

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет фізичного виховання та спорту
Кафедра олімпійського та професійного спорту**

**ФУНКЦІОНАЛЬНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ АДАПТАЦІЇ
КАРДІОРЕСПІРАТОРНОЇ СИСТЕМИ У ЗДОРОВИХ ЛЮДЕЙ В
УМОВАХ ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ РІЗНОГО ОБСЯГУ ТА
ІНТЕНСИВНОСТІ**

Кваліфікаційна робота
здобувача ступеня вищої освіти «магістр»

Виконав: здобувач 2 курсу, групи 221-М
денної форми навчання
спеціальності: 017 Фізична культура і
Падук Юрій Євгенович

Керівник:
Тітова Ганна Володимирівна,
кандидатка наук з фізичного виховання та
спорту, доцентка

Рецензент:
Синиця Андрій Володимирович,
кандидат наук з фізичного виховання та
спорту, доцент, завідувач кафедри
спортивно-педагогічних дисциплін
Прикарпатського національного
університету імені Василя Стефаника

Івано-Франківськ, 2024 року

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. Загальні закономірності адаптації організму спортсменів до фізичних навантажень.....	6
1.1. Характеристика навантажень, які застосовуються у спорті.....	6
1.2. Складові частини фізичного навантаження та їх вплив на формування реакцій адаптації спортсменів.....	8
1.3. Фізіологічні особливості адаптації серцево-судинної системи до навантажень.....	11
1.4. Адаптація дихальної системи до фізичних навантажень.....	14
РОЗДІЛ 2. Організація та методики дослідження.....	19
2.1. Організація дослідження.....	19
2.2. Методики визначення функціональних показників адаптації серцево-судинної системи до фізичних навантажень.....	20
2.3. Методики визначення функціональних показників дихальної системи до фізичних навантажень.....	22
2.4. Методи математичної статистики.....	23
РОЗДІЛ 3. Результати дослідження функціонального стану кардіореспіраторного системи здорових людей.....	25
3.1. Дослідження адаптації функціонального стану кардіореспіраторної системи до фізичних навантажень різного обсягу та інтенсивності.....	25
3.2. Визначення розрахункових показників функціонального стану кардіореспіраторної системи спортсменів до фізичних навантажень різного обсягу та інтенсивності.....	36
ВИСНОВКИ.....	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	46

ВСТУП

Актуальність теми. Вивчення кардіореспіраторної системи у всіх її проявах, зокрема під час здійснення фізичних навантажень, залишається пріоритетним напрямом сучасної спортивної фізіології, незважаючи на те, що на сьогоднішній день достатньо є теоретичного та практичного матеріалу з цього напрямку досліджень.

Вчені пов'язують це з тим, що кардіореспіраторну систему розглядають не лише як спрямовану на забезпечення організм киснем, а й як і систему, в основі функціонування якої лежить чітка взаємодія між серцево-судинною та дихальною складовими, котрі утворюють кардіореспіраторну систему та є її основними компонентами, і є індикаторами діяльності всього організму. Подібна взаємодія відбиває процеси, які є основою фізіологічних функцій організму, при цьому забезпечуючи його цілісність та формування ефективної адаптаційної реакції на вплив зовнішніх стимулів [9, 17].

До цих стимулів відносять функціональні навантаження, які відіграють ключову роль для виявлення значень окремих компонентів кардіореспіраторної системи у процесі термінової адаптації спортсменів до рухової діяльності.

На сьогодні у науково-методичній літературі досить широко представлено відомості, які свідчать про досить глибоке вивчення проблеми процесів адаптації організму людини до різного характеру фізичних навантажень [37]. Але значна кількість робіт присвячена вивченню адаптаційних механізмів в професійному спорті [37].

Великі за інтенсивністю фізичні навантаження за їх дії тривалий, здатні викликають зрушення у організмі людини, що проявляється у морфофункціональні перебудовах, зокрема і у кардіореспіраторній системі. Досить часто подібні ситуації можуть виникати на ранніх етапах запровадженн навантажень, особливо, якщо проводяться за умов невідповідності можливостей організму запропонованим тренувальним

програмам. І, відповідно, запобігання розвитку подібних явищ передбачає постійне вивчення адаптаційних реакцій організму спортсменів за умов тривалої рухової активності різної спрямованості.

Недостатньо на сьогодні залишаються вивченими закономірності адаптаційно-компенсаторних реакцій організму здорових людей в умовах різних режимів запровадження фізичних навантажень. Важливе значення набуває пошуку найбільш ефективних з одного боку, та безпечних, з іншого напрямків оптимізації тренувального процесу спортсменів із врахуванням особливостей їх функціональної адаптації кардіореспіраторної системи з врахуванням величини обсягу та інтенсивності фізичних навантажень, і визначає актуальність вивчення даної теми [31].

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Кваліфікаційна робота виконана на підставі науково-дослідної теми кафедри олімпійського та професійного спорту «Оптимізація навчально-тренувального процесу спортсменів різної кваліфікації» (№ 0116U005791).

Мета дослідження – вивчити особливості функціональної адаптації кардо респіраторної системи здорових людей при виконанні ними фізичних навантажень різного обсягу та інтенсивності.

Згідно до поставленої мети нами були сформовані **завдання роботи:**

1. Проаналізувати літературні джерела із проблематики вивчення загальні закономірності адаптації організму спортсменів до фізичних навантажень.

2. Дослідити адаптаційні можливості серцево-судинної системи спортсменів 18-30 років при виконанні фізичних навантажень різного обсягу та інтенсивності.

3. Вивчити особливості адаптації дихальної системи здорових людей 18-30 років на виконання фізичних навантажень різного обсягу та інтенсивності.

Об'єкт дослідження: адаптація організму здорових людей до

фізичних навантажень.

Предмет дослідження: вплив фізичних навантажень різних за обсягом та інтенсивністю на адаптацію кардіореспіраторної системи здорових людей.

Методи дослідження. Аналіз та узагальнення літературних даних із поставленої проблеми; методика визначення функціональних показників серцево-судинної та дихальної систем, розрахункові методи визначення інтегральних показників кардіореспіраторної системи, методи математичної статистики.

Практичне значення отриманих результатів. Отримані дані доповнюють теоретичні знання та практичні відомості щодо впливу фізичних навантажень на адаптаційні характеристики кардіореспіраторної системи здорових людей, спортсменів, що дає можливість тренеру раціонально будувати навчально-тренувальний процес. Тренер, викладач чи спортивний лікар самостійно застосовуючи подібного характеру дослідження з використанням нескладних методик визначити вплив фізичних навантажень різного обсягу та інтенсивності на кардіореспіраторну систему на різних етапах підготовки спортсменів.

Апробація роботи та публікації. За матеріалами магістерського дослідження подана до друку стаття у збірнику наукових праць І Всеукраїнської науково-практичної конференції «Пріоритетні напрями розвитку фізичної культури, спорту та рекреації» на тему: «Стан кардіореспіраторної системи у здорових людей в умовах виконання фізичних навантажень», Івано-Франківськ, 2024 року.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота викладена на 45 сторінках основного друкованого тексту і складається з вступу, трьох розділів: огляду літератури, організація та методики дослідження, результатів власних досліджень і їх обговорення й висновків. Містить 4 таблиці та ілюстрована 10 рисунками. Список літератури включає 41 найменування (бібліографія С.46-50).

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ АДАПТАЦІЇ ОРГАНІЗМУ СПОРТСМЕНІВ ДО ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

1.1. Характеристика навантажень, які застосовуються у спорті

У спорті є різні прояви фізичних навантажень, але слід відмітити, що в цілому під цим поняттям розуміють різного характеру вплив на організм спортсмена, внаслідок чого може викликати зростання активності його функціональних систем (тобто так звана певне функціональне навантаження порівняно з особливостями протікання фізіологічних процесів у стані відносного спокою). Особливості перебігу адаптаційних змін у організмі, а також їх направленість та певний досягнутий рівень зумовлені величиною й спрямованістю навантажень, які застосовуються[1].

За характером фізичні навантаження, у теорії спорту, розділяють на тренувальні й змагальні, специфічні й неспецифічні, а також і на локальні, частковій глобальні. А за величиною своєї дії на організм, бувають малі, середні, субмаксимальні та максимальні.

Існує поділ навантажень і за своєю спрямованістю, зокрема ті що виховують окремі фізичні якості (наприклад, швидкісні, силові, координаційні здібності, витривалість та гнучкість) чи їх окремі складові частини (зокрема, алактатні чи лактатні анаеробні спроможності, аеробні спроможності), навантаження з метою вдосконалення складнокоординаційної структури рухів, різних компонентів психологічної підготовленості або ж тактичної майстерності тощо [4, 14].

Навантаження можна розділи і за психічним напруженням, в залежності від характеру різних вимог до психологічних можливостей спортсменів.

Можна виділити також й навантаження за своєю належністю до того різних компонентів навчально-тренувального процесу, як приклад різні

навантаження під час окремих тренувальних або змагальних вправ, їх комплексної дії. Виділяють навантаження окремих тренувальних занять та днів, або підсумування навантажень під час окремих мікроциклів і мезоциклів, а також під час окремих періодів й етапів спортивної підготовки.

У теорії спорту величину тренувальних й змагальних навантажень можна визначати з «зовнішнього» й «внутрішнього» боків. Наприклад, «зовнішній» бік навантаження може бути визначений за показниками обсягу (загальний обсяг роботи у годинах, обсяг всієї циклічної роботи у кілометрах, загальної кількості тренувальних занять, або ж підходів, ігор, серій вправ, стартів тощо) [25].

«Для більш повної характеристики «зовнішнього» боку тренувального навантаження вчені виділяють обсяги навантаження, що виконується із підвищеною інтенсивністю або того, яке сприяє переважному удосконаленню окремих сторін підготовленості». «Визначають при цьому зокрема, відсоток інтенсивності виконаної роботи у загальному її обсязі, а також співвідношенням різних за характером чи величиною видів роботи, які направлені на вдосконалення окремих якостей, із застосуванням засобів загальної чи спеціальної фізичної підготовки тощо» [24, 32].

Для оцінки «зовнішнього» боку навантаження застосовують показники інтенсивності. Тобто рівень напруження у діяльності різних функціональних систем організму, визначають як моторну щільність фізичного навантаження або загальну частку роботи за певну одиницю часу. Як відомо, з літературних джерел, основними показниками оцінки інтенсивності виконаного навантаження слугує є темп здійснюваних рухів, а також швидкість їх здійснення, величина вантажу та ін. Більш повно фізичне навантаження пояснюється із „внутрішнього” боку. „Внутрішній” бік навантаження використовуються для оцінки показники

термінової реакції систем організму, закономірності процесів відновлення, зокрема їх характер й тривалість).

«Про величину фізичного навантаження судять за різними показниками, в основі яких лежить ступінь активності наших функціональних систем, які якраз і забезпечують виконання даної роботи». «Такими показниками слугують час рухової реакції, час виконання одиночного руху, ступінь величини й характеру зусиль, біоелектрична активність скелетних м'язів, показники частоти пульси й дихання, вентиляція легень, показники споживання кисню, а також і швидкість накопичення та концентрація солей молочної кислоти у крові тощо». Міра навантаження характеризується періодом відновлення спортивної працездатності, відновлення запасів глікогену, активності ферментів, рухливості нервових процесів, а також зниження рівня солей молочної кислоти в крові тощо» [1, 16, 25].

Ці два види показників навантаження тісно пов'язані між собою, зокрема збільшення обсягу й інтенсивності роботи під час тренування може призвести до посилення зрушень у функціональному стані різних систем організму викликати виникнення і розвиток процесів стомлення, уповільнювати процес відновлення [8].

1.2. Складові частини фізичного навантаження, їх вплив на формування реакцій адаптації спортсменів

Тренувальні навантаження за своєю величиною і тривалістю проявляються закономірностями застосування, поєднанням їх тривалості і характеру при виконанні фізичних вправ, різною інтенсивністю роботи, особливостями пауз відпочинку, а також різною кількістю повторень та підходів та ін. Зміна однієї з цих складових частин може викликати зміни направленості й характеру навантаження. Розглядаючи особливості адаптаційних реакцій варто вказувати на відмінності цих реакцій організму при застосуванні вправ, котрі долучають до роботи різні об'єми м'язів [18].

«Ефект вправ локального характеру збільшується під час застосування спеціальних методичних прийомів або технічних засобів, які підвищують навантаження на м'язи, які активно працюють»[24]. «Застосування вправ невеликого за кількістю 40-60% м'язового масиву, будуть забезпечувати значнішу дію на організм спортсмена, зокрема з моменту зростання можливостей систем енергозабезпечення і до досягнення найбільш ефективної координації рухово-вегетативної функцій при використанні тренувальних та змагальних навантажень». «Серйозну дію на організм спортсмена здійснюють застосування вправ глобального характеру, при включенні до роботи близько 55-80% м'язів, здатні викликати адаптаційні перебудови на рівні регулюючих систем організму (зокрема в ендокринній системі, в функціях терморегуляції та ін.)» [15].

«Важливим чинником, який буде забезпечувати найбільш ефективні процеси адаптації виділяють певну відповідність вправ, які застосовуються конкретним вимогам змагальної діяльності того чи іншого виду спорту. Якщо характер вправ, які виконуються не відповідають запропонованому напрямку пристосування м'язів може викликати неадекватні змін метаболізму»[35].

Беручи до уваги роль характеру фізичних вправ щодо визначення їх впливу та впливу їх навантаження на системи організму спортсмена, необхідно враховувати закономірності пристосування різного ступеня засвоєння вправ [14, 30].

При розгляді величини інтенсивності навантажень на тренуванні, слід виділяти її безпосередньо до значного впливу на характер процесів енергозабезпечення, включення до роботи рухових одиниць, а також створення чіткої координаційної та кінематичної структури рухів.

Енергозабезпечення роботи забезпечується анаеробною лактатною системою, активізуються окремі рухові одиниці. Під час виконання завдання до відмови застосовуючи обтяження величиною приблизно 40-

55% може синтезуватися максимальна кількість солей молочної кислоти, а якщо вага складає 20 %, тоді робота виконується за рахунок аеробних ресурсів.

