

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

ПОБУДОВА РІЧНОГО ТРЕНУВАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ
ЛЕГКОАТЛЕТОК КАТЕГОРІЇ «МАСТЕРС»

Кваліфікаційна робота
на здобуття ступеня вищої освіти «Магістр»

Виконав: здобувачка групи
221–М ..

Спеціальності: 017 Фізична
культура і спорт

Освітня програма: Фізична
культура і спорт

Туришева Наталія Анатоліївна

Керівник: кандидат наук з фізичного
виховання та спорту, доцент
кафедри олімпійського та
професійного спорту

Еделєв Олександр Сергійович

Рецензент: кандидат педагогічних
наук, доцент, декан факультету
здоров'я та фізичного виховання
Ужгородського національного
університету Сивохоп Едуард
Миколайович.....

.....

Івано-Франківськ, 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1. Механізми функціональної адаптації у швидко-силових видах спорту	9
1.2. Механізми адаптації у складнокоординаційних видах спорту.....	12
1.3. Біоімпедансометрія, як метод оцінки функціонального стану організму спортсменів.....	13
1.4. Стабілометричні методи щодо оцінки нервової системи спортсменів	15
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛ, МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	18
2.1. Методи досліджень.....	18
2.2. Організація досліджень.....	22
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ	24
3.1. Модельні параметри фізіологічних показників функціональної підготовленості стрибунів в довжину.....	24...
3.2. Взаємозв'язок основних функціональних компонентів та рівня спортивної майстерності стрибунів в довжину.....	40
ВИСНОВКИ	47
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	51

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АДФ – аденозиндифосфат

АТФ – аденозинтрифосфат

БІА – біоімпедантний аналіз

ДАТ - діастолічний артеріальний тиск

ЖЄЛ - життєва ємність легень

МВЛ – максимальна вентиляція легенів

МеЦ – мезоцикл

МЖ – маса жирової тканини

ММ – маса м'язової тканини

ХОК – хвилинний об'єм крові

МЦ – мікроцикл

ЗЦТ – загальний центр тиску

РО – резервний об'єм

САТ – систолічний артеріальний тиск

СКВ – середньоквадратичне відхилення

СФП – спеціальна фізична підготовка

УО – ударний обсяг

ФВ – фракція викиду

ФЖЄЛ – форсована життєва ємність легень

ЦНС – центральна нервова система

.

ВСТУП

Актуальність дослідження. Стан спортсмена зумовлюється як терміною так і довгостроковою адаптацією спортивної діяльності. Адаптація до м'язової діяльності охоплює всі функціональні системи організму, виявляючи як специфічні впливи, так і загальні риси. Існує цілком певна межа можливостей організму відповідати на тренуючі дії адекватними реакціями, які зумовлені функціональним резервом гормональних систем і тим абсолютним рівнем морфофункціональних перебудов, на якому організм вже перебуває [2, 6, 19]. Відповідно, під час підготовки висококваліфікованих спортсменів «Мастерс» слід орієнтуватися на використання тренувальних засобів, адекватних змагальній вправі, які забезпечують цілеспрямовані керуючі зміни на функціональні системи організму спортсмена, які визначають результативність у цьому виді спорту [11, 24, 33].

Вивчення закономірностей адаптації організму людини до спортивної діяльності є одним із найважливіших завдань фізіології спорту. Широкий спектр кінематичних і динамічних характеристик, виконуваних спортсменами рухів, визначає різноманітні й водночас специфічні фізіологічні зміни, які відбуваються під впливом виконаної фізичної роботи [3, 15, 39]. Коли зовнішні сили діють на сегмент тіла для створення пози і руху, внутрішні структури певного сегмента тіла реагують, створюючи певні сили протидії зовнішнім силам, цим створюючи певну бажану позу чи рух [27].

Незважаючи на багаторічні дослідження проблеми адаптації спортсменів «Мастерс» в стрибках в довжину, багато питань функціональної підготовки залишаються актуальними і на сьогоднішній день [12, 38]. Вирішення актуального завдання з підготовки легкоатлетів зі стрибків в довжину до досягнення високих результатів та запобігання виникненню травм сьогодні неможливе без аналізу інформації про функціональну підготовленість, яка включає дані дослідження морфологічних показників,

функціонального стану вестибуломоторної системи та швидко-силових здібностей опорно-рухового апарату.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Наша кваліфікаційна робота є складовою науково-дослідної теми кафедри олімпійського та професійного спорту Херсонського державного університету «Оптимізація навчально-тренувального процесу спортсменів різної кваліфікації» (0121U108195).

Мета: виявити особливості функціональної підготовленості організму спортсменів «Мастерс» у процесі багаторічної адаптації до рухової діяльності в стрибках в довжину.

Завдання дослідження:

1. Визначити вплив специфічної рухової діяльності на опорно-руховий апарат, кардіореспіраторну та статокінетичну системи організму спортсменів «Мастерс» в стрибках в довжину, порівняно з легкоатлетами високої кваліфікації.

2. Виявити антропо- та морфофункціональні модельні параметри функціональної підготовленості легкоатлетів зі стрибків в довжину в категорії «Мастерс» порівняно з високою кваліфікацією.

3. Встановити зв'язок між функціональними характеристиками систем забезпечення рухової діяльності та рівнем спортивної майстерності легкоатлетів зі стрибків в довжину категорії «Мастерс» та високої кваліфікації.

Наукова новизна.

– визначено особливості адаптації функціональних систем організму спортсменів категорії "Мастерс" до специфічної рухової діяльності у стрибках у довжину:

– виявлено механізми адаптації опорно-рухового апарату, кардіореспіраторної та пропріорецептивної сенсорної систем до рухової діяльності у стрибках у довжину;

– описано сегментарну морфометричну модель стрибку у довжину;

– показаний пріоритет координаційних здібностей над швидкісними та силовими зі зростанням спортивної кваліфікації у стрибунів у довжину рахунок розвитку функції сприйняття власних рухів;

– встановлені кореляційні взаємозв'язки між функціональними показниками м'язового скорочення (максимальна сила; співвідношення м'язової сили до ваги тіла; коефіцієнт варіації виконання рухової дії; сумарний обсяг виконаної роботи, відношення роботи до ваги тіла спортсмена категорії "Мастерс", відношення сумарної роботи м'язів до загального часу виконання вправи) та рівнем спортивної майстерності стрибунів у довжину;

– встановлені прогностичні модельні параметри, що визначають ефективну реалізацію рухового потенціалу спортсмена у стрибках у довжину.

Теоретичне та практичне значення. Виявлені результати дослідження функціональних характеристик систем забезпечення рухової діяльності стрибунів у довжину розкривають особливості адаптаційних механізмів функціональних систем до специфічної рухової діяльності різних категорій спортсменів. Отримані модельні характеристики функціональної підготовленості стрибунів у довжину можуть бути застосовані на етапах спортивного відбору, а також для конкретизації та корекції індивідуального тренувального плану у процесі становлення та вдосконалення спортсмена категорії «Мастерс».

Апробація досліджень. Перебіг і результати етапів дослідження доповідалися на онлайн засіданнях кафедри олімпійського та професійного спорту, а тези «Порівняльний аналіз показників статокінетичної стійкості стрибунів у довжину категорії «Мастерс» та спортсменів високої кваліфікації», доповідалися на I Всеукраїнській науковій конференції «Пріоритетні напрямки розвитку фізичної культури, спорту, рекреації» онлайн, 25 жовтня 2024, м. Івано-Франківськ.

Публікації. За матеріалами дослідження було підготовлено і опубліковано тези «Порівняльний аналіз показників статокінетичної

стійкості стрибунів у довжину категорії «Мастерс» та спортсменів високої кваліфікації» в збірнику матеріалів I Всеукраїнської наукової конференції «Пріоритетні напрямки розвитку фізичної культури, спорту, рекреації», 25 жовтня 2024, м.Івано-Франківськ.

Структура й обсяг роботи. Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел (63). Загальний обсяг **дипломної** роботи складає 58 сторінок, вона містить 15 таблиць.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Механізми функціональної адаптації у швидкісно-силових видах спорту.

Тренування змінює стан людини. Ця проста формула відбиває властивість людини і взагалі всього живого змінюватись і розвиватися. Цілеспрямоване тренування суттєво змінює процес розвитку людини [1, 2, 14, 43].

Низка дослідників аналізує актуальні проблеми підготовки висококваліфікованих легкоатлетів-стрибунів, і вказує на те, що: «У практиці підготовки легкоатлетів-стрибунів одним з основних факторів стримування зростання спортивних досягнень можна вважати крайню трудність подолання протиріччя між прагненням спортсменів до високих результатів та тим, що вони не виконують значні тренувальні обсяги в режимах, що відповідають запланованому досягненню у своїй дисципліні. Як показав аналіз тренувальних навантажень висококваліфікованих стрибунів, проведений співробітниками комплексної наукової групи (КНГ), переважна кількість вправ (78–96 % залежно від виду стрибків) виконується спортсменами із значно меншою інтенсивністю м'язової напруги порівняно із діяльністю змагань. Середні зусилля виконання спеціальних вправ формують стійку рухову навичку середніх зусиль, далеких від параметрів вправи змагання, створюючи у стрибуна певний «швидкісний бар'єр», коли він успішно виконує рухову дію на середній швидкості і не може ефективно виконувати стрибки на змагальній швидкості [9].

«У стрибках у довжину, як і в інших стрибкових дисциплінах, все більшого значення набуває швидкість рухів у розгоні, в опорній та безопорній фазах стрибка, а світові лідери в цьому виді [8, 18, 35] є і лідерами за швидкістю виконання всіх фаз стрибка в довжину. Зміщення техніки від «силового» до «швидкісного» варіанта стрибка у всіх стрибкових

дисциплінах, зміна спрямованості підготовки у бік підвищення ролі швидкісних та високоінтенсивних спеціальних вправ у тренувальному процесі вплинуло на структуру спеціальної фізичної підготовленості стрибунів» [9, 25]. У зв'язку з зазначеною проблемою, на наш погляд, логічним буде розгляд механізмів функціонального вдосконалення у спринтерському бігу.

У своїх роботах низка науковців [5, 35], розглядаючи перспективи покращення результатів у легкоатлетичному спринті, виділяє основні напрямки для зростання спортивних результатів у бігу на короткі дистанції 100 та 200 метрів, це: швидкість реакції на старті, здатність до прискорення, максимальна швидкість бігу, швидкісна витривалість, а також технічну та тактичну майстерність. При співвіднесенні швидкісно-силових якостей у стрибках в довжину та спринтерським бігом актуальними резервами розвитку швидкості, з перерахованих вище будуть: здатність до прискорення, максимальна швидкість бігу, швидкісна витривалість.

Технічна майстерність також є важливим аспектом, але біомеханічні особливості розбігу стрибуна відрізняються від техніки бігуна на коротких дистанціях, про них ми говоритимемо в контексті розвитку складнокоординаційних здібностей, специфіки ритмико-темпової структури, а також переміщення тіл з розгоном [15, 27, 49]. Кваліфіковані спринтери і бігуни-початківці істотно не відрізняються у здатності до швидкого прискорення зі старту. Звідси можна припустити, що це якість є більшою мірою вродженою і мало піддається тренуванню, або нам поки що не відомі ефективні засоби та методи його розвитку» [3, 18].

Домінуючою метаболічною енергетичною системою є система фосфагенів, яка значною мірою залежить від запасу креатинфосфату у м'язах (PCr). У фосфагенній системі креатинкіназу розщеплює креатинфосфат до молекули креатину та переносить неорганічний фосфат (Pi) від PCr до АДФ з утворенням АТФ. Таким чином, поки працює фосфагенна система (поки креатинфосфат доступний) АТФ регенерується з дуже високою швидкістю і

АТФ м'язів підтримується на постійному рівні. Цікаво, що фосфагенна система може задовольняти енергетичні потреби м'язів, що інтенсивно скорочуються, приблизно 10 секунд, що входить у часовий інтервал бігу спринтерів елітного рівня на 100 м [18, 32].

У той час як фосфагенна система може ефективно задовольняти потреби енергії для миттєвого максимального скорочення м'язів, його частина врівноважується швидкою стимуляцією гліколітичного метаболічного шляху. У гліколітичному метаболізмі, як основне джерело палива використовується глюкоза, і робить додатковий внесок у утворення АТФ під час вибухових м'язових дій, таких як біг на короткі дистанції. Гліколітичний метаболізм може становити понад 55 % вироблення енергії під час спринтерської вправи тривалістю приблизно 10 секунд [17, 37]. Як і фосфагенна система, здатність гліколітичної системи залежить від її специфічних запасів палива (переважно м'язовий глікоген з невеликим запасом за рахунок глюкози в крові). Дослідження показали, що спринтерські тренування ефективні у підвищенні активності ферментів креатинкінази (каталіз PCr) та міокінази (також відомої як аденілаткіназа), ресинтезу АТФ з АДФ у фосфагенній системі.

Відомо, що зниження швидкості бігу відбувається, коли організм майже вичерпав PCr і покладається переважно на гліколітичний метаболізм для отримання енергії. Так само більш висока швидкість гліколітичної ферментативної активності спостерігається у відповідь на спринтерське тренування, включаючи ферменти фосфофруктокіназу, лактатдегідрогеназу, піруват кіназу та глікогенфосфорилазу. Найбільш ефективним є посилення вироблення лактатдегідрогенази, ферменту, відповідального за каталізування та перетворення пірувату на лактат, оскільки він посилює необхідність перетворення лактату. Вважається, що лактат ускладнюють роботу в процесі накопичення його в організмі, насправді воно є корисним для метаболізму м'язів під час спринтерського бігу. Виробництво лактату допомагає компенсувати ефекти метаболізму ацидозу через буферизацію, і

попередження утворення протонів. Крім того, виробництво лактату є ефективним та швидким механізмом регенерації у м'язах цитозольного НАД⁺, який необхідний для гліколізу для продовження та регенерації АТФ [19, 20, 26]. "Збільшення вихідної потужності могло бути результатом збільшення максимальної активності гліколітичного ферменту та ємності Na⁺ - K⁺ - насоса, тоді як підвищена активність мітохондріальних ферментів могла бути результатом збільшення швидкості потоку пірувату під час такого тренування" [19, 45].

1.2. Механізми адаптації у складнокоординаційних видах спорту.

Вестибулярний аналізатор або статокінетичний аналізатор – сукупність структур, відповідальних за сприйняття та аналіз поз та положень тіла у просторі; разом із мозочком забезпечують координацію рухів, рівновагу тіла. Функціонально вестибулярний аналізатор пов'язаний з руховим, зоровим, слуховим, тактильним та іншими аналізаторами, а також системами мозку.

Ступінь розвитку та тренуваності вестибулярного аналізатора характеризують: чутливість – здатність сприймати, аналізувати та оцінювати порого подразнення, тобто виконувати ефективно тонкий та повний аналіз руху; стійкість - здатність протистояти скільки завгодно великого вестибулярного навантаження (одномоментного або протяжного в часі) на користь реалізації програми рухів. Ці функції вестибулярного аналізатора є основними елементами біологічного зворотного зв'язку, що регламентує ефективну рухову діяльність [4, 26, 41]. Високий рівень значущості координаційних здібностей, як фактора, що підвищує ефективність тренувальної та змагальної діяльності у спорті, підтверджується у багатьох роботах [7, 30, 32].

Розвиток рухових координацій у спорті ще раз акцентує увагу на тому, що: «Особливості функціонування координаційних механізмів дозволяють зіставити відомості про етапність процесів координаційного впорядкування із загальновідомими відомостями про п'ять стадій формування спортивної

техніки. Стадія створення перших уявлень про рухову дію та формування установки на навчання передбачає створення фізіологічної та психологічної налаштувань на основі виникаючих ідеомоторних реакцій та спрямованості волі на майбутні дії. Для стадії оволодіння основами техніки та ритмом руху характерне поєднання рухових реакцій та зайвої м'язової напруги, які викликаються поширенням процесу збудження в корі великих півкуль головного мозку. Для цієї стадії також характерне акцентування кількох найголовніших провідних елементів координаційних взаємозв'язків. Відсутність координаційної впорядкованості зовні виявляється у «перевиробництві рухів» і надмірної активності другорядних м'язів [38].

Стадія формування умінь досконалого виконання рухової дії відповідає етапу уточнення рухових дій, який пов'язаний із концентрацією нервових процесів у корі великих півкуль головного мозку. Для цієї стадії характерно повне та деталізоване сприйняття рухів у свідомості. Стадія повного перетворення досвіду характеризується закріпленням рухових процесів, їх автоматизацією і стабілізацією. Координаційні відносини відрізняються високим рівнем упорядкування та малою ймовірністю технічних помилок у звичайних умовах виконання елементів.

1.3. Біоімпедансометрія, як метод оцінки функціонального стану організму .

Біоімпедансометрія поширена в оцінці функціональної підготовленості в багатьох видах спорту, а також у різних видах легкої атлетики [7, 9, 29, 44]. Даний метод ґрунтується на відмінностях електропровідності біологічних тканин через різний вміст у них рідини та електролітів, що дозволяє за вимірним імпедансом (електричним опором) оцінити кількісно різні компоненти складу тіла [18, 28]. Тривалість обстеження необхідне отримання результатів, загалом становлять 5-10 хвилин. Використання в пристрої аналізатора змінного струму низької амплітуди і високої частоти не впливає на здоров'я обстежуваного і дозволяє проводити багаторазові дослідження

складу тіла [8, 10]. Перевага методу полягає у можливості одночасної оцінки таких клінічно значущих параметрів, як активна клітинна маса та швидкість основного обміну, а також вивчення не тільки інтегральних, а й локальних параметрів складу тіла аж до дозволу, характерного для комп'ютерної томографії.

Нами проаналізовано роботи із застосуванням біоімпедансного аналізу тіла у легкій атлетиці, які розкривають роль інтегральної оцінки морфофункціональних параметрів тіла, у спортсменів у системі тренувально-змагальної підготовки приходять до того, що: «Для бар'єристів високої та вищої кваліфікації характерні диференційовані, залежно від етапу - змагальної підготовки, зміни морфофункціональних параметрів тіла» Зазначається зниження гідратації організму спортсменів під час переходу від тренувального етапу до змагального» [11, 29].

Дослідження морфологічних показників складу тіла стрибунів, проведені на навчально-тренувальних зборах збірної команди країни з легкої атлетики, з визначенням динаміки лабільних компонентів маси тіла стрибунів у мікроциклах, мезоциклах, річному циклі підготовки дозволило визначити нормативні показники індексу Кетлетів, жирової маси стрибунів у стрибкових дисциплінах. Також встановлено закономірності динаміки показників маси тіла, жирової та м'язової маси тіла у навантажувальних та відновлювальних мікроциклах (МЦ) та мезоциклах (МеЦ) етапу СФП, що дозволило визначити вплив адаптаційних процесів в організмі спортсмена на дані показники. Експериментально обґрунтовано технологію управління тренувальним процесом за показниками динаміки лабільних компонентів маси тіла у мікроциклах та мезоциклах у підготовці висококваліфікованих стрибунів. «Зокрема, виявлено, що нормальні зміни показників складу тіла у тижневому тренувальному мікроциклі СФП відбуваються у таких межах: – для маси жирової тканини (МР) – зниження від 0,4 до 1,2 % маси тіла; – для м'язової маси (ММ) збільшення від 0,5 до 1,6 кг. Нормальні зміни показників складу тіла у тижневому відновлювальному мікроциклі відбуваються у таких

межах: – для МР – збільшення від 0,4 до 1,0 % маси тіла; – для ММ – зниження від 0,4 до 1,0 кг. Нормальні зміни показників складу тіла стрибунів у 3–4-тижневому мезоциклі УФП відбуваються у таких межах: – для МР – зниження від 0,8 до 2,4 % маси тіла; – для ММ – збільшення від 1,0 до 2,8 кг. Можливе незначне одночасне зниження м'язової та жирової маси тіла, що спочатку може супроводжуватися недовготривалим підвищенням спеціальної працездатності. Це, як правило, спостерігається у висококваліфікованих стрибунів у передзмагальному мезоциклі під час підготовки до головних стартів» [9, 14].

Ряд авторів стверджують, що у стрибкових дисциплінах легкої атлетики та гімнастики, велике значення відводиться контролю за вагою спортсменів оскільки ефективність виконання складно-координаційних вправ, що з переміщенням тіла спортсмена у просторі багато в чому залежить від рівня сили [21, 39].

1.4. Стабілометричні методи щодо оцінки нервової системи спортсменів

Комп'ютерна діагностика на стабілізаторі дозволяє діагностувати порушення вестибулярного та опорно-рухового апарату [10, 15, 51]. Спеціалізовані методики стабілізографічного аналізу дають можливість проводити медико-біологічні дослідження з метою диференціальної діагностики вестибулярної, мозочкової та сенситивної атаксії та дослідження участі різних сенсорних систем організму в балансі тіла» [13, 21].

Застосування стабілометричних методів в оцінці функціонального стану спортсменів знаходить найширше застосування в різних видах спорту: рекордних, контактних і художніх. Так і різні види легкої атлетики стали не винятком [1, 9, 19, 32].

Відомо, що у 44,6 % юних легкоатлетів, що спеціалізуються на бігу на середні дистанції, відзначається недостатній розвиток функції рівноваги у стані спокою. Після фізичного навантаження показники положення центру

тиску не відповідали нормативним вимогам у 51,2% обстежуваних. У стані спокою найбільші коливання центру тиску у передній площині відзначалися у молодих легкоатлетів, що спеціалізуються в бігу на 1500 метрів».

Отже, специфіка спортивної діяльності впливає формування параметрів статокінетичної стійкості у легкоатлетів різних спеціалізацій, зокрема коефіцієнта Ромберга. Чим менший показник коефіцієнта Ромберга, тим більший вплив пропріоцептивної системи у підтримці рівноваги і менше зорової системи, і навпаки. Показник коефіцієнта Ромберга, близький до 100%, свідчить про рівність впливу двох систем підтримки рівноваги. На основі вивчення коефіцієнта Ромберга виявлено тенденцію підвищення впливу зорової системи та відповідного зменшення впливу пропріоцептивної системи у підтримці рівноваги тіла у статичному вертикальному положенні у легкоатлетів-чоловіків зі збільшенням довжини дистанції. У бігунів на довгі дистанції встановлені достовірно вищі значення коефіцієнта Ромберга порівняно зі спринтерами. Зі збільшенням спортивної кваліфікації бігунів змінюються величини показників статокінетичної стійкості. Наприклад, у пробах «відкриті очі» у бігунів кваліфікації МСМК виявлено достовірно менші значення: площі статокінезіограми, довжини статокінезіограми, швидкості переміщення ЦД порівняно з бігунами першого спортивного розряду.

Висновки першого розділу

Виходячи з вищевикладеного, можна зробити загальний висновок, що на сьогоднішній день у практиці вивчення швидкісно-силових та складнокоординаційних видів спорту є інформативними та актуальними методи біоімпедансометрії, топографія, стабілометрії. Однак, не досить вивченим є питання застосування даних методик щодо стрибунів у довжину на різних етапах спортивної майстерності. З метою здійснення комплексного контролю функціональної підготовленості систем забезпечення рухових дій спортсменів категорії «Мастерс» зі стрибків у довжину у процесі спортивного становлення та виявлення модельних характеристик спортсменів високої та

вищої кваліфікації нами було вирішено застосувати у дослідженні вищеописані методи.

.

РОЗДІЛ 2.

МАТЕРІАЛ, МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Методи дослідження

Для вирішення поставлених завдань використано такі методи дослідження:

1. Вивчення та аналіз науково-методичної літератури.
2. Біоімпедансометрія.
3. Комп'ютерна стабілографія .
4. Динамометрія.
5. Методи математичної статистики.

2.1.1. Вивчення та аналіз науково-методичної літератури. У ході аналізу науково-методичної літератури було виявлено основні тенденції наукових досліджень. Цей метод застосовувався з метою визначення актуальності, мети, завдань та гіпотези здійснюваної наукової роботи. Літературний огляд дозволив вибрати найбільш підходящі методи дослідження, а також обґрунтувати розроблену методику обробки та систематизації отриманих даних.

2.1.2. Біоімпедансометрії. Основні елементи структури тіла людини є нерозривною єдністю і утворюють собою композицію тіла, яка включає відносне уявлення різних складових елементів загальної маси тіла людини. Морфофункціональне тестування спортсменів було проведено за допомогою ростоміра електронного підлогового, а також професійних ваг-аналізатора з посегментним аналізом складу тіла та вбудованим принтером. Дане обладнання призначене для використання у спортивних та фізкультурно-оздоровчих закладах. Терези визначають склад тіла протягом декількох секунд.

Система формує звіт про кількість м'язової тканини, води та відсоткове

співвідношення жиру в організмі. Tanita BC-418MA розраховує індекс маси тіла та рівень метаболізму. Вбудовані поручні дозволяють здійснювати посегментний аналіз складу організму. У цьому режимі аналізатор відображає відсоток жиру, масу жиру, безжирову масу і м'язову масу, що рекомендується, для окремих кінцівок і області живота [8, 22]. Нами реєструвалися такі параметри: довжинні розміри тіла, маса тіла, індекс маси тіла, відсоток жирової тканини в тілі, маса жирової тканини в тілі, маса без жирової тканини в тілі, імпеданс тіла.

2.1.3. Комп'ютерна стабілографія. Для дослідження підтримки вертикальної пози використовувався метод комп'ютерної стабілізації, на апаратно-програмному комплексі МБН Стабіло. Система складається з вимірювальної платформи, монітора на штативі та інтерфейсу для персонального комп'ютера [2, 8]. Платформа включає опорну поверхню, електронний перетворювач сигналів і датчиків сили. [10, 38]. Зусилля, що припадає на кожен датчик, дає змогу обчислювати проекцію загального центру мас тіла на площину опори [12, 34].

Обробка отриманих даних та їх подання проводилася відповідно до загальноприйнятих стандартів наукового щодо застосування стабілометрії та біоуправління з опорної реакції.

За адекватної оцінки показників постуральної стійкості необхідно враховувати фактичні розміри тіла людини. Попередньо були зроблені антропометричні виміри: довжина тіла, довжина стопи, відстань кісточки-шкарпетка, ширина стопи та відстань між обома верхніми передніми здухвинними остями [12, 14, 22]. Стійкість пози оцінювали у шести положеннях: «Основна стійка» (О. С.) очі відкриті; О. С. очі відкриті, поворот голови вліво; О. С., поворот голови вправо; О. С., очі закриті; О. С. очі закриті, поворот голови вліво; О. С. очі закриті, поворот голови вправо. Піддослідні знаходилися у кожному положенні протягом 30 секунд. У кожному положенні реєструвалися параметри, подані у табл. 2.1.

«Проби з поворотом голови включають як провокуючий момент. У тест входить оцінка комплексу рефлекторних реакцій, із включенням шийно-тонічного рефлексу, вестибулярного апарату, пропріорецепції, зорового аналізатора, оскільки дослідження проводиться з відкритими та закритими очима» [12, 44].

Таблиця 2.1.

Параметри оцінки постуральної стійкості МБН Стабіло

Параметр	Значення
Коефіцієнт Ромберга QR (%)	Відношення площі статокінезіограми з відкритими очима до положення із заплющеними очима (норма 150–300 %)
Середньоквадратичне відхилення ОЦД у фронтальній площині	Відхилення положення центру тиску в рамках координат стабілізометричної платформи вправо-ліворуч
Середньоквадратичне відхилення ОЦД у сагітальній площині	Відхилення положення центру тиску в рамках координат стабілізометричної платформи вперед-назад
Швидкість ОЦД	Розмір, визначальна відношення довжини шляху ОЦД під час дослідження на час дослідження
Рівень 60% потужності спектра у фронтальній площині	Показник, що характеризує переважаючі серед коливань компоненти частот у передній площині
Рівень 60% потужності спектра в сагітальній площині	Показник, що характеризує переважаючі серед коливань компоненти частот у сагітальній площині
Площа статокінезіограми	Показник, що характеризує площу фігури, обмеженою кривою статокінезіограми, (чим нижче показник, тим вища стійкість)
Відношення довжини еліпса до його ширини	Показник, що характеризує стабілізацію центру мас фронтальної та сагітальної площини
Відношення довжини статокінезіограми до її площі	Шлях, який центр тиску проходить на одиницю площі
Рівень 60% потужності спектра за вертикальною складовою	Показник, що характеризує переважаючі серед коливань компоненти частот вертикальної осі
Показник стабільності	Характеристика стабільності основної стійки (чим нижче показник, тим вище стійкість)
Індекс стійкості	Відношення довжини відрізка, що з'єднує початкову і кінцеву точку стабілізаційної кривої, до довжини кривої, що прямо залежить від швидкості ОЦД

2.1.4. Динамометрія м'язової сили. Оцінка м'язової сили проводилася

із застосуванням багатосуглобової системи Biodex System 4 Pro. Апарат складається з валу динамометра з важелями регулювання кута нахилу, кута розвороту, важелем висоти регулювання; крісла, що позиціонує, з регулюванням висоти і повороту сидіння, нахилу спинки сидіння, відстані до валу динамометра; комплекту навісного обладнання для кріплення на вал динамометра та програмного забезпечення Biodex Advantage версії 4.X [16]. Прилад діє на підставі принципу електронної динамометрії з вимірюванням моменту, що обертає, швидкості і положення кінцівки.



Рис. 2.1. Положення спортсмена при тестуванні швидкісно-силових здібностей: А – стоячи, Б – сидячи

Дослідження проводилося в ізокінетичному режимі, що дозволяє вимірювати акомодальну резистентність функціональних параметрів скелетної мускулатури [20]. Кутова швидкість виконання вправ становила 30 грд/с. Перед виконанням тесту проводилося калібрування пристрою відповідно до анатомічних особливостей кожного спортсмена, а також калібрування динамометричного діапазону руху і ваги кінцівки. Усі учасники були проінструктовані перед виконанням вправи та проводили кілька пробних рухів. У тесті спортсмени виконували п'ять повторів без відпочинку та з

максимальним докладанням зусиль. Відповідно до специфіки спортивної діяльності нами була проведена оцінка основних біодинамічних показників при відведенні-приведенні плечового суглоба в положенні стоячи, згинанні-розгинання колінного суглоба в положенні сидячи, рис. 2.1.

2.1.5. Математико-статистичні методи. Обробка отриманих даних проводилася з допомогою IBM SPSS Statistics 26. Для перевірки вибірок на нормальність розподілу даних було застосовано одновибірковий критерій Колмогорова-Смирнова, і навіть тест Шапіро-Вилка [2]. Параметри розподілу можна вважати нормальними. Необхідно було з'ясувати, чи існують відмінності в отриманих показниках функціонального стану систем забезпечення рухової діяльності спортсменів двох груп. Нами був застосований метод головних компонент, виявлення змінних, які містять найбільшу частку інформації про функціональні особливості груп, з усього масиву отриманих даних. Для подальшого аналізу та виявлення критеріїв класифікації нами було застосовано дискримінантний аналіз. Наведено медіанні значення, а також рівні першого та третього кuartилів функціональних параметрів груп стрибунів у довжину залежно від рівня спортивної кваліфікації.

2.2. Організація дослідження

В дослідженнях приймали участь 16 спортсменок категорії «Мастерс» та 16 спортсменок високої кваліфікації, які приймають активну участь в змагальній діяльності зі стрибків в довжину.

Дослідження проводились у 3 етапи.

На **першому етапі** дослідження був проведений аналіз літературних джерел на тему дослідницької роботи для визначення проблематики формування специфічних фізіологічних особливостей організму спортсменів категорії «Мастерс» стрибунів у довжину.

На **другому етапі** дослідження було проведено дослідження

функціональних характеристик стану опорно-рухового апарату та кардіореспіраторної систем організму стрибунів у довжину за допомогою застосування біоімпедансометрії та стабілометрії. Дослідження проводилося у спеціально-підготовчому періоді підготовки спортсменів.

На **третьому етапі** було проведено обробку та аналіз отриманих даних, формулювання висновків за підсумками науково-дослідної діяльності, літературне оформлення роботи.

Для отримання найбільш інформативних даних нами були використані наступні апаратно-комп'ютерні комплекси: чотирьох-сенсорний аналізатор компонентного складу тіла Tanita BC-418 MA, Японія (біоімпедансометрія); стабілографічний апаратно-програмний комплекс для діагностики стану підтримки вертикальної пози МБН «Стабіло» (стабілометрія).

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Модельні параметри фізіологічних показників функціональної підготовленості стрибунів в довжину

Модельні параметри – кількісні дані, що характеризують рівень підготовленості функціональних систем забезпечення рухової діяльності. Для визначення специфіки впливу стрибків у довжину на функціональні характеристики організму спортсменів необхідно було з'ясувати, чи існують відмінності в отриманих показниках фізіологічного стану, залежно від рівня спортивної майстерності. Слід було з'ясувати, чи можливе поділ спортсменів на кваліфікаційні групи шляхом аналізу сукупності функціональних характеристик, отриманих кожному спортсмену. Для виявлення найбільш змістовних змінних з усієї множини отриманих нами показників біоімпедансометрії та стабілометрії, методом головних компонентів ми виділили найбільш значущі компоненти

Були розраховані коефіцієнти парної кореляції за Спірменом для виявлення ступеня взаємозв'язку між значущими компонентами з найбільшою інформативністю рівня функціональної підготовленості стрибунів в довжину(табл. 3.1.).

Як видно з представленої таблиці, компонент – маса тіла має кореляційний взаємозв'язок на рівні $p < 0,05$ з компонентами: довжиною тіла, величиною основного обміну, а також кореляційний взаємозв'язок на рівні $p < 0,01$ з компонентами: індекс маси тіла та маси без жирової тканини у тілі. Слід виключити масу тіла як значущий компонент із розгляду, оскільки він має високий рівень взаємозв'язку з індексом маси тіла. Показник величини основного обміну в кілокалоріях має кореляційний взаємозв'язок на рівні $p < 0,05$ з параметрами: довжина тіла, маса тіла, маса без жирової тканини в тілі, а також кореляційну взаємозалежність на рівні $p < 0,01$ з величиною основного обміну.

Таблиця 3.1

**Коефіцієнти парної кореляції між значущими компонентами
функціональної підготовленості стрибунів у довжину**

Параметр		Параметр							
		Довжина тіла	Маса тіла	ІМТ	ВОО, (Дж)	ВОО, (ккал)	Жирова маса тіла,%	Жирова маса тіла,кг	Безжирова маса тіл
Довжина тіла	Коеф. кор.		,544*	-,130	,659*	,650*	-,129	-,006	,386
	Знач.	.	,044	,657	,010	,012	,661	,985	,173
Маса тіла	Коеф. кор.	,544*		,728**	,650*	,646*	,233	,398	,736**
	Знач.	,044	.	,003	,012	,013	,422	,158	,003
ІМТ	Коеф. кор.	-,130	,728**		,204	,202	,325	,427	,637*
	Знач.	,657	,003	.	,483	,488	,258	,128	,014
ВОО, (Дж)	Коеф. кор.	,659*	,650*	,204		,999**	-,336	-,179	,656*
	Знач.	,010	,012	,483	.	,000	,240	,541	,011
ВОО, (ккал)	Коеф. кор.	,650*	,646*	,202	,999**		-,341	-,183	,646*
	Знач.	,012	,013	,488	,000	.	,233	,531	,013
Жирова маса тіла,%	Коеф. кор.	-,129	,233	,325	-,336	-,341		,974**	-,277
	Знач.	,661	,422	,258	,240	,233	.	,000	,337
Жирова маса тіла,кг	Коеф. кор.	-,006	,398	,427	-,179	-,183	,974**		-,136
	Знач.	,985	,158	,128	,541	,531	,000	.	,642
Безжирова маса тіла	Коеф. кор.	,386	,736**	,637*	,656*	,646*	-,277	-,136	
	Знач.	,173	,003	,014	,011	,013	,337	,642	.

Примітка: * – кореляція на рівні 0,05 (двостороння),

** – кореляція на рівні 0,01 (двостороння)

Знаючи фізіологічні показники довжини тіла, індекс маси тіла, величини основного обміну, відсотка жирової тканини в тілі, можна встановити його фактичний рівень функціональної готовності до виступу на змаганнях з досягненням результату певного рівня. Це дозволить контролювати фізіологічний стан організму на різних етапах спортивного вдосконалення, оцінювати якість проведеної тренувальної роботи та вносити своєчасні

корективи у процес підготовки для підвищення якості виступу на змаганнях та реалізації рухового потенціалу.

Представляємо узагальнену модель функціонального стану опорно-рухового апарату кваліфікованого стрибуну в довжину (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Модельні характеристики біоімпедансометрії у стрибунів в довжину високої кваліфікації та категорії «Мастерс»

Параметр	Групи спортсменів	
	Група спортсменів категорії «Мастерс»	Група спортсменів високої кваліфікації
Маса тіла, кг	73,4 [71,3 – 73,7]	75,2 [71,2 – 76,8]
Індекс маси тіла, од	21,3 [20,5 – 21,65]	21,9 [21,1 – 22,35]
Величина основного обміну, ккал	2100 [2044 – 2178]	2011 [1957,5 – 2032]
Жирова маси тіла, %	4,4 [3,45 – 9,05]	8 [6,9 – 9,25]
Жирова маса тіла, кг	3,3 [2,5 – 6,45]	6,4 [5,1 – 6,95]
Безжирова маса тіла, кг	66,5 [66,05 – 71,3]	67,9 [66,45 – 72,9]

Примітка: медіана [верхній квантиль – нижній квантиль]

Відмінність у медіанному показнику маси тіла стрибунів у довжину залежно від кваліфікаційної групи становила 2,2 кг. Індекс маси тіла має близькі значення: 21,3 – 21,9 кг/м². Величина основного обміну (мінімальна кількість енергії, необхідна для забезпечення нормальної життєдіяльності організму в стандартних умовах [9, 32]) склала 2011 ккал на добу для стрибунів у довжину вищої спортивної кваліфікації та на 90 ккал більше для спортсменів категорії "Мастерс". Відсоток жирової тканини в тілі стрибунів у довжину першої групи становив 4,4 %, другої групи - 8%. Зниження частки жирової маси до 5-6% від маси тіла може свідчити про перевтому спортсменів [13]. Відмінність у масі жирової тканини в тілі становила 3,1 кг на користь стрибунів

у довжину групи вищої спортивної майстерності [9]. Це говорить про те, що депоновані жири при розщепленні до вільних жирних кислот використовуються як джерело енергії при руховій діяльності в системі підготовки стрибунів у довжину. Маса тканини без жирового компонента вища на 1,4 кг у спортсменів у групі вищої спортивної майстерності.

Докладніше розглянемо морфологічні показники м'яких тканин нижніх кінцівок стрибунів у довжину (табл.3.3)

Таблиця 3.3

Моделльні показники біоімпеданометрії нижніх кінцівок у стрибунів у довжину високої кваліфікації та категорії «Мастерс»

Параметр	Групи спортсменів	
	Група спортсменів категорії «Мастерс»	Група спортсменів високої кваліфікації
Відсоток жирової тканини у правій нозі, %	6,7 [5,95 – 8]	9,5 [6,7 – 9,85]
Маса жирової тканини у правій нозі, кг	0,9 [0,7 – 0,95]	1,2 [0,85 – 1,3]
Маса безжирової тканини в правій нозі, кг	11,8 [11,35 – 11,95]	11,3 [11,25 – 11,65]
М'язова маса без жирової тканини у правій нозі, кг	11,2 [10,8 – 11,3]	10,7 [10,65 – 11,05]
Відсоток жирової тканини у лівій нозі, %	6,2 [4,45 – 7,7]	8,4 [6,4 – 9,6]
Маса жирової тканини у лівій нозі, кг	0,8 [0,6–0,9]	1,1 [0,8–1,3]
Маса безжирової тканини в лівій нозі, кг	11,6 [11,45–12]	11,5 [11,15–11,85]
М'язова маса без жирової тканини у лівій нозі, кг	11 [10,85–11,35]	10,9 [10,6–11,2]

Примітка: медіана [верхній квантиль – нижній квантиль]

Відсоток жирової тканини правої ноги більший, ніж лівої ноги в обох групах на 4,3% та 1,4% відповідно. У зв'язку з цим, маса жирової тканини у правій нозі була більшою, ніж у лівій нозі, у двох кваліфікаційних групах на 0,1

кг. Маса без жирової тканини у контралатеральних нижніх кінцівках відрізнялася на 0,4 кг та 0,2 кг. А м'язова маса без жирової тканини склала різницю 0,2 кг як у першій, так і в другій кваліфікаційних групах.

Таблиця 3.4

Модельні показники біоімпедансометрії аналізу верхніх кінцівок у стрибунів у довжину в залежності від кваліфікації

Параметр	Групи спортсменів	
	Група спортсменів категорії «Мастерс»	Група спортсменів високої кваліфікації
Відсоток жирової тканини у правій руці, %	5,3 [4,8 – 7,1]	6,2 [5,05 – 7,02]
Маса жирової тканини у правій руці, кг	0,2 [0,2 – 0,35]	0,3 [0,2 – 0,4]
Маса безжирової тканини в правій руці, кг	4,1 [4,05 – 4,5]	4,4 [4,2 – 4,55]
М'язова маса без жирової тканини у правій руці, кг	3,9 [3,85 – 4,2]	4,1 [3,95 – 4,35]
Відсоток жирової тканини у лівій руці, %	4,4 [4,05 – 7,4]	5,8 [4,85 – 6,5]
Маса жирової тканини у лівій руці, кг	0,2 [0,2 – 0,35]	0,3 [0,2 – 0,3]
Маса безжирової тканини в лівій руці, кг	4,1 [3,95 – 4,55]	4,4 [4,2 – 4,5]
М'язова маса без жирової тканини у лівій руці, кг	3,8 [3,7 – 4,25]	4,1 [4 – 4,25]

Примітка: медіана [верхній квантиль – нижній квантиль]

Виявлені особливості не є негативним наслідком рухової діяльності у стрибках в довжину. Нерівномірність розподілу жирової тканини в нижніх кінцівках, що спостерігається, може бути обумовлена технічними особливостями стрибка в довжину [39]. Так, раніше встановлено, що у всіх досліджуваних стрибунів у довжину ліва нога є поштовховою, і, як наслідок, при кожному стрибку, а також специфічному технічному дії, відбувається дещо більше фізичне зусилля. Окремо відзначимо, що разