jan 20;9(1):e85209. doi: 10.1371/journal.pone.0085209. PMID: 24465505; PMCID: PMC3896363.
121. Lang PO, Trivalle C, Vogel T, Proust J, Papazyan JP, Dramé M. Determination of Cutoff Values for DEXA-Based Body Composition Measurements for Determining Metabolic and Cardiovascular Health. *Biores Open Access.* 2015 Jan 1;4(1):16-25. doi: 10.1089/biores.2014.0056. PMID: 26309779; PMCID: PMC4497664.
122. Leão C, Camões M, Clemente FM, Nikolaidis PT, Lima R, Bezerra P, et al. Anthropometric Profile of Soccer Players as a Determinant of Position Specificity and Methodological Issues of Body Composition Estimation. *Int J Environ Res Public Health.* 2019; 16(13): 2386. doi: 10.3390/ijerph16132386
123. Lemos T, Gallagher D. Current body composition measurement techniques. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes.* 2017 Oct;24(5):310-314. doi: 10.1097/MED.0000000000000360. PMID: 28696961; PMCID: PMC5771660.
124. Li J, Siegrist J. Physical activity and risk of cardiovascular disease--a meta-analysis of prospective cohort studies. *Int J Environ Res Public Health.* 2012 Feb;9(2):391-407. doi: 10.3390/ijerph9020391. Epub 2012 Jan 26. PMID: 22470299; PMCID: PMC3315253.
125. Lockwood CM, Moon JR, Tobkin SE, Walter AA, Smith AE, Dalbo VJ, Cramer JT, Stout JR. Minimal nutrition intervention with high-protein/low-carbohydrate and low-fat, nutrient-dense food supplement improves body composition

and exercise benefits in overweight adults: A randomized controlled trial. *Nutr Metab (Lond)*. 2008 Apr 21;5:11. doi: 10.1186/1743-7075-5-11. PMID: 18426586; PMCID: PMC2383912.

126. Logan-Sprenger HM, Palmer MS, Spriet LL. Estimated fluid and sodium balance and drink preferences in elite male junior players during an ice hockey game. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2011 Feb;36(1):145-52. doi: 10.1139/H10-098. PMID: 21326389.

127. Lukaski HC. *Body Composition: Health and Performance in Exercise and Sport*. 1st ed. London UK: Taylor & Francis Group; 2017. 401 p.

128. Marek Jendrysek., Danuta Nowosielska-Swadźba., Danuta Zwolińska., Podstawski Robert. (2015). Body composition of young people aged 17–18 years, practicing and not practicing swimming, with the use of the bioelectrical impedance method. *Pedagogics Psychology Medical Biological Problems of Physical Training and sport*. 10. 67-71. 10.15561/18189172.2015.1110.

129. McCarthy HD, Ashwell M. A study of central fatness using waist-to-height ratios in UK children and adolescents over two decades supports the simple message--'keep your waist circumference to less than half your height'. *Int J Obes (Lond)*. 2006 Jun;30(6):988-92. doi: 10.1038/sj.ijo.0803226. PMID: 16432546.

130. Palmer MS, Spriet LL. Sweat rate, salt loss, and fluid intake during an intense on-ice practice in elite Canadian male junior hockey players. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2008 Apr;33(2):263-71. doi: 10.1139/H08-011. PMID: 18347681.

131. Kutseryb T, Vovkanych L, Hrynkiv M, Majevska S, Muzyka F. Peculiarities of the somatotype of athletes with different directions of the training process. *J of phys education and sport*. 2017;17(1):431–5.

132. Pfeiffer RD, Francis RS. Effects of Strength Training on Muscle Development in Prepubescent, Pubescent, and Postpubescent Males. *Phys Sportsmed*. 1986 Sep;14(9):134-43. doi: 10.1080/00913847.1986.11709173. PMID: 27467615.

133. Pięłowska M, Kostka T, Drygas W, Jegier A, Leszczyńska J, Bill-Bielecka M, Kwaśniewska M. Body composition, nutritional status, and endothelial function in physically active men without metabolic syndrome--a 25 year cohort study.