З метою вдосконалення алактатних анаеробних можливостей досить характерними для цього є короткочасні навантаження (тривалістю 6-10 с) максимальної інтенсивності. Тривалі паузи (до 2-3 хв) дозволяють відновитися запасам макроергічних фосфатогенів, уникнути підвищеної активізації процесу гліколізу під час здійснення подальшої роботи. З іншого боку, подібні навантаження не можуть призводити до 50% витрат алактатних енергетичних запасів у скелетних м'язів. До збільшення резервів макроергічних фосфатогенів, здатна призвести навантаження максимальної інтенсивності 55-85 с, робота, при якій спостерігається високоефективне вдосконалення процесу гліколізу, підвищуються гліколітичні можливості [18, 26].

Різні складові частини аеробної продуктивності можуть вдосконалюватися тільки за великої кількості короткочасних вправ. «В результаті тренування за тривалістю 60% гранично доступних, в м'язах здійснюються різні гемодинамічні (покращення капіляризації, перерозподіл крові в середині м'язів, а також метаболічні зміни (збільшення м'язового глікогену, гемоглобіну, а також збільшення кількості й розмірів мітохондрій, зростання активності окиснювальних ферментів тощо)»[29].

Загалом, інтенсивність фізичного навантаження визначає напрвленість реакцій організму спортсмена, визначає величину і характер пристосування до тренувальних навантажень: ті, що в межах 90% і більше за своєю інтенсивністю, залежать від залученням до роботи анаеробних ресурсів енергоутворення, залученням швидкісно-скоротних волоко. . За низької інтенсивності до роботи включаються повільноскорочувальні волокна, призначенні розвитку витривалості. В значній мірі закономірності пристосування будуть залежати від часу застосування вправи, їх кількості, а також часу, який відводиться на відпочинок між окремими вправами.

Обсяг фізичного навантаження визначає наявність тренувального ефекту, зокрема якщо обсяг невеликий, тоді спостерігається недостатній тренувальний ефект, або він несуттєвий. З іншого боку при перебільшенні обсягу тренувальних впливів відбувається переадаптація або уповільнення виникнення необхідного тренувального ефекту. Лише застосування планування цих компонентів навантаження у певному комплексі та поєднанні (зокрема враховувати тривалість вправ, їх характер, потужність роботи, тривалість пауз відпочинку, їх характер, кількість повторень та підходів) визначатиме базовим формуючим чинником необхідної термінової й довготривалої адаптації до фізичних навантажень [6, 24, 25, 28, 39].

1.3. Фізіологічні особливості адаптації серцево-судинної системи до навантажень

Як відомо, «фізичні навантаження здатні викликати в організмі певні зміни, відбувається активна адаптація й перебудова роботи різних органів й систем». «І одну із основних ролей під час пристосування організму до активної м'язової діяльності відіграє система кровообігу. Зокрема, призводять до змін основних показників функцій серцево-судинної системи (ССС)»[2, 6, 19, 23].

З даних літератури відомо, що «м'язова діяльність призводить до конкретних змін у роботі серця, які здійснюються в два етапи. Період впрацювання буде першим етапом - основні параметри системи кровообігу поступово зростають від величини спокою до величини, відповідної тому чи іншому рівню навантаження». «Тривалість даного етапу невелика (від 30 с до 2-2,5 хв.). Цей етап, в свою чергу, поділяється на період стартової реакції і період початкової стабілізації. Другий етап – це так званий «стійкий стан» і він характеризується вже встановленим (стійким) режимом серцевої діяльності на певному рівні фізичного навантаження» [14, 39].

Реакції системи кровообігу на фізичні навантаження визначається, в основному, різними показниками гемодинаміки, зокрема ЧСС, ударним об'ємом серця, артеріальним тиском, хвилинним об'ємом кровообігу, судинним опором та регіональним кровотоко [14, 26].

Розглянемо загатну характеристику запропонованих показників системи кровообігу і особливості змін цих показників під впливом виконання фізичних навантажень.

Частота серцевих скорочень (ЧСС) буде залежати від багатьох чинників, зокрема це вік, стать, умови зовнішнього середовища, функціональний стан, а також і від положення тіла [14, 17].

За помірного фізичного навантаження, частота серцевих скорочень спочатку суттєво зростає, а вже потім знижується до рівня, котрий зберігається протягом усього періоду стійкої роботи. У випадку можливого подальшого підвищення навантаження (наприклад, більше 1000 кг м/хв) частота серцевих скорочень прискорюються вже не так різко як на початку роботи, а помірніше й поступово досягаючи максимальної величини у 170-200 уд/хв. І тоді у подальшому зростання величини навантаження вже не буде супроводжуватися збільшенням ЧСС [14].

За рекомендацією ВООЗ допустимими вважають навантаження, за яких ЧСС досягає 170 уд/хв й цей рівень часто застосовують для діагностики критеріїв реакції організму на фізичні навантаження, а також і на функціональний стан кардіореспіраторної системи [13, 34].

Ударний об'єм серця (УОС) або систолічний об'єм крові при переході від стану спокою до фізичного навантаження досить швидко зростає й досягає стійкого рівня під час ритмічної роботи тривалістю якої сягає до 10 хв.

Відомо, що УОС може досягати своїх максимальних величин під час помірних навантажень при ЧСС близько 130 уд/хв, у випадку коли споживання кисню становить 40% від максимальної індивідуальної

аеробної продуктивності. Вже протягом тривалих й наростаючих навантажень УОС не зростає, і навіть дещо знижується.

Хвилиний об'єм кровообігу (ХОК) визначається УОС й ЧСС, залежить від положення тіла людини, статі та віку людини, рівня тренуваності, а також умов навколишнього середовища й інших чинників.

При фізичних навантажень середньої інтенсивності у положенні сидячи та стоячи ХОК приблизно на 2 л/хв є меншим, ніж ув процесі виконання даного навантаження у положенні лежачи (тобто відбувається зосередження крові у судинах нижніх кінцівок завдяки силі тяжіння [13, 14, 29].

Як вказує Костюкевич В.М. та ін., «під час інтенсивного фізичного навантаження ХОК зростає, навіть до 6 разів порівняно зі станом спокою. Варто відмітити, що коефіцієнт утилізації кисню збільшується майже в 3 рази, і як наслідок доставка кисню до тканин збільшується приблизно в 18 разів, і це дозволяє під час інтенсивного фізичного навантаження в тренуваних людей досягати підвищення процесів метаболізму в 15-20 разів порівняно із рівнем основного обміну» [13, 14].

Як відомо з літературних джерел, із кожним скороченням серце постачає артеріальній системі кінетичну та потенційну енергії. Перша проявляється в руху крові, його прискоренні під час вигнання крові із серця, тоді як інша (потенційна) проявляється у збільшенні артеріального тиску (АТ) із кожним серцевим скороченням. При фазі систоли серце виштовхує кров із шлуночка до головних артерій, і додаткова порція крові систолічного об'єму розтягує стінки головних артерій та підвищує тиск у артеріальній системі. При цьому максимальний тиск крові в аорті після скорочення серця, називається систолічним (максимальним) тиском [14].

Під час розслаблення шлуночків, а також першої частини скорочення, за інформацією з джерел літератури [14], тобто періоду напруги, кров поступово буде виходити із артерій і тиск в них знижуватиметься. Мінімальний тиск крові називається діастолічним (мінімальним) тиском.

Зазвичай, в нормі у стані спокою систолічний тиск становить 120 мм.рт.ст., тоді як діастолічний – 80 мм.рт.ст. Різниця між величинами систолічного та діастолічного тиску в артеріях називають пульсовим тиском.

Під час початкового періоду зростання систолічного артеріального тиску за роботи досить ритмічної може тривати декількох хвилин, далі залишається на стійких значеннях, залежно від інтенсивності навантаження. Одразу після закінчення фізичного навантаження систолічний артеріальний тиск протягом 5-10 с знижується, навіть до нижчого рівня, чим був на початку, а вже потім зростає до величини, яка перевищує початкову. Слід відмітити, що діастолічний артеріальний тиск буде залишатися без суттєвих змін й лише дещо зростати за важкого фізичного навантаження, і як наслідок значно підвищується пульсовий тиск [13, 14, 22].

При фізичних навантаженнях різко може змінюватися судинний опір. Зокрема, збільшення м'язового опору може призвести до посилення кровотоку через працюючі м'язи, і при цьому зростає локальний кровотік у 12-15 разів порівнюючи із станом спокою. Слід відмітити, що одним із найбільш важливих чинників, котрі сприяють підсиленню кровотоку в процесі м'язової діяльності є різке зменшення опору у м'язових судинах, і це призводить до значного зниження загального периферичного опору. Подібне зниження опору розпочинається через 5-10 с від початку скорочення м'язів, досягає максимуму через 1-2 хв [14].

На думку Костюкевича В.М. і співавторів, «за умов, коли зростає фізичне навантаження змінюється кровотік в органах й тканинах». «Працюючі м'язи потребують підсилення обмінних процесів й значного збільшення доставки кисню. Зростає навантаження на серцево-судинну систему у зв'язку із підвищенням вимог щодо регуляції температури тіла, тому що додаткове тепло, яке продукується працюючими м'язами, має бути відведеним до поверхні тіла». Підвищення ХОК не може забезпечити адекватний кровообіг при значних фізичних навантаженнях, і для

сприятливих умов для обмінних процесів при фізичному навантаженні необхідним постає перерозподілу кровотоку у різних частинах тіла [13, 14].

Кровотік сильно змінюється при фізичних навантаженнях, у м'язах, що інтенсивно працюють, може зростати у 15-20 разів, збільшується кількість активних капілярів у 50 разів. Величина кровотоку зростає на початку навантаження, досягаючи надалі стійкого свого рівня. Період пристосування перерозподілу кровотоку чітко залежить від величини інтенсивності навантаження (від 1 до 3 хв) [2, 3, 10, 18, 27, 31, 40].

1.4. Адаптація дихальної системи до фізичних навантажень

Як відомо, дихальна та серцево-судинна системи створюють систему транспорту кисню до тканин організму, а також виведення із них діоксиду вуглецю. Система транспорту кисню включає окремі процеси, які розглянемо детальніше»[13, 14].

Легенева вентиляція або дихання є сукупністю процесів, які забезпечують доступ до організму кисню та виведення із нього вуглекислого газу. Кисень треба для процесів розщеплення органічних речовин, внаслідок вивільнюється енергія.

До основних показників зовнішнього дихання відносять дихальний об'єм, резервний об'єм вдихау, резервний об'єм видиху (РО вид), життєва ємність легенів, частота дихання, хвилинний об'єм дихання (ХОД), максимальна вентиляція легенів.

Варто відмітити, що споживання кисню є певним сумарним показником, котрий відображає функціональний стан кардіореспіраторної системи. І цей показник зростає пропорційно до зростання фізичного навантаження. Але настає певна межа, коли подальше зростання навантаження вже більше не буде супроводжуватися зростанням споживання кисню [13, 30, 31]. І цей рівень є максимальним споживанням кисню (МСК) чи кисневою межею. Його величина є найвищим можливо

досяжним рівнем аеробного обміну під час фізичного навантаження, і триває 5-10 хв. Вище цієї межі працюючі м'язи, в умовах недостатнього постачання киснем можуть працювати і в анаеробному режимі. Відомо також, що МСК є показником аеробних можливостей організму.

МСК забезпечується максимальною діяльністю органів киснево-транспортної системи: дихальна, серцево-судинна та системи крові [13, 26, 40].

З даних літератури відомо, що в стані спокою споживання кисню становить 0,2-0,3 л/хв, під час фізичного навантаження у дорослих не тренуваних чоловіків дорівнює 2,5-3,5 л/хв або 40-50 мл/хв./кг. Тоді як МСК у високотренуваних спортсменів, які займаються циклічними видами спорту сягає 7-8 л/хв або 70-90 мл/хв./кг. Значення МСК залежить від факторів, зокрема від , обсягу активних м'язів, положення тіла, маси тіла, характеру й виду роботи [26].

«Можливості кардіореспіраторної системи характеризуються тією кількістю кисню, яка є у артеріальній крові, а також серцевим викидом, і можуть частково впливає на вміст кисню у змішаній венозній крові»[14].

В системі засвоєння кисню важливу роль відіграють скелетні м'язи, в деякій мірі дихальні м'язи та міокард. Показники швидкості та об'єму утилізації, в основному, визначається вмістом кисню у змішаній венозній крові [13].

Як вказує Костюкевич В.М. та співавтори, «під час м'язової роботи при наростанні інтенсивності руху для більш ефективного ресинтезу АТФ можуть включатися анаеробні процеси». «Це викликано тим, що кардіореспіраторній системі не вдається постачати працюючим м'язам в достатній мірі кисень, і також це пов'язано із тим, що окислювальне фосфолування є відносно повільним процесом, який не встигає під час інтенсивної м'язової роботи забезпечувати високу швидкість ресинтезу АТФ» [13]. По закінченню може виникнути необхідність підтримувати достатнє споживання кисню протягом деякого часу на високому рівні, для

того щоб ресинтезувати витрачену кількість креатинофосфату та нейтралізувати солі молочної кислоти [13, 26].

Виникає кисневий борг, тобто кількість кисню, яку слід додатково використовувати вже після закінчення роботи, за рахунок окисного фосфорилування ліквідувати витрати анаеробних енергетичних процесів.

Кисневий борг за навантажень великої інтенсивності, значно перевищує початковий дефіцит кисню і може сягати 15-20 л. Причиною є те, що анаеробні реакції, що виникають під час адаптаційного періоду, енергетичному відношенні є менш продуктивними у енергетичному відношенні, і період адаптації до фізичного навантаження буде 1-2 хв (Костюкевич В.М. та ін. 2007)[13].

До кисневого боргу входить алактатний кисневий борг, тобто кількість кисню, котру слід витратити для ресинтезу АТФ й КФ, а також поповнення тканинних запасів кисню.

Кисневий запит визначається як необхідна кількість кисню для здійснення м'язової роботи визначеної інтенсивності. Під час високоінтенсивної роботи він може перевищувати МСК.

Поріг анаеробного обміну (ПАНО) є початком помітного відхилення концентрації молочної кислоти, а також показників зовнішнього дихання, рН крові, що означає кардинальну перебудову регулярних функцій та енергозабезпечення м'язової діяльності (Костюкевич В.М. та ін. 2007) [13, 14, 26, 29, 33].

Під час м'язової діяльності виділяють три фази анаеробних переходів. В першій фазі, залежно від зростання фізичного навантаження, збільшується утилізація кисню у працюючих м'язах. При інтенсивному навантаженні концентрація молочної кислоти починає зростає, тому її означають як аеробну фазу(Костюкевич В.М. та ін. 2017)[14].

В наступній фазі при підвищенні фізичного навантаження до величин 40-65% від МСК, ЧСС продовжує зростати у лінійній прогресії,

підвищується вентиляція легенів. Дана фаза є періодом ізоканічного буферування із достатньою респіраторною конденсацією.

В третій фазі, під час подальшого зростання потужності фізичного навантаження (до величини 65-85% від МСК), спостерігається посилене виділення молочної кислоти (вище за 4 ммоль/л), і це призводить до суттєвого зниження рН крові та концентрації HCO_3 .

Наступний аеробно-анаеробний перехід відбувається на рівні 40-45% від індивідуального МСК в нетренованих людей, чи 55-65% в спортсменів високого класу [33]. Отже, що спортсмен, якому властивий більш високий ПАНО здатний підтримувати високоінтенсивну роботу без суттєвого накопичення в його організмі продуктів анаеробного обміну, а саме молочної кислоти, її солей та інших метаболітів [1, 2, 13, 33, 36].

Висновки до 1 розділу

Фізичні навантаження здатні спричиняти помітні морфофункціональні зрушення в організмі людини, зокрема в роботі кардіореспіраторної системи. Досить часто подібні ситуації можуть виникати на ранніх етапах запровадженн навантажень, особливо, якщо проводяться за умов невідповідності можливостей організму запропонованим тренувальним програмам. Об'єднуюче планування різних компонентів навантаження (зокрема, тривалість, характер запропонованих вправ, а також різна інтенсивність роботи, відпочинок, його характер, кількість повторень та підходів) буде належним інструментом формування необхідної адаптації до фізичних навантажень різного об'єму та інтенсивності.

Реакції кардіореспіраторної системи при різних за обсягом і інтенсивністю фізичних навантаженнях проявляються зміною функцій та особливостями адаптацій. Ефективним засобом перебігу адаптаційних змін у кардіореспіраторній системі є їх моніторинг у процесі проведення тренувань чи у змагальній діяльності здорових людей-спортсменів з використанням функціональних проб, інтегральних показників цієї системи.

РОЗДІЛ 2

ОРГАНІЗАЦІЯ ТА МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Організація дослідження

Тестування функціональних можливостей та адаптації кардіореспіраторної системи ми здійснювали на базі фітнес-клубу. Всіх обстежуваних є спортсменами-чоловіками, їх розподілили на дві вікові групи: до першої ввійшли спортсмени 18-22 роки (у кількості 16 осіб), до другої – спортсмени років 23-30 років (у кількості 18 осіб). Окремо згідно спортивної спрямованості кожна вікова група нами була поділена на осіб, які займалися видами спорту на витривалість (біг на середні дистанції, велошосе, веслування) і тих осіб, які займалися швидко-силовими та силовими видами спорту (біг на короткі дистанції, пауерліфтинг). У групі 18-22 річних спортсменів в однаковій кількості по 8 осіб, а у групі 23-30 річних по 9 осіб нами було віднесено, згідно спортивної спрямованості до видів на ці дві групи.

Кожній із груп пропонувалося виконувати два види фізичного навантаження на велотренажері (велоергометрі) з відносно більшим обсягом та інтенсивністю. Для оцінки функціональної адаптації кардіореспіраторної системи спортсменів двох вікових груп і окремо по дві групи згідно спортивної спрямованості при виконанні роботи відносно великого обсягу пропонувалося велонавантаження яке передбачало педалювання протягом 10 хвилин з потужністю 100 Вт (не велика інтенсивність). Окремо всім обстежуваним пропонувалося і другого виду навантаження на велоергометрі, що включало відносно високоінтенсивне навантаження, але не велике за часом, а саме педалювання протягом 2 хвилин з потужністю 200 Вт.

Протягом виконання цих різних видів робіт здійснювався контроль за самопочуттям спортсменів, завдання виконувалися ними за їх власним бажанням. По закінченню першого і другого нами визначалися показники :

частоти серцевих скорочень (за даними монітору велоергометра), артеріального тиску (електромеханічний тонометр), частоти дихання (кількість циклів за 15 с), дихального об'єму (спірометрія) і життєвої ємності легень (спірометрія). Методичні рекомендації з визначення функціонального стану кардіореспіраторної системи, що представлені у підрозділах 2.2. та 2.3. ми використали з робіт Малікова М.В., Сватъєва А.В., Богдановської Н.В., 2006, Голяки С.К., Глухова І.Г., 2019, Сокрута В.Н., Казакова В.Н., 2007, Мурза В.П., Архіпов О.А., Хорошуха М.Ф., 2007 [7, 21, 22, 29 та ін.].

Результати заносились до протоколів з подальшим їх опрацюванням і визначенням розрахункових показників кардіореспіраторної системи.

Для отримання фактичного матеріалу кожен спортсмен отримував однакову інструкцію, щодо умов виконання фізичних навантажень.

2.2. Методики визначення функціональних показників адаптації серцево-судинної системи до фізичних навантажень

Для визначення функціональних показників адаптації серцево-судинної системи здорових людей до фізичних навантажень ми використовували загальноприйняті методики визначення, зокрема визначали показники частоти серцевих скорочень (ЧСС) за даними частоти пульсу, артеріальний тиск (АТ), систолічний об'єм крові (СОК) та хвилиний об'єм кровообігу (ХОК). Розрахунковим способом також визначали індекс кровообігу (ІК) та коефіцієнт витривалості (КВ). Дані показники ми визначали двічі у всіх обстежуваних: перше вимірювання здійснювалося до виконання запропонованих фізичних навантажень, друге вимірювання здійснювали окремо після виконання обстежуваними фізичного навантаження високої інтенсивності (велонавантаження 200 Вт, протягом 1 хвилини) та після навантаження значного обсягу (велонавантаження 100 Вт, протягом 10 хвилин).

Методичні підходи з визначення функціональних показників серцево-судинної системи взято із посібника «Функціональна діагностика у фізичному вихованні і спорті».

Частота серцевих скорочень визначали у стані спокою за показником частоти пульсу пальпаторним методом на променевій артерії лівої руки саме у нижній частині передпліччя за допомогою прикладання вздовж артерії вказівного та середнього пальців правої руки. Вимірювання здійснювалося протягом 15 с з подальшим переведенням отриманого результату за 1 хвилину, перемноживши отриманий результат на 4.

Одразу після закінчення фізичних навантажень ЧСС визначали використовуючи дані електронного обліку за допомогою велоергометра.

Артеріальний тиск вимірювали за допомогою непрямого методу Н.С. Короткова із застосуванням електронно-механічного тонометру (мм рт.ст). До уваги бралися показники артеріального тиску систолічного (АТс), артеріального тиску діастолічного (АТд); пульсового артеріального тиску (АТп), котрий розраховується як різниця між величинами АТс та АТд.

Систолічний об'єм крові

Для визначення величини СОК ми використали загальноприйнятту формулу Старра:

$$\text{СОК} = 100 + 0,5 \cdot \text{АТп} - 0,6 \cdot \text{АТд} - 0,6 \cdot \text{В} \quad (1)$$

де СОК – систолічний об'єм крові (мл); АТп – пульсовий артеріальний тиск (мм рт.ст.); АТд – діастолічний артеріальний тиск (мм рт.ст.); В – вік (роки).

Хвилинний об'єм кровотоку (ХОК) визначали за допомогою формули:

$$\text{ХОК} = \text{ЧСС} \cdot \text{СОК} \quad (2)$$

де ХОК – хвилинний об'єм кровообігу (мл/хв.); ЧСС – частота серцевих скорочень (уд/хв.); СОК – систолічний об'єм крові (мл).

Індекс кровообігу (ІК) ми визначали знаючи показники хвилинного об'єму кровообігу та маси тіла обстежуваних, використали формулу:

$$ІК = ХОК / МТ \quad (3)$$

де ХОК – хвилинний об'єм кровообігу (мл/хв.); МТ - маса тіла (кг).

Коефіцієнт витривалості (КВ) визначали за допомогою формули Кваса:

$$КВ = ЧСС \cdot 10 / АТп \quad (4)$$

В нормі у стані спокою КВ становить 16%, збільшення його свідчить про перебування серцево-судинної системи у стані послабленої активності, тоді як зменшення - про стан підвищеної активності. Під час навантаження суттєво зростає.

2.3. Методики визначення функціональних показників дихальної системи до фізичних навантажень

Визначення функціональних показників дихальної системи здійснювали із застосуванням методу спірометрії, з використанням повітряного спірометру.

Життєва ємність легенів (ЖЄЛ) – це така кількість повітря, яку обстежуваний в змозі видихнути після максимального вдиху. Показник характеризує функціональні можливості дихальної системи.

Перед визначенням ЖЄЛ передбачено визначення величини ЖЄЛ глибокий видих у спірометр після максимального вдиху із навколишнього середовища (визначається у мл).

Дихальний об'єм (ДО) – це така кількість повітря, яку обстежуваний вдихає та видихає із кожним диханням. Для визначення використовується повітряний спірометр, обстежуваний здійснює звичайний вдих і у подальшому видих у спірометр, одиниці вимірювання – мл.

Частота дихання (ЧД) – це така кількість дихальних рухів, які здійснюються обстежуваним за 1 хвилину. Визначали візуально

спостерігаючи за руом грудної клітки при звичайному дихання обстежуваним протягом 1 с. Отриманий результат переводили за 1 хвилину. Одиниці вимірювання – кількість циклів за 1 хв.

Хвилинний об'єм дихання (ХОД) – це така кількість повітря, що проходить через дихальну систему за 1 хвилину під час звичайного спокійного дихання. Визначали за допомогою формули:

$$\text{ХОД} = \text{ЧД} \cdot \text{ДО} \quad (5)$$

де ХОД – хвилинний об'єм дихання (л/хв.); ЧД – частота дихання (рази/хв); ДО – дихальний об'єм (л).

Вентиляційний індекс (ВІ). Є розрахунковим показником свого і розглядається як співвідношення ХОД до ЖЄЛ, запропоновано Гаррісоном. Визначають як критерій реалізації потенційних можливостей дихальної системи обстежуваних.

$$\text{ВІ} = \text{ХОД} / \text{ЖЄЛ} \quad (6)$$

де ВІ – вентиляційний індекс (ум .од.); ХОД – хвилинний об'єм дихання (л/хв); ЖЄЛ – фактична життєва ємність легенів (л).

У нормі вентиляційний коефіцієнт Гарісона складає 1,2–2,6 ум.од. У спортсменів спостерігається певне зниження цього параметру, в основному, за рахунок відносно вищих значень ЖЄЛ. Під час навантаження зростання до 10 разів і більше.

2.5. Методи математичної статистики

Отриманий у процесі експерименту матеріал опрацьовували за допомогою загальноприйнятих методів статистичної обробки:

1. X – значення окремого параметру (за запропонованими методиками дослідження);

2. $X_{сер}$ – середнє арифметичне значення, що розраховується за допомогою формули:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n} = \frac{\sum X_i}{n} ; \quad (1)$$

де $X_1, X_2, X_3 \dots X_n$ - результати окремих спостережень; n - кількість спостережень; Σ - сума результатів усіх спостережень.

Кожна величина X – повинна бути надана зі своєю помилкою m_{\pm} .

3. σ – середнє квадратичне відхилення:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

4. m_{\pm} - середня квадратична помилка, що розраховується за формулою:

$$m_{\pm} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (3)$$

5. *t-критерій Стьюдента.*

Формула оцінки достовірності різниці порівнюємих середніх величин, які порівнюються:

$$t = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}, \quad (4)$$

X_1 – середнє арифметичне значення в обстежуваних однієї вибірки.

X_2 – середнє арифметичне значення в обстежуваних другої вибірки.

m_1 - середня квадратична помилка у обстежуваних першої вибірки.

m_2 – середня квадратична помилка у обстежуваних другої вибірки.

Різниця достовірна при $t > 2,04$, що відповідає $p < 0,05$.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ КАРДІОРЕСПІРАТОРНОГО СИСТЕМИ ЗДОРОВИХ ЛЮДЕЙ

3.1. Дослідження адаптації функціонального стану кардіореспіраторної системи до фізичних навантажень різного обсягу та інтенсивності

Нами було проведено згідно поставлених завдань дослідження впливу фізичних навантажень різного обсягу та інтенсивності на показники серцево-судинної системи у спортсменів різного віку та спортивної спрямованості. З цією метою обстежуваних було розділено на дві вікові групи: 18-22 років (ЕГ1 - займаються видами спорту на витривалість та ЕГ2 - займаються швидкісно-силовими та силовими видами спорту) та 23-30 років (ЕГ3 - займаються видами спорту на витривалість та ЕГ4 - займаються швидкісно-силовими та силовими видами спорту). Результати дослідження нами представлено у вигляді таблиць та рисунків.

Таблиця 3.1.

Середні показники стану кардіореспіраторної системи в здорових людей при виконанні тривалої роботи

Показники	Групи обстеження					
	18-22 річні спортсмени			23-30 річні спортсмени		
	ЕГ1	ЕГ2	t, p	ЕГ3	ЕГ4	t, p
Вихідні показники серцево-судинної системи						
ЧСС, уд/хв	145,4±2,4	152,2±1,8	2,27	148,8±3,1	154,9±2,8	1,46
АТсист, мм рт.ст	152,8±3,6	163,1±3,4	2,08	154,7±3,4	164,1±5,1	1,57
СОК, мл	136,2±3,5	124,9±3,9	2,16	144,1±3,5	128,1±2,6	3,72
Вихідні показники дихальна системи						
ЖЄЛ, мл	4735±56	4486±58	3,11	4668±58	4418±66	2,84
ЧД, рази	32,8±0,8	35,0±0,8	1,96	34,4±1,0	34,2±1,2	0,17
ДО, мл	2420±38	2280±40	2,54	2300±36	2160±44	2,46

Примітка: ЕГ1 та ЕГ3 – чоловіки, які займалися видами спорту на витривалість; ЕГ2 та ЕГ4 – чоловіки, які займалися видами спорту швидкісно-силового та силового характеру

В таблиці 3.1. показано середні показники вихідних даних стану кардіореспіраторної системи в здорових людей при виконанні тривалої роботи. З даних таблиці видно, що у групах обстеження спостерігаються різні отримані показники як серцево-судинної системи, так і дихальної.

Розглянемо спочатку показники частоти серцевих скорочень у обстежуваних. Їх ми визначали одразу після закінчення дозованого навантаження на велоергометрі, що включало в себе педалювання з потужністю 100 Вт протягом десяти хвилин. Згідно фізіологічної градації дане навантаження відносять до роботи зони великої потужності (10-30 хв). Можна відмітити, що спортсмени обох вікових періодів, які займалися видами спорту на витривалість характеризувалися відносно нижчими показниками ЧСС після виконання даного навантаження, порівняно зі спортсменами, в яких на тренуваннях визначальну роль відігравали швидко-силові та силові вправи.

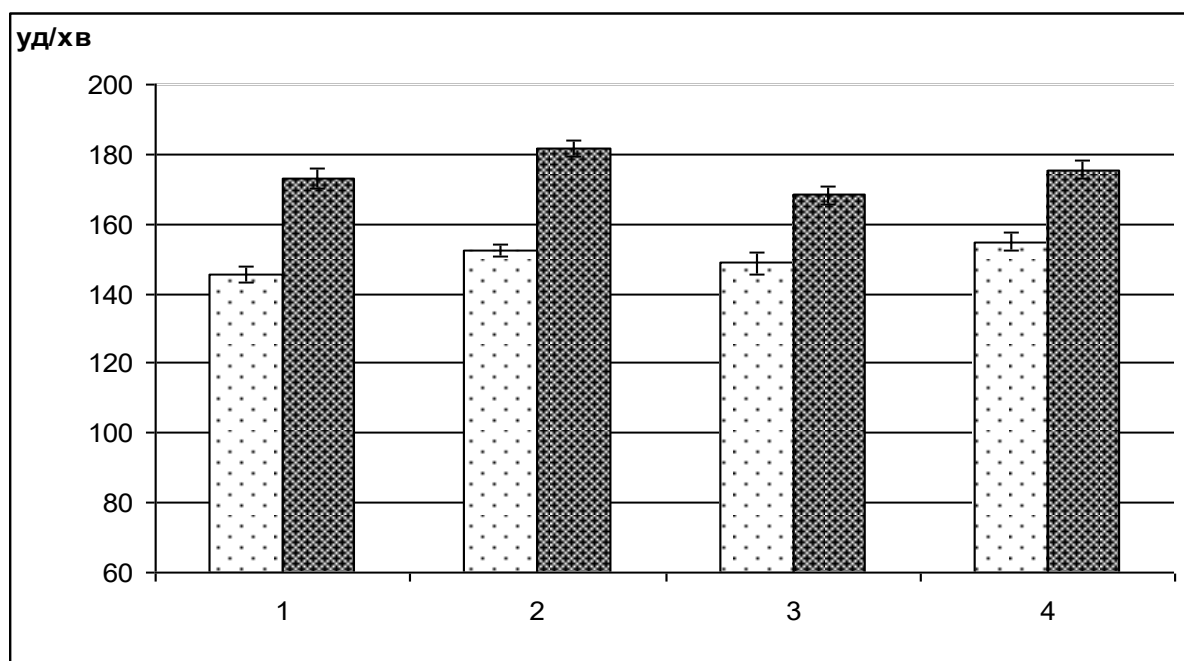


Рисунок 3.1. Середні показники ЧСС у спортсменів: 1- ЕГ1, 2 – ЕГ2, 3- ЕГ3, 4 – ЕГ4

Примітка: світла колонка – навантаження 100 Вт, 10 хв; темна колонка – навантаження 200 Вт. 2 хв

Так, середній показник ЧСС у ЕГ1 (18-22 річні спортсмени) склав $145,4 \pm 2,4$ уд/хв, що виявився достовірно нижчим за аналогічний показник

ЕГ2 (18-22 річні спортсмени), в яких показник ЧСС, в середньому, складав $152,2 \pm 1,8$ уд./хв. Показник достовірності становив $t=2,27$, $p \leq 0,05$.

Подібна закономірність спостерігається і в старшій віковій групі спортсменів (23-30 років), зокрема середній показник ЧСС в ЕГ3 становив $148,8 \pm 3,1$ уд./хв, тоді як у спортсменів цього віку, які віднесені до представників швидкісно-силових та силових видів спорту показник ЧСС, в середньому, становив $154,9 \pm 2,8$ уд./хв, але різниці виявилися не вірогідними (Табл.3.1., Рис.3.1.).

Схожа ситуація відмічається аналізуючи отримані результати артеріального тиску у групах обстеження. Це можна пояснити тим, що в результаті систематичних занять вправ на витривалість у представників цих видів спорту відбувається адаптація серцево-судинної системи до подібних навантажень, що проявляється відносно невисокими реакціями на певне дозоване навантаження тривалої дії, порівняно зі спортсменами інших видів. У своїй досліджень для аналізу ми використали лише значення артеріального систолічного тиску. Це пояснюється тим, що на фізичні навантаження у здорових осіб, якими і є наші спортсмени, реагує в першу чергу артеріальний систолічний тиск, тоді як артеріальний тиск у нормі не повинен підвищуватися і, навіть, можливе певне його зниження. Так, середній показник АТ сист. у представників ЕГ1 становив $152,8 \pm 3,6$ мм рт.ст., у представників ЕГ2 - $163,1 \pm 3,4$ мм рт.ст, що виявився достовірно вищим ($t=2,08$, $p \leq 0,05$).

Знову як і у випадку з ЧСС, показники АТ сист. у старшій віковій групі між собою статистично не відрізнялися, але при цьому спостерігалася тенденція відносно невисокої реакції серцево-судинної системи за показником АТ сист. на дане навантаження у представників видів спорту на витривалість, відповідно: $154,7 \pm 3,4$ мм рт.ст. у ЕГ1 та $164,1 \pm 5,1$ мм рт.ст у ЕГ2 ($t=1,46$, $p \geq 0,05$).

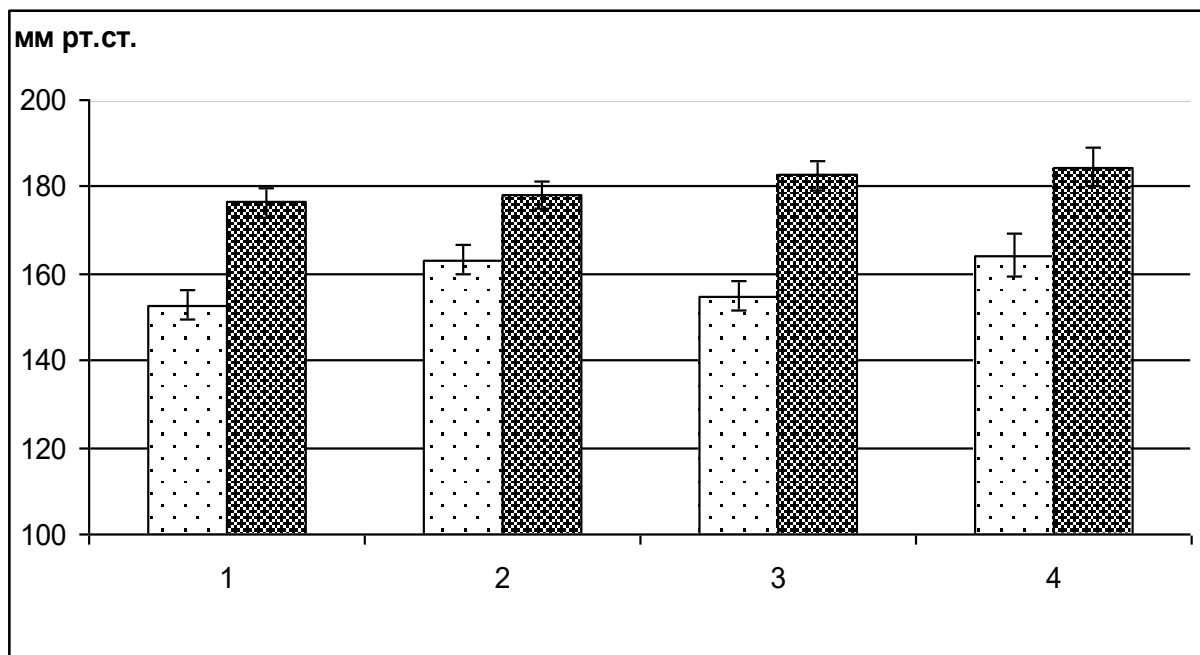


Рисунок 3.2. Середні показники систолічного артеріального тиску у спортсменів: 1- ЕГ1, 2 – ЕГ2, 3-ЕГ3, 4 – ЕГ4

Примітка як і до рис.3.1.

Підтвердженням нашого припущення, що дане навантаження відносно легше переноситься серцево-судинною системою є показник систолічного об'єму крові (СОК).

З літературних джерел відомо, що на однакове за обсягом і інтенсивністю навантаження показники СОК, або ударного об'єму у представників витривалих видів спорту, відносно будуть вищими за аналогічні показники спортсменів інших видів, при цьому за відносно нижчих реакцій ЧСС (це ми відмітили раніше). Так, середній показник СОК у представників ЕГ1 склав $136,2 \pm 3,5$ мл, що виявилися достовірно вищим за аналогічний показник у ЕГ2 - $124,9 \pm 3,9$ мл, при цьому різниці були достовірними ($t=2,16$, $p \leq 0,05$).

Порівнюючи дані СОК у старших спортсменів, дане припущення підтверджується ще більш явно, зокрема середній показник СОК у представників ЕГ3 склав $144,1 \pm 3,5$ мл, тоді як у ЕГ 4 - $128,1 \pm 2,6$ мл ($t=3,72$, $p \leq 0,01$) (Табл.3.1., Рис.3.3).

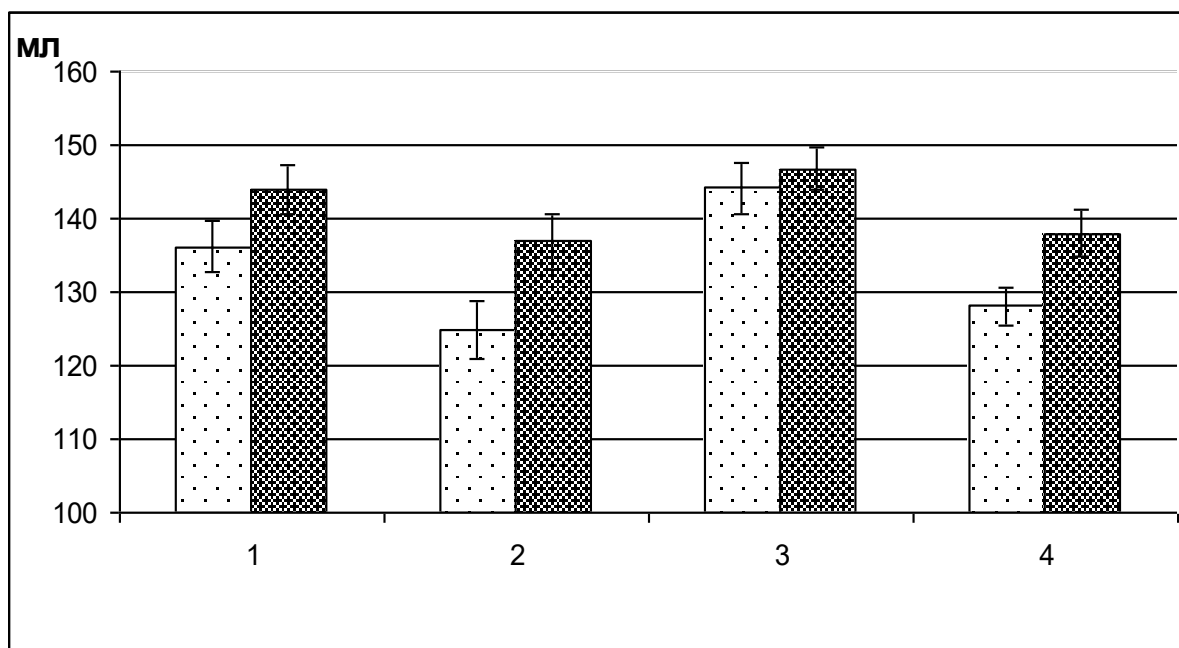


Рисунок 3.3. Середні показники систолічного об'єму крові у спортсменів: 1- ЕГ1, 2 – ЕГ2, 3-ЕГ3, 4 – ЕГ4

Примітка як і до рис.3.1.

Далі розглянемо реакції дихальної системи за вихідними показниками (ЖЄЛ, частота дихання та дихальний об'єм) на дозоване навантаження обсягом 10 хв та потужністю роботи 100 Вт на велоергометрі. Вцілому можна відмітити, що у більшості випадків відносно вищими показниками реакції дихальної системи на дане навантаження характеризувалися представники видів спорту на витривалість. Розглянемо детальніше отримані результати, які представлені у таблиці 3.1. Середній показник ЖЄЛ у спортсменів ЕГ1 становив 4735 ± 56 мл, що виявився достовірно вищим за аналогічний показник представників ЕГ₂ - 4486 ± 58 мл ($t=3,11$, $p \leq 0,05$).

Дана закономірність нами підтверджується і при порівнянні отриманих середніх значень і групах старших спортсменів. Так, показник ЖЄЛ у ЕГ₃ складав, в середньому, 4668 ± 58 мл, тоді як у спортсменів ЕГ₄ - 4418 ± 66 мл, що виявився статистично достовірно вищим ($t=2,84$, $p \leq 0,05$).

Із іншого боку спостерігаються не однозначні результати на реакцію на дане навантаження за показниками частоти дихання і дихального

об'єму.

З даних таблиці видно, дихальний об'єм у представників видів спорту на витривалість виявився вищим, а частота дихання відносно нижчою. Середній показник ЧД у представників ЕГ1 становив $32,8 \pm 0,8$ разів, у спортсменів ЕГ 2 показник виявився вищим, і становив $35,0 \pm 0,8$ разів. Хоча середні показники цих двох груп виявилися не вірогідними $t=1,96$, $p \geq 0,05$.

Дещо інша картина відмічається у старшої групи спортсменів, зокрема у представників видів спорту на витривалість (ЕГ3) середній показник становив $34,4 \pm 1,0$ разів, що на відміну від попереднього порівняння у спортсменів молодшої групи, виявився дещо вищим за аналогічний показник спортсменів швидкісно-силових та силових видів спорту старшої групи. У останніх середній показник становив $34,2 \pm 1,2$ разів, хоча різниці виявилися не суттєвими ($t=0,17$, $p \geq 0,05$).

Відносно отриманих середніх показників дихального об'єму маємо наступні результати: у представників ЕГ1 - 2420 ± 38 мл, у спортсменів ЕГ2 - 2280 ± 40 мл; у представників ЕГ3 - 2300 ± 36 мл, у спортсменів ЕГ4 - 2160 ± 44 мл. При здійсненні статистичної обробки за критерієм вірогідності відмічаємо достовірні різниці як у групі молодших ($p \leq 0,05$), у групі старших спортсменів ($p \leq 0,05$) (Таб.3.1.).

Отже, після аналізу отриманих результатів реакції кардіореспіраторної системи, можна відмітити, що середні показники серцево-судинної системи (ЧСС, АТсист., СОК) виявилися у більшості випадків достовірно нижчими (ЧСС, АТсист.) або вищими (СОК) у обох вікових групах обстежуваних, які займаються видами спорту на витривалість (ЕГ1 та ЕГ3) за аналогічні показники спортсменів швидкісно-силових та силових видів (ЕГ2 та ЕГ4), крім показників ЧСС і АТсист. в старшій віковій групі спортсменів, де різниці виявилися не достовірними. Результати реакцій дихальної системи також підтверджують закономірність того, що організм представників видів спорту на

витривалість більш якісно адаптується до подібного роду навантажень. Лише за отриманими показниками частоти дихання ми не виявили достовірних різниць у двох вікових групах спортсменів різної спрямованості.

Далі ми розглянемо особливості реагування систем кровообігу та дихання за показниками вихідних даних (ЧСС, АТсист., СОК, ЖЄЛ, ЧД, ДО) у спортсменів двох вікових груп різної спортивної спрямованості на навантаження невеликого обсягу, але більшої інтенсивності. В якості навантаження ми використали велонавантаження з потужністю 200 Вт, яка тривала 2 хвилини. Отримані результати нами представлені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2.

Середні показники стану кардіореспіраторної системи в здорових людей при виконанні інтенсивної роботи

Показники	Групи обстеження					
	18-22 річні спортсмени			23-30 річні спортсмени		
	ЕГ1	ЕГ2	t, p	ЕГ3	ЕГ4	t, p
Вихідні показники серцево-судинної системи						
ЧСС, уд/хв	173,2±2,8	181,6±2,2	2,35	168,4±2,6	175,4±2,6	1,91
АТсист, мм рт.ст	176,4±3,5	178,2±3,3	0,37	182,6±3,2	184,6±4,5	0,36
СОК, мл	144,0±3,3	136,9±3,8	1,54	146,8±3,0	138,0±3,1	2,05
Вихідні показники дихальна системи						
ЖЄЛ, мл	4490±52	4370±54	1,60	4620±54	4300±58	4,04
ЧД, рази	38,4±0,9	40,2±0,9	1,42	37,2±0,8	38,8±1,0	1,25
ДО, мл	2340±34	2200±38	2,74	2260±38	2140±40	2,32

Примітка, що і до таблиці 3.1.

Із таблиці видно, що відносно нижчими показниками ЧСС та АТсист., а також відносно вищими показниками СОК характеризувалися представники видів спорту на витривалість, хоча різниці між середніми показниками у більшості випадків виявилися не достовірними, крім декількох винятків.

З іншого боку можемо відмітити, що на подібне навантаження спостерігається вищі показники у всіх чотирьох груп обстеження, а ніж на

навантаження меншої інтенсивності та більшого обсягу. Це є нормальною фізіологічною реакцією серцево-судинної системи на подібні навантажувальні впливи. Так, середній показник ЧСС у спортсменів ЕГ1 становив $173,2 \pm 2,8$ уд/хв., що виявився достовірно нижчим за аналогічний показник спортсменів ЕК2, в яких він становив $181,6 \pm 2,2$ уд./хв. (достовірність становила $t=2,35$, $p \leq 0,05$). У групах старших спортсменів ми бачимо результат реакції серцево-судинної системи за ЧСС: ЕГ3 - $168,4 \pm 2,6$ уд/хв., у ЕГ4 - $175,4 \pm 2,6$ уд/хв ($p \geq 0,05$).

АТсист. у спортсменів ЕГ1 становив, в середньому $176,4 \pm 3,5$ мм рт.ст., і не набагато вищою реакцією характеризувалися спортсмени ЕГ2 - $178,2 \pm 3,3$, що підтверджується показником t-Стюдента – $0,37$, при $p \geq 0,05$. Дуже подібна ситуація з АТсист. виявилася у старших спортсменів: ЕГ3 - $182,6 \pm 3,2$ мм рт.ст, ЕГ4 - $184,6 \pm 4,5$ мм рт.ст. ($p \geq 0,05$).

Середні показники СОК при виконанні даного навантаження, виявилися у всіх групах обстеження відносно вищими, ніж під час попередніх за обсягом і інтенсивністю навантаженням. Зокрема, у спортсменів ЕГ1 становили, в середньому $144,0 \pm 3,3$ мл, тоді як у спортсменів ЕГ2 - $136,9 \pm 3,8$ мл, хоча різниці виявилися не суттєвими ($p \geq 0,05$). При порівнянні отриманих даних СОК у спортсменів старшої групи також подібна закономірність, але різниці при цьому виявилися достовірними, відповідно у ЕГ3 - $146,8 \pm 3,0$ мл, у ЕГ4 - $138,0 \pm 3,1$ мл ($p \leq 0,05$).

Таким чином можемо узагальнити той факт, що на дане навантаження (потужність 200 Вт, тривалість роботи 2 хвилини), представники видів спорту витривалості характеризувалися відносно кращими відносно критеріїв фізіологічної адаптації організму до фізичних навантажень, але відмінності у отриманих в їх групах результатів, вже не такі значні відносно представників швидко-силових та силових видів, порівняно з навантаженням меншої інтенсивності та більшої тривалості (потужність 100 Вт, тривалість - 10 хв).

Далі розглянемо реакції дихальної системи за вихідними показниками (ЖЄЛ, частота дихання та дихальний об'єм) на дозоване навантаження обсягом 3 хв та потужністю роботи 200 Вт на велоергометрі. Вцілому можна відмітити, що у більшості випадків відносно вищими показниками реакції дихальної системи на дане навантаження характеризувалися представники видів спорту на витривалість, окрім даних частоти дихання. Розглянемо детальніше отримані результати, які представлені у таблиці 3.2. Середній показник ЖЄЛ у спортсменів ЕГ1 становив 4490 ± 52 мл, що тоді як представників ЕГ₂ цей показник становив 4370 ± 54 мл. Порівняння даних старшої групи спортсменів підтверджує цю закономірність. Зокрема, показник ЖЄЛ у ЕГ₃ складав, в середньому, 4620 ± 54 мл, тоді як у спортсменів ЕГ₄ - 4300 ± 58 мл, що виявився статистично достовірно вищим ($t=4,04$, $p \leq 0,01$).

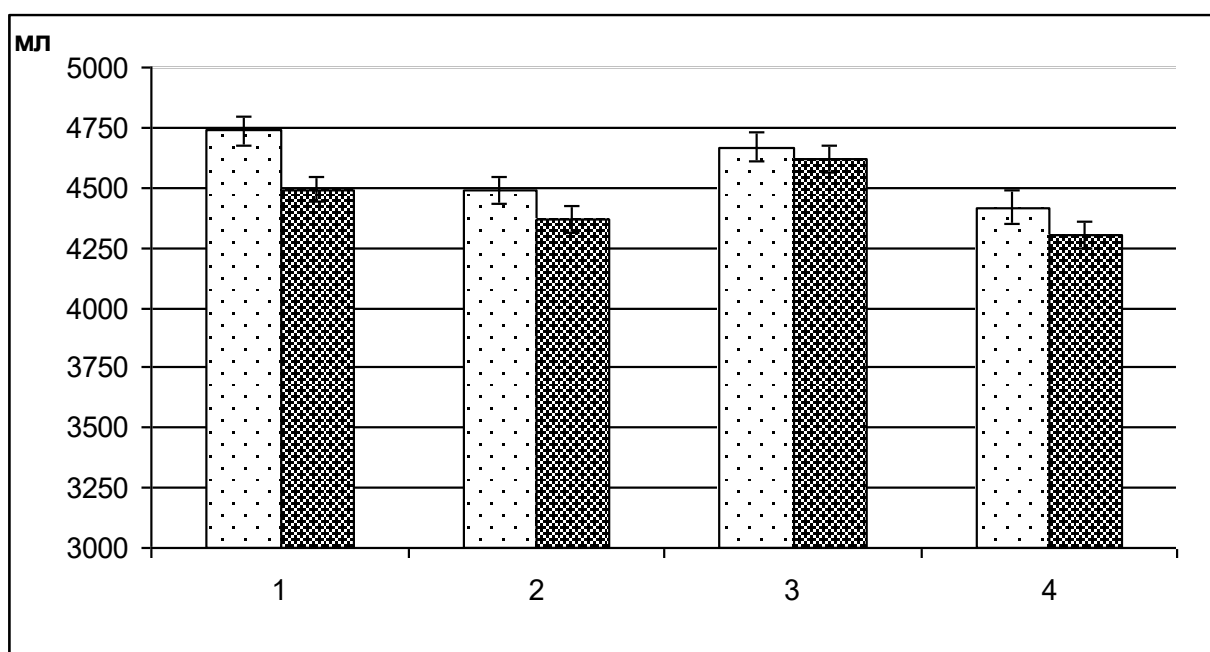


Рисунок 3.4. Середні показники життєвої ємності легень у спортсменів: 1- ЕГ1, 2 – ЕГ2, 3-ЕГ3, 4 – ЕГ4

Примітка як і до рис.3.1.

Із даних таблиці спостерігаємо, що дихальний об'єм в представників видів спорту на витривалість виявився вищим, а частота дихання відносно нижчою. Середній показник ЧД у представників ЕГ1 становив $38,4 \pm 0,9$

разів, тоді як спортсменів ЕГ 2 цей показник виявився вищим, і становив $40,2 \pm 0,9$ разів, але отримані дані виявилися не достовірними $t=1,42$, $p \geq 0,05$.

Підтверджується дана закономірність і у спортсменів старшої групи. Хоча подібного ми не спостерігали за цим показником у групах спортсменів, коли застосовували навантаження більшого обсягу, але меншої інтенсивності. У представників видів спорту на витривалість (ЕГ3) середній показник становив $37,2 \pm 0,8$ разів, у спортсменів ЕГ4 - $38,8 \pm 1,0$ разів, хоча різниці виявилися не суттєвими ($p \geq 0,05$).

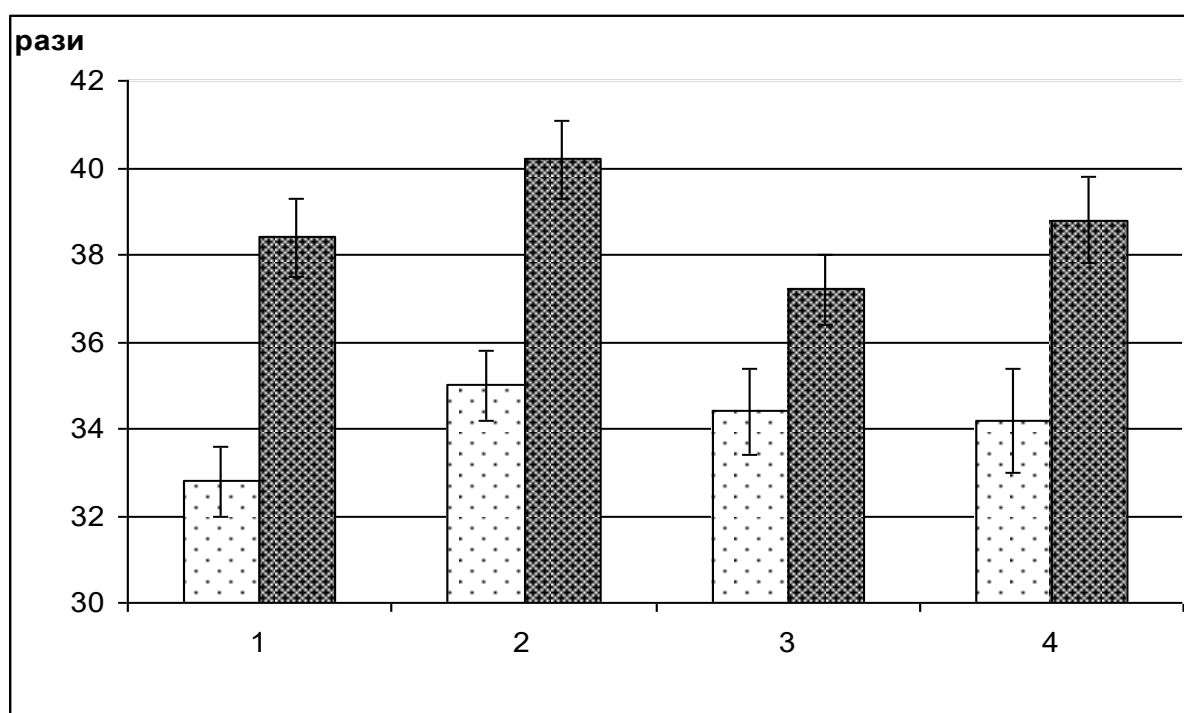


Рисунок 3.5. Середні показники частоти дихання у спортсменів: 1- ЕГ1, 2 – ЕГ2, 3-ЕГ3, 4 – ЕГ4

Примітка як і до рис.3.1.

Відносно отриманих середніх показників дихального об'єму після виконання даного велонавантаження маємо наступні результати: у представників ЕГ1 - 2340 ± 34 мл, у спортсменів ЕГ2 - 2200 ± 38 мл; у представників ЕГ3 - 2260 ± 38 мл, у спортсменів ЕГ4 - 2140 ± 40 мл. При здійсненні статистичної обробки за критерієм вірогідності відмічаємо достовірні різниці як у групі молодших ($p \leq 0,05$), в групі старших спортсменів ($p \leq 0,05$)(Табл.3.2., Рис 3.6.).

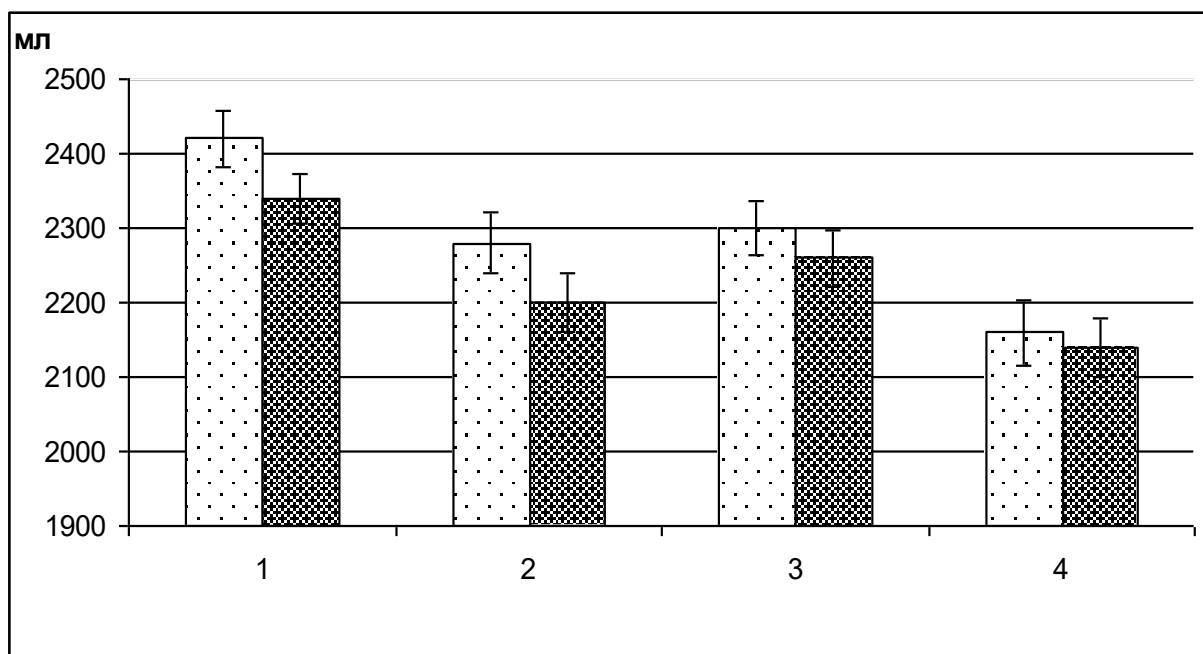


Рисунок 3.6. Середні показники дихального об'єму у спортсменів: 1-EG1, 2 – EG2, 3-EG3, 4 – EG4

Примітка як і до рис.3.1.

Таким чином, після аналізу отриманих результатів реакції кардіореспіраторної системи, можна відмітити, що середні показники серцево-судинної системи (ЧСС, АТсист., СОК) виявилися у більшості випадків нижчими (ЧСС, АТсист.) або вищими (СОК) у обох вікових групах обстежуваних, які займаються видами спорту на витривалість (EG1 та EG3) за аналогічні показники спортсменів швидко-силових та силових видів (EG2 та EG4). Результати реакцій дихальної системи також підтверджують закономірність того, що організм представників видів спорту на витривалість більш якісно адаптується до подібного роду навантаження. З іншого боку спостерігається чітка закономірність того, що більшість показників серцево-судинної та дихальної системи на подібне навантаження відреагували відносно вищими (нижчими ЧСС, АТсист.), ніж при виконанні навантаження більшого обсягу та меншої інтенсивності.

3.2. Визначення розрахункових показників функціонального стану кардіореспіраторної системи спортсменів до фізичних навантажень різного обсягу та інтенсивності

У попередньому розділі ми аналізували вихідні показники серцево-судинної та дихальної системи як адаптаційних реакцій на фізичні навантаження різного обсягу та інтенсивності. Отримані ці дані за допомогою розрахунків підставляли до відповідних формул, що дозволило нам визначити хвилинний об'єм кровообігу (ХОК), індекс кровообігу (ІК), коефіцієнт витривалості (КВ), хвилинний об'єм дихання (ХОД), вентиляційний індекс (ВІ). Отримані результати нами представлені в таблицях 3.3.-3.4.

Як і в попередньому випадку, ми окремо проаналізували отримані дані реагування кардіореспіраторної системи на навантаження тривалої дії, окремо на навантаження високої інтенсивності.

Таблиця 3.3.

Розрахункові показники стану кардіореспіраторної системи в здорових людей при виконанні тривалої роботи

Показники	Групи обстеження					
	18-22 річні спортсмени			23-30 річні спортсмени		
	ЕГ1	ЕГ2	t, p	ЕГ3	ЕГ4	t, p
Розрахункові показники серцево-судинної системи						
ХОК, л/хв	19,8±0,6	19,0±0,5	1,02	21,4±0,6	19,8±0,4	2,22
ІК, мл/хв×кг	291,2±5,6	243,6±6,4	5,60	297,2±7,4	247,4±8,4	4,47
КВ, ум.од.	20,7±0,6	19,0±0,7	1,84	19,9±0,5	18,4±0,6	1,92
Розрахункові показники дихальної системи						
ХОД, л/хв	78,7±0,8	79,8±1,0	0,86	79,1±0,9	74,6±0,9	3,54
ВІ, ум.од.	16,6±0,4	17,7±0,4	1,96	16,9±0,4	16,8±0,5	0,16

Примітка, що і до таблиці 3.1.

Із даних таблиці спостерігається, що спортсмени обох вікових періодів, які займалися видами спорту на витривалість характеризувалися відносно вищими показниками ХОК після виконання даного навантаження, порівняно зі спортсменами, в яких на тренуваннях

визначальну роль відігравали швидкісно-силові та силові вправи. Так, показник ХОК у ЕГ1 складав $19,8 \pm 0,6$ л/хв, що виявився більш високим за аналогічний показник ЕГ2, в яких показник ХОК, в середньому, становив $19,0 \pm 0,5$ л/хв ($t=1,02$, $p \geq 0,05$).

Подібна особливість спостерігається і у старшій віковій групі спортсменів, зокрема середній показник ХОК в ЕГ3 становив $21,4 \pm 0,6$ л/хв, тоді як у спортсменів цього віку, які віднесені до представників швидкісно-силових та силових видів спорту показник ХОК, в середньому, становив $19,8 \pm 0,4$ уд/хв, і при цьому середні показники між собою вірогідно відрізнялися ($p \leq 0,05$).

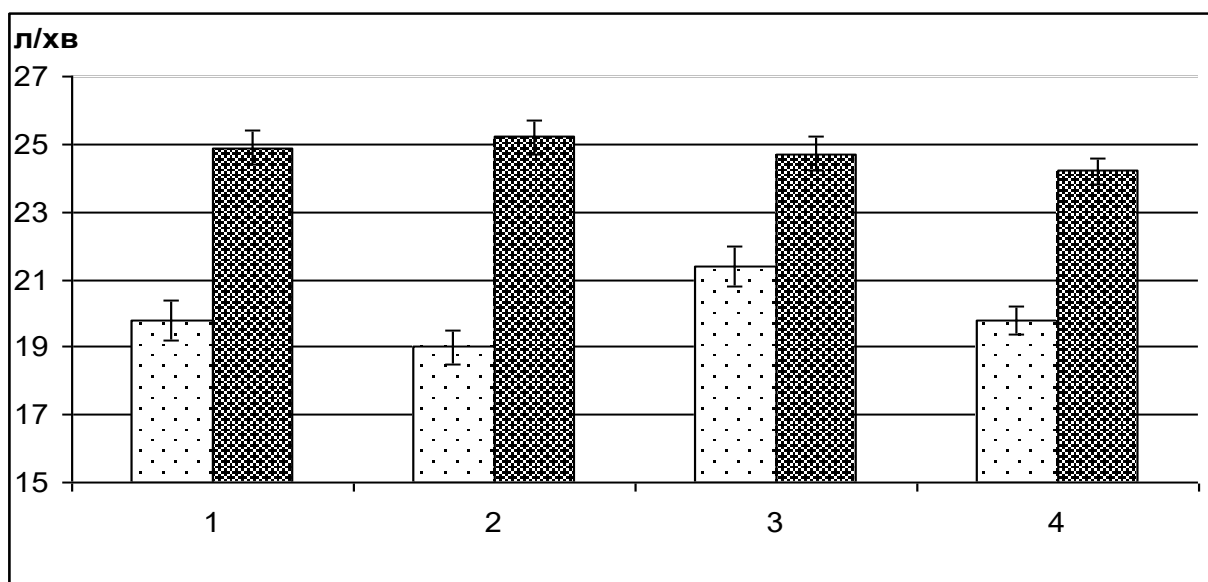


Рисунок 3.7. Середні показники хвилинного об'єму кровообігу у спортсменів: 1- ЕГ1, 2 – ЕГ2, 3-ЕГ3, 4 – ЕГ4

Примітка як і до рис.3.1.

Подібна ситуація, особливо чітко, відмічається і при аналізі отриманих результатів індексу кровообіг (ІК), тобто відношення ХОК до маси тіла спортсменів у групах обстеження. Це можна пояснити тим, що в результаті систематичних занять вправ на витривалість у представників цих видів спорту за наявного відносно високих показників ХОК, як ми відмітити дещо раніше, ще й маса тіла у значній більшості виявилася нижчою, за масу тіла представників швидкісно-силових та силових видів

спорту. І це дозволило отримати суттєві різниці у показниках індексу кровообігу у групах обстежуваних.

Середній показник ІК (індексу кровообігу) у представників ЕГ1 становив $291,2 \pm 5,6$ мл/хв×кг, тоді як у представників ЕГ2 - $243,6 \pm 6,4$ мл/хв×кг, що виявився достовірно вищим ($t=5,60$, $p \leq 0,001$). У представників старших груп спортсменів: ЕГ3 - $297,2 \pm 7,4$ мл/хв×кг, у спортсменів Е4 - $247,4 \pm 8,4$ мл/хв×кг ($p \leq 0,01$).

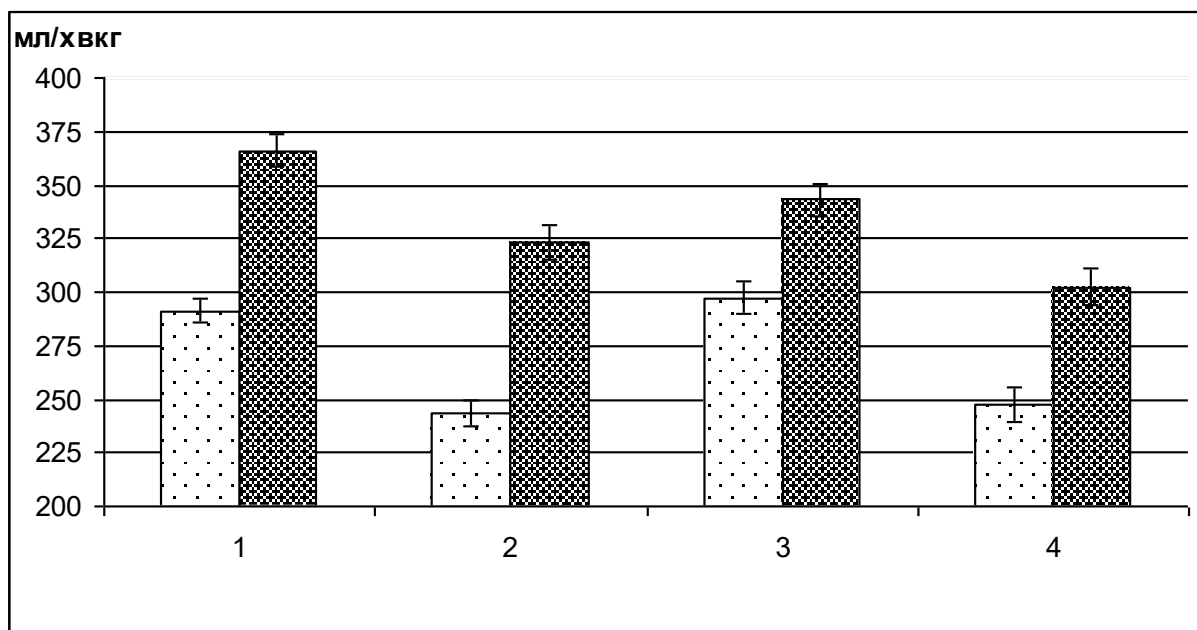


Рисунок 3.8. Середні показники індексу кровообігу у спортсменів: 1- ЕГ1, 2 – ЕГ2, 3-ЕГ3, 4 – ЕГ4

Примітка як і до рис.3.1.

Далі розглянемо результати дослідження показників коефіцієнту витривалості (КВ). Слід відмітити, що цей коефіцієнт, згідно з літературних джерел, у здорових спортивних людей має становити відносно нижчі абсолютні показники, ніж в інших осіб, але під час фізичного навантаження може зростати, так як його складовими є показники ЧСС і пульсового артеріального тиску, які те ж підвищуються. Слід відмітити, що на однакове за обсягом й інтенсивністю навантаження показники коефіцієнта витривалості (КВ) у представників витривалих видів спорту, відносно будуть вищими за аналогічні показники

спортсменів інших видів, при цьому за відносно нижчих реакцій ЧСС і артеріального пульсового тиску (це ми відмітили раніше). Так, середній показник КВ у представників ЕГ1 склав $20,7 \pm 0,6$ ум.од., хоча виявилися не достовірно вищими за аналогічний показник у ЕГ2 - $19,0 \pm 0,7$ ум.од., при цьому різниці були також не достовірними ($t=1,84$, $p \geq 0,05$).

Порівнюючи дані коефіцієнту витривалості (КВ) у спортсменів старшої групи, дане припущення також підтверджується, середній показник КВ у представників ЕГ3 склав $19,9 \pm 0,5$ ум.од., тоді як у ЕГ 4 - $18,4 \pm 0,6$ ум.од. ($p \geq 0,05$).

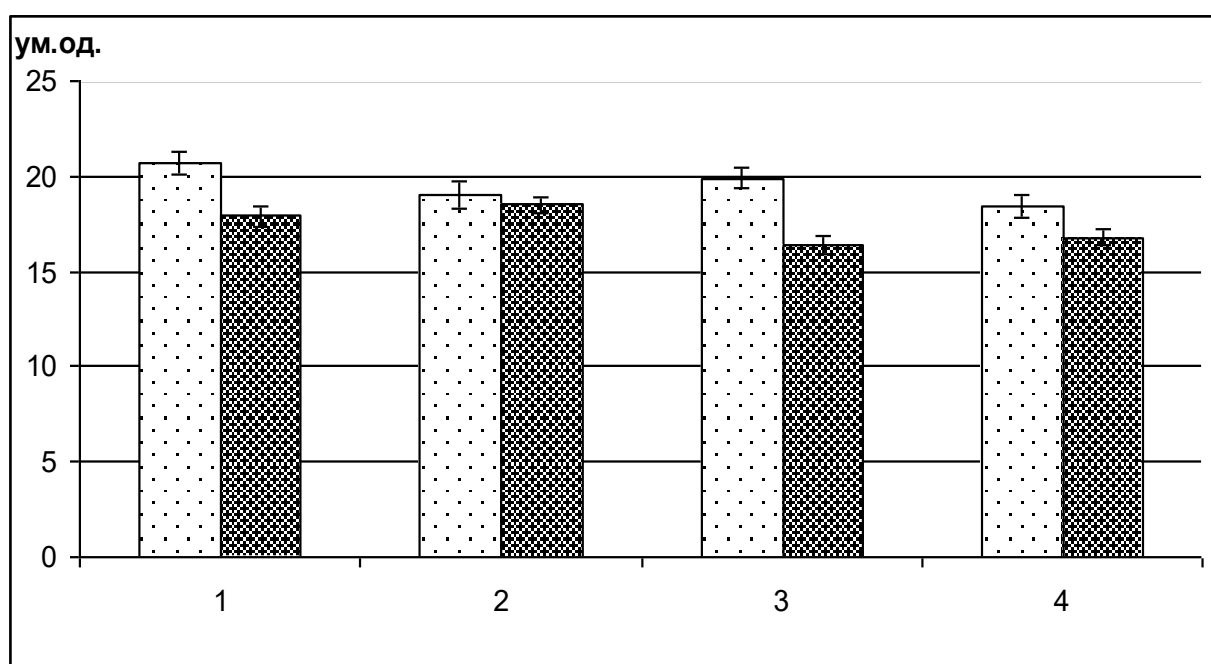


Рисунок 3.9. Середні показники коефіцієнту витривалості у спортсменів: 1- ЕГ1, 2 – ЕГ2, 3-ЕГ3, 4 – ЕГ4

Примітка як і до рис.3.1.

Далі розглянемо розрахункові величини реакцій дихальної системи, а саме хвилинного об'єму дихання (ХОД) та вентиляційного індексу (ВІ) на дозоване навантаження обсягом 10 хв та потужністю роботи 100 Вт на велоергометрі. Вцілому можна відмітити, що ми не виявили якось певної тенденції щодо одностайної закономірності реакцій дихальної системи на дане навантаження. Одні показники виявилися вищими у одних групах, тоді як інші – в інших групах.

Результати представлено у таблиці 3.3., розглянемо їх більш детальніше.

Середньостатистичний показник ХОД в спортсменів ЕГ1 був $78,7 \pm 0,8$ л/хв, що виявився дещо нижчим за аналогічний показник представників ЕГ₂ - $79,8 \pm 1,0$ л/хв ($t=0,86$, $p \geq 0,05$). Тоді як у спортсменів старшої групи, ми отримали протилежну ситуацію реакцій даного показника на дане фізичне навантаження. Так, показник ХОД у ЕГ₃ складав, в середньому, $79,1 \pm 0,9$ л/хв, тоді як у спортсменів ЕГ₄ - $74,6 \pm 0,9$ л/хв, що виявився статистично достовірно вищим ($t=3,54$, $p \leq 0,01$).

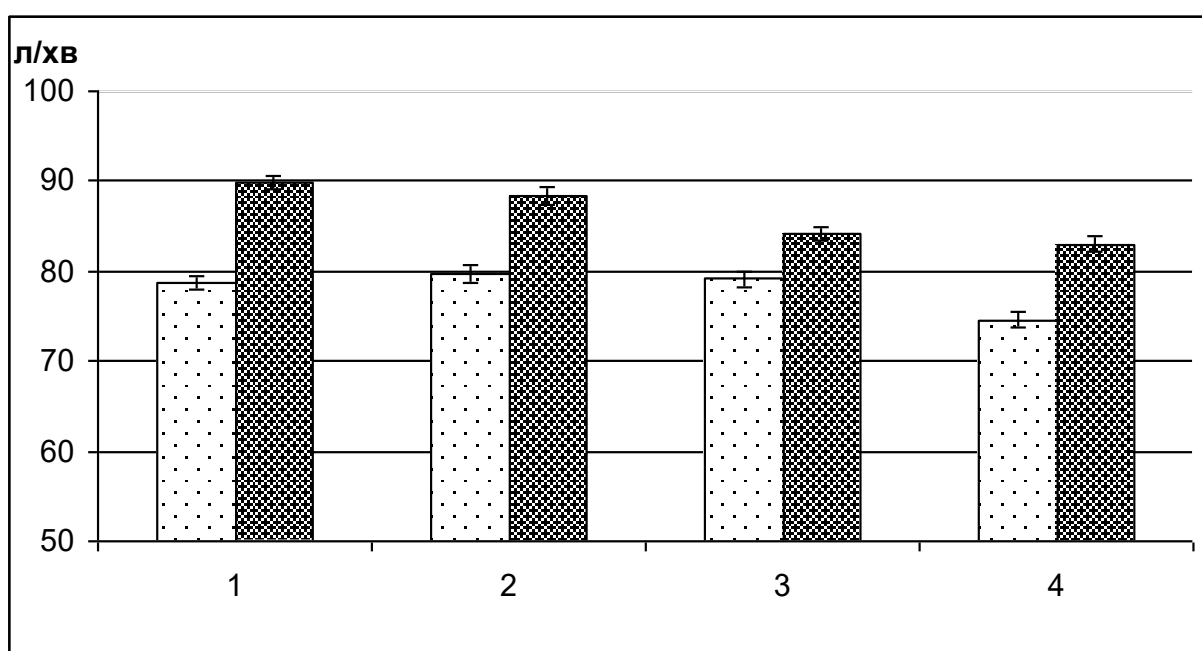


Рисунок 3.10. Середні показники хвилинного об'єму дихання у спортсменів: 1- ЕГ1, 2 – ЕГ2, 3-ЕГ3, 4 – ЕГ4

Примітка як і до рис.3.1.

Із іншого відмічаємо не однозначні результати на реакцію на дане навантаження за показниками вентиляційного індексу (ВІ). З даних таблиці видно, ВІ у представників видів спорту на витривалість ЕГ1 виявився нижчим, і становив $16,6 \pm 0,4$ ум.од., тоді як спортсменів ЕГ2 цей показник становив $17,7 \pm 0,4$ ум.од. Хоча середні показники цих двох груп виявилися не вірогідними.

Дещо інша ситуація спостерігається у старшої групи спортсменів,

зокрема у представників видів спорту на витривалість (ЕГ3) середній показник становив $16,9 \pm 0,4$ ум.од., що на відміну від попереднього порівняння у спортсменів молодшої групи, виявився дещо вищим за аналогічний показник спортсменів швидкісно-силових та силових видів спорту старшої групи. У останніх середній показник становив $16,8 \pm 0,5$ ум.од., хоча різниці виявилися не суттєвими ($p \geq 0,05$).

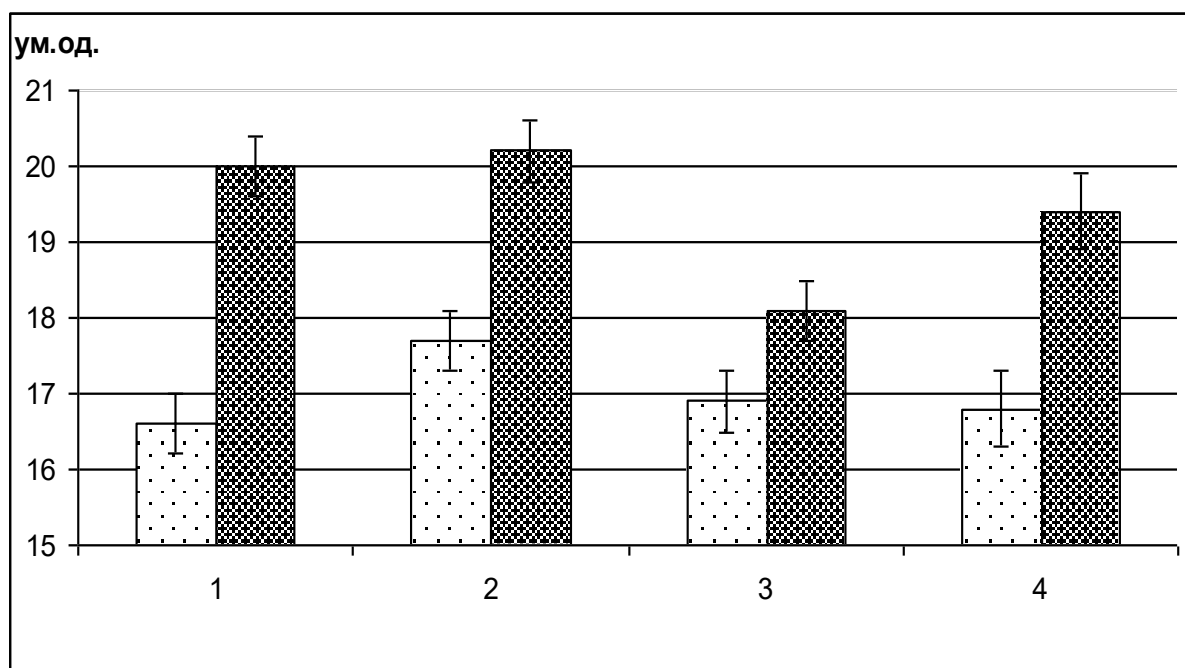


Рисунок 3.11. Середні показники вентиляційного індексу у спортсменів: 1- ЕГ1, 2 – ЕГ2, 3-ЕГ3, 4 – ЕГ4

Примітка як і до рис.3.1.

Тобто можна стверджувати, що немає односторонньої закономірності того, як реагує і адаптується дихальна система на навантаження більшого обсягу. Але не великої інтенсивності у представників різних видів спорту з одного боку, а також і у віковому аспекті, з іншого.

Аналогічно як і у випадку розрахункових показників кардіореспіраторної системи після вивчення результатів реакції та адаптації кардіореспіраторної системи на велонавантаження великого обсягу, ми розглядали ці показники відносно реакцій на більш інтенсивну, але не об'ємну роботу.

Результати дослідження представлені у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4.

Розрахункові показники стану кардіореспіраторної системи в здорових людей при виконанні інтенсивної роботи

Показники	Групи обстеження					
	18-22 річні спортсмени			23-30 річні спортсмени		
	ЕГ1	ЕГ2	t, p	ЕГ3	ЕГ4	t, p
Розрахункові показники серцево-судинної системи						
ХОК, л/хв	24,9±0,5	25,2±0,5	0,43	24,7±0,5	24,2±0,4	0,78
ІК, мл/хв×кг	366,1±8,0	323,1±8,4	3,71	343,0±7,9	302,5±8,6	3,47
КВ, ум.од.	17,9±0,5	18,5±0,4	0,94	16,4±0,5	16,8±0,4	0,63
Розрахункові показники дихальна системи						
ХОД, л/хв	89,8±0,8	88,4±0,9	1,17	84,1±0,8	83,0±0,8	0,97
ВІ, ум.од.	20,0±0,4	20,2±0,4	0,36	18,1±0,4	19,4±0,5	2,03

Примітка, що і до таблиці 3.1.

Із даних цієї таблиці видно, що спортсмени молодшої вікової групи, які займалися видами спорту на витривалість характеризувалися відносно нижчими показниками хвилинного об'єму кровообігу (ХОК) після виконання даного навантаження, порівняно зі спортсменами, в яких на тренуваннях визначальну роль відігравали швидкісно-силові та силові вправи. Так, середній показник ХОК у ЕГ1 становив 24,9±0,5 л/хв, що виявився відносно нижчим за аналогічний показник ЕГ2, в яких показник ХОК, в середньому, становив 25,2±0,5 л/хв ($t=0,43$, $p\geq 0,05$).

Інша тенденція спостерігається у старшій віковій групі спортсменів, зокрема середній показник ХОК в ЕГ3 виявився відносно вищим за аналогічний показник спортсменів ЕГ2 і становив 24,7±0,5 л/хв, тоді як у спортсменів цього віку, які віднесені до представників швидкісно-силових та силових видів спорту показник ХОК, в середньому, становив 24,2±0,4 л/хв, хоча цьому середні показники між собою достовірно не відрізнялися ($p\geq 0,05$).

Зовсім інша закономірність як реакції на подібне навантаження ми спостерігаємо при аналізі отриманих результатів індексу кровообіг (ІК),

тобто відношення ХОК до маси тіла спортсменів у групах обстеження. Але багато в чому вона подібна при порівнянні отриманих показників ІК різних вікових груп, коли навантаження було відносно більшим за обсягом, але нижчим за інтенсивністю. Знову при цьому індексі важливу роль відігравала маса тіла обстежуваних. У представників обох вікових груп видів спорту на витривалість вона виявилася нижчою, а ніж у представників швидко-силових та силових видів за майже схожими показниками хвилинного об'єму кровообігу.

Середній показник ІК (індексу кровообігу) у представників ЕГ1 становив $366,1 \pm 8,0$ мл/хв \times кг, тоді як у представників ЕГ2 - $323,1 \pm 8,4$ мл/хв \times кг, що виявився достовірно вищим ($t=3,71$, $p \leq 0,01$). У представників старших груп спортсменів: ЕГ3 - $343,0 \pm 7,9$ мл/хв \times кг, у спортсменів Е4 - $302,5 \pm 8,6$ мл/хв \times кг ($t=3,47$, $p \leq 0,01$) (Табл.3.4.).

Наступним проаналізуємо результати дослідження показників коефіцієнту витривалості (КВ). Варто відмітити, що на однакове за обсягом й інтенсивністю навантаження (тривалість 2 хв, потужність 200 Вт) показники коефіцієнта витривалості (КВ) у представників витривалих видів спорту, виявилися відносно нижчими. Хоча при виконанні вело навантаження більшого за обсягом та невеликої інтенсивності (тривалість 10 хв, потужність 100 Вт) реакція серцево-судинної системи за цим показником була протилежною. Так, середній показник КВ у представників ЕГ1 складав $17,9 \pm 0,5$ ум.од., хоча виявилися не достовірно нижчими за аналогічний показник у ЕГ2 - $18,5 \pm 0,4$ ум.од., при цьому різниці були також не вірогідними ($p \geq 0,05$).

Порівнюючи отримані дані коефіцієнт витривалості (КВ) у спортсменів старшої групи, дане припущення також підтверджується, середній показник КВ у представників ЕГ3 складав $16,4 \pm 0,5$ ум.од., тоді як у ЕГ 4 - $16,8 \pm 0,4$ ум.од. ($t=0,63$, $p \geq 0,05$) (Табл.3.4.).

Далі розглянемо розрахункові величини реакцій дихальної системи, а саме ХОД та ВІ на дозоване навантаження обсягом 2 хв та потужністю

роботи 200 Вт на велоергометрі. Вцілому можна відмітити, що ми виявили тенденції відносно нижчих показників вентиляційного індексу і відносно вищих показників ХОД у представників видів спорту на витривалість на дане навантаження, порівняно з групами спортсменів, швидкісно-силових та силових видів спорту.

Результати представлено у таблиці 3.4., розглянемо їх більш детальніше.

Середній показник ХОД у спортсменів ЕГ1 становив $89,8 \pm 0,8$ л/хв, що виявився дещо вищим за аналогічний показник представників ЕГ₂ - $88,4 \pm 0,9$ л/хв ($t=1,17$, $p \geq 0,05$). У спортсменів старшої групи показник ХОД у ЕГ₃ складав, в середньому, $84,1 \pm 0,8$ л/хв, тоді як у спортсменів ЕГ₄ - $83,0 \pm 0,8$ л/хв, хоча виявився статистично не достовірними ($t=0,97$, $p \geq 0,05$).

З іншого боку ми спостерігаємо протилежні результати на реакцію на дане навантаження за показниками вентиляційного індексу (ВІ). З даних таблиці видно, ВІ у представників видів спорту на витривалість ЕГ1 виявився нижчим, і становив $20,0 \pm 0,4$ ум.од., тоді як спортсменів ЕГ₂ цей показник становив $20,2 \pm 0,4$ ум.од. Хоча середні показники цих двох груп виявилися не суттєвими.

Подібна ситуація спостерігається у старшої групи спортсменів, зокрема у представників видів спорту на витривалість (ЕГ₃) середній показник становив $18,1 \pm 0,4$ ум.од., у спортсменів швидкісно-силових та силових видів спорту старшої групи середній показник становив $19,4 \pm 0,5$ ум.од., що достовірно відрізнялися ($p \leq 0,05$).

Тобто можна стверджувати, що немає односторонньої закономірності того, як реагує і адаптується дихальна система на навантаження більшого обсягу, але не великої інтенсивності у представників різних видів спорту з одного боку, а також і у віковому аспекті, з іншого.

Цю закономірність ми також спостерігали при аналізі результатів дослідження після виконання велонавантаження більшого обсягу, але меншої інтенсивності.

ВИСНОВКИ

1. Взаємодія між компонентами кардіореспіраторної системи – серцево-судинної та дихальної, являє собою складний фізіологічний процес, у якому роль та значення окремих компонентів визначається характером та потужністю функціональних навантажень, віковими особливостями організму спортсменів та занять різними видами спорту. До найбільш досконалих механізмів адаптації належать механізми, пов'язані зі збільшенням показників кровообігу та газообміну, і дана інформація про кардіореспіраторну взаємодію при різних функціональних навантаженнях, сприяє створювати узагальнюючі моделі з метою їхнього практичного застосування для корекції навчально-тренувального процесу спортсменів та індивідуального підходу під час планування фізичних навантажень різного об'єму.

2. При здійсненні аналізу отриманих результатів реакції кардіореспіраторної системи, можна відмітити, що середні показники серцево-судинної системи виявилися у більшості випадків достовірно нижчими у обох вікових групах обстежуваних, які займаються видами спорту на витривалість за аналогічні показники спортсменів швидкісно-силових та силових видів при виконанні навантаження більшого за обсягом при не значній інтенсивності.

3. Встановлено, що в адаптаційні реакції дихальної системи також підтверджують закономірність того, що організм представників видів спорту на витривалість більш якісно адаптується до навантажень більшого обсягу з помірним за інтенсивністю навантаженням. Не виявили односторонньої закономірності того, як реагує і адаптується дихальна система на навантаження більшого обсягу, але не великої інтенсивності у представників різних видів спорту з одного боку, а також і у віковому аспекті, з іншого.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адаптація до тренувальних навантажень. Лекція. URL: https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_uploadml
2. Апанасенко Г.Л., Михайлович С.О. Фізіологічні основи фізичної культури та спорту. Ужгород: УжНУ, 2004. 144 с.
3. Ахматгатин А. А. Оценка функционального состояния высококвалифицированных боксеров по показателям сердечного ритма. *Проблемы и перспективы развития спортивных игр и единоборств в высших учебных заведениях* : науч. конф. Харьков, 2005. С. 12–14.
4. Бондарчук А. П. Періодизація спортивного тренування. Київ : Олімп. літ-ра. 2015. 298 с.
5. Вілмор Дж. Х., Костіл Д.Л. Фізіологія спорту. К.: Олімп. літ-ра, 2003. 656 с.
6. Голяка С.К., Возний С.С. Фізіологічні основи фізичної культури і спорту. Навч.-метод. посібник. Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2015. 230 с.
7. Голяка С.К., Глухов І.Г. Фізіологічні основи фізичної культури і спорту. Метод. рекомендації. Херсон: Вид-во ПП. Вишемирський В.С., 2019. 84 с.
8. Драчук С., Богуславська В., Швець О. Складові тренувальних навантажень у пауерліфтингу. *Фізична культура спорт і здоров'я нації*. Вінниця, 2023, № 15(34). С.191-198. URL: <https://vspu.net/fks/index.php/fks/article/view/660/641>
9. Земцова І.І. Спортивна фізіологія. Навчальний посібник. К.: Олімпійська література, 2008. 208 с.
10. Ільїн В.М., Єфанова Ю.К. Оцінка адаптації кваліфікованих веслярів до фізичних навантажень методом структурно-лінгвістичного аналізу варіабельності серцевого ритму. *Актуальні проблеми фізичної культури і спорту*. 2004. Вип. 5. С. 98-101.

11. Інноваційні технології фізичного виховання студентів / за заг. ред. Вихляєва Ю. М.; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2018. 543 с.
12. Коритко З. Медико-біологічні основи рухової активності: навч. посіб. Львів: ЛДУФК ім. Івана Боберського, 2020. 223 с. URL: <http://repository.ldufk.edu.ua/handle/34606048/27946>.
13. Костюкевич В.М. Теорія і методика тренування спортсменів високої кваліфікації: Навч. посібник. Вінниця: «Планер», 2007. 273 с. <https://vspu.edu.ua/faculty/sport/kafgame/np/p1.pdf>
14. Костюкевич В. М., Шинкарук О. А., Воронова В. І., Борисова О. В. Основи науково-дослідної роботи здобувачів вищої освіти за ступенями магістра та доктора філософії (спеціальність: 017 Фізична культура і спорт): навчальний посібник. Київ: КНТ, 2017. 634 с. <https://reposit.uni-sport.edu.ua/bitstream/handle/787878787/365/%d0%9e%d1%81%d0%bd%d0%be%d0%b2%d0%b8%20%d0%9d%d0%94%d0%a02017.pdf?isAllowed=y&sequence=1>
15. Линець М. М. Основи теорії адаптації і закономірності її формування у спортсменів. Лекція. URL: <https://repository.ldufk.edu.ua/bitstream/>
16. Линець М. М. Побудова мезо- і макроциклів. Лекція. URL: <https://repository.ldufk.edu.ua/bitstream/>
17. Ляшевич А.М., Чернуха І.С. Фізіологічні основи фізичного виховання та спорту: Навчальний посібник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 145 с. URL: <http://eprints.zu.edu.ua/31655/1/sport.pdf>
18. Лысенко Е. Ключевые направления оценки реализации функциональных возможностей спортсменов в процессе спортивной подготовки. *Наука в Олимпийском спорте*, 2006. №2. С. 70-77.
19. Мазур В. А., Скавронський О. П. Вплив рухової активності на організм людини. Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Фізичне виховання, спорт і здоров'я

людини. 2016. Вип. 9. С. 256–264. DOI: <https://doi.org/10.32626/2309-8082.2016-0.%p>

20. Мак-Дугалл Дж.Д. та ін. Физиологическое тестирование спортсмена высокого класса. Киев: Олимпийская литература, 1998. 432 с.

21. Маліков М.В., Богдановська Н.В., Сватсьєв А.В. Функціональна діагностика у фізичному вихованні і спорті: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Запоріжжя: ЗДУ, 2006. 227 с.

22. Мурза В.П., Архіпов О.А., Хорошуха М.Ф. Спортивна медицина. К.: Університет «Україна», 2007 249 с.

23. Піднебесна К. Особливості центрального кровообігу юних спортсменів при фізичному навантаженні. *Спортивний вісник. Придніпров'я*. 2007. №3-4. С.204-207.

24. Платонов В. М., Булатова М. М. Фізична підготовка спортсмена. К.: Олімпійська література, 1995. 320 с.

25. Платонов В. Н. Система підготовки спортсменів в олімпійському спорті. Загальна теорія і її практичне використання : підручник для тренерів : в 2 кн. Київ : Олімп. літ., 2015. Кн. 1. 680 с.

26. Ровний А.С., Ільїн В.М., Лизогуб В.С., Ровна О.О. Фізіологія спортивної діяльності. Харків: ХНАДУ, 2015. 556 с.

27. Савченко В.Г., Москаленко Н.В., Луковская О.Л., Ковтун А.А. Современные методы исследования функционального состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем в физической культуре и спорте: Учебное пособие. Днепропетровск, 2007. 111 с.

28. Сітнікова Н.С. Оцінка фізичної підготовленості і функціонального стану організму у системі медико-біологічного контролю. *Слобожанський науково-спортивний вісник*. 2010. №1. С.61-63.

29. Спортивная медицина : руководство для студентов и врачей / Под общ. ред. В. Н. Сокрута и В. Н. Казакова. Донецк : Каштан, 2009.

30. Теоретико-методичні основи контролю у фізичному вихованні та спорті: монографія. Костюкевич В.М., Врублевський Є.П., Вознюк Т.В. [та ін.]; за заг. ред. В.М. Костюкевича. Вінниця: ТОВ «Планер», 2017. 191 с.

31. Ткачук В. Г., Битко С. Н. Дослідження функціональних резервів серцево-судинної системи у спортсменів у процесі соревновательної діяльності з використанням частотного і фрактального методів. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання та спорту*. 2010. № 5. С. 145–147

32. Товт В.А. Фізичне виховання дорослого населення: навч. посіб./ укладачі В.А. Товт, Л.М. Джуган. – Ужгород: «ТОВ "РiК-У"», 2020. - 165 с.
<https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/28335/1/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB%20%D0%A4%D0%92%20%D0%94%D0%9D.pdf>

33. Фабрі З. Й., Чернов В. Д. Біохімічні основи фізичної культури і спорту: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів фізичної культури і спорту. – Вид. 2-е, доп. і перероб. – Ужгород: Ужгородський національний університет; Вид-во СП "ПоліПрінт", 2014. – 91 с. <https://www.uzhnu.edu.ua/uk/infocentre/get/25223>

34. Фізіологія людини і тварин: сучасні методи діагностики : навч. посіб. / Н. О. Козачук, Т. В. Качинська, О. Р. Дмитроца, О. А. Білецька. Луцьк: Вежа-Друк, 2022. 178 с.
<https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/20772/1/fizioloiiia%20liudyny.pdf>

35. Хіменес Х. Р. Формування довготривалої адаптації у процесі багаторічної підготовки спортсменів. Лекція. Режим доступу: <https://repository.ldufk.edu.ua/bitstream/>

36. Чернозуб А.А. Особливості адаптаційних реакцій чоловіків за умов силових навантажень. *Фізіол. журн.*, 2015, Т. 61, № 5. С.99-106.
https://fz.kiev.ua/journals/2015_V.61/2015_5/2015_5-99-106.pdf

37. Чернозуб А.А. Адаптаційно-компенсаторні реакції організму людини в умовах силових навантажень різної спрямованості : Дисертація

на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук. Миколаїв, 2015. 330 с.

38. Чернозуб А.А. Безпечні та критичні рівні фізичних навантажень для тренуваних та нетренуваних осіб в умовах м'язової діяльності силової спрямованості. *Фізіол. журн.*, 2016, Т. 62, № 2. С.110-116. https://fz.kiev.ua/journals/2016_V.62/2016_2/2016_2-110-116.pdf

39. Чижик В.В. Спортивна фізіологія: навч. посібник для студентів / В.В.Чижик. – Луцьк: ПВД «Твердиня», 2011. – 256 с.

40. Швець В. П. Показники вегетативної дисфункції у спортсменів з ознаками перетренованості. *Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія* № 1, 2023. С.53-57.

41. Ященко А.Г., Майданюк О.В., Тайболіна Л.О. Відмінності адаптаційних зрушень стану серцево-судинної системи плавців високої кваліфікації залежно від успішності їх змагальної діяльності // Актуальної проблеми фізичної культури і спорту. – 2005. – Вип. 6-7. – С. 102-110.