Lipids Health Dis. 2016 Apr 27;15:84. doi: 10.1186/s12944-016-0249-9. PMID: 27117476; PMCID: PMC4847354.

134. Pirnay F, Lacroix M, Mosora F, Luyckx A, Lefebvre P. Effect of glucose ingestion on energy substrate utilization during prolonged muscular exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1977 May 10;36(4):247-54. doi: 10.1007/BF00423050. PMID: 902638.

135. Platonov VN. Sistema podgotovki sportsmenov v olimpijskom sporte. Obshhaja teorija i ee prakticheskie prilozhenija [System of training athletes in Olympic sports. General theory and its practical applications]. K.: Olimpijskaja literatura, 2004. 808 s.

136. Potteiger JA, Smith DL, Maier ML, Foster TS. Relationship between body composition, leg strength, anaerobic power, and on-ice skating performance in division I men's hockey athletes. *J Strength Cond Res*. 2010 Jul;24(7):1755-62. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181e06cfb. PMID: 20543730.

137. Quiterio AL, Carnero EA, Silva AM, Baptista F, Sardinha LB. Weekly training hours are associated with molecular and cellular body composition levels in adolescent athletes. *J Sports Med Phys Fitness*. 2009 Mar;49(1):54-63. PMID: 19188896.

138. Quiterio AL, Silva AM, Minderico CS, Carnero EA, Fields DA, Sardinha LB. Total body water measurements in adolescent athletes: a comparison of six field methods with deuterium dilution. *J Strength Cond Res*. 2009 Jul;23(4):1225-37. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181a9ec39. PMID: 19568032.

139. Salamat MR, Shanei A, Salamat AH, Khoshhali M, Asgari M. Anthropometric predictive equations for estimating body composition. *Adv Biomed Res* [serial online] 2015 [cited 2021 Nov 7];4:34. Available from: <https://www.advbiores.net/text.asp?2015/4/1/34/150429>

140. Sardinha LB, Baptista F, Ekelund U. Objectively measured physical activity and bone strength in 9-year-old boys and girls. *Pediatrics*. 2008 Sep;122(3):e728-36. doi: 10.1542/peds.2007-2573. PMID: 18762509.

141. Sayers A, Mattocks C, Deere K, Ness A, Riddoch C, Tobias JH. Habitual levels of vigorous, but not moderate or light, physical activity is positively related to cortical bone mass in adolescents. *J Clin Endocrinol Metab.* 2011 May;96(5):E793-802. doi: 10.1210/jc.2010-2550. Epub 2011 Feb 16. PMID: 21325463; PMCID: PMC3085207.

142. Shakhlina, L. Functional state, physical fitness of top women athletes, based on medical – biological characteristics of the female body // Lectures Given development centre. Dedicated to "Gear of the IAAF Moscow Regional development 310 centre. Dedicated to "Gear of Women in athletics, 1998." – Moscow, 1998. – P. 502- 514.

143. Shulman GI. Ectopic fat in insulin resistance, dyslipidemia, and cardiometabolic disease. *N Engl J Med.* 2014 Sep 18;371(12):1131-41. doi: 10.1056/NEJMra1011035. Erratum in: *N Engl J Med.* 2014 Dec 4;371(23):2241. PMID: 25229917.

144. Shustyn B.N. Sostoyaniye y osnovnyye napravlenyya razrabotky model'nykh kharakterystyk sorevnovatel'noy deyatelnosti. [Status and main directions of development of model characteristics of competitive activity]. VNYIFK, Moskva 1985, S. 4-17.

145. Shustyn B.N., Modelirovaniye v sporte (teoreticheskiye osnovy y prakticheskaya realizatsiya) [Modeling in Sport (Theoretical Foundations and Practical Implementation)], avtoreferat d.p.n. M. 1995. 82 s.

146. Silva AM, Fields DA, Heymsfield SB, Sardinha LB. Body composition and power changes in elite judo athletes. *Int J Sports Med.* 2010 Oct;31(10):737-41. doi: 10.1055/s-0030-1255115. Epub 2010 Jul 19. PMID: 20645233.

147. Silva CC, Goldberg TB, Nga HS, Kurokawa CS, Capela RC, Teixeira AS, Dalmas JC. Impact of skeletal maturation on bone metabolism biomarkers and bone mineral density in healthy Brazilian male adolescents. *J Pediatr (Rio J).* 2011 Sep-Oct;87(5):450-6. English, Portuguese. doi: 10.2223/JPED.2125. PMID: 22012503.

148. Slentz CA, Duscha BD, Johnson JL, Ketchum K, Aiken LB, Samsa GP, Houmard JA, Bales CW, Kraus WE. Effects of the amount of exercise on body weight,

body composition, and measures of central obesity: STRRIDE--a randomized controlled study. *Arch Intern Med.* 2004 Jan 12;164(1):31-9. doi: 10.1001/archinte.164.1.31. PMID: 14718319.

149. Sofi F, Capalbo A, Cesari F, Abbate R, Gensini GF. Physical activity during leisure time and primary prevention of coronary heart disease: an updated meta-analysis of cohort studies. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2008 Jun;15(3):247-57. doi: 10.1097/HJR.0b013e3282f232ac. PMID: 18525378.

150. Sundgot-Borgen J, Garthe I. Elite athletes in aesthetic and Olympic weight-class sports and the challenge of body weight and body compositions. *J Sports Sci.* 2011;29 Suppl 1:S101-14. doi: 10.1080/02640414.2011.565783. Epub 2011 May 24. PMID: 21500080.

151. Tanita BC – 601F FitScan Segmental Body Composition Monitor. [Электронный ресурс]. – Режим доступа до ресурсу: <http://www.tanita.com/en/bc601f/>.

152. Venkatraman JT, Pendergast DR. Effect of dietary intake on immune function in athletes. *Sports Med.* 2002;32(5):323-37. doi: 10.2165/00007256-200232050-00004. PMID: 11929359.

153. Wan CS, Ward LC, Halim J, Gow ML, Ho M, Briody JN, Leung K, Cowell CT, Garnett SP. Bioelectrical impedance analysis to estimate body composition, and change in adiposity, in overweight and obese adolescents: comparison with dual-energy x-ray absorptiometry. *BMC Pediatr.* 2014 Oct 3;14:249. doi: 10.1186/1471-2431-14-249. PMID: 25280868; PMCID: PMC4288657.

154. Waugh EJ, Woodside DB, Beaton DE, Coté P, Hawker GA. Effects of exercise on bone mass in young women with anorexia nervosa. *Med Sci Sports Exerc.* 2011 May;43(5):755-63. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181ff3961. PMID: 20962688.

155. Weeks BK, Beck BR. The Relationship between Physical Activity and Bone during Adolescence Differs according to Sex and Biological Maturity. *J Osteoporos.* 2010 Sep 20;2010:546593. doi: 10.4061/2010/546593. PMID: 20981148; PMCID: PMC2957145.



156. Wells JC, Williams JE, Chomtho S, Darch T, Grijalva-Eternod C, Kennedy K, Haroun D, Wilson C, Cole TJ, Fewtrell MS. Body-composition reference data for simple and reference techniques and a 4-component model: a new UK reference child. *Am J Clin Nutr.* 2012 Dec;96(6):1316-26. doi: 10.3945/ajcn.112.036970. Epub 2012 Oct 17. PMID: 23076617.

157. Wilson PW, D'Agostino RB, Sullivan L, Parise H, Kannel WB. Overweight and obesity as determinants of cardiovascular risk: the Framingham experience. *Arch Intern Med.* 2002 Sep 9;162(16):1867-72. doi: 10.1001/archinte.162.16.1867. PMID: 12196085.

158. Yilmaz D, Ersoy B, Bilgin E, Gümüşer G, Onur E, Pinar ED. Bone mineral density in girls and boys at different pubertal stages: relation with gonadal steroids, bone formation markers, and growth parameters. *J Bone Miner Metab.* 2005;23(6):476-82. doi: 10.1007/s00774-005-0631-6. PMID: 16261455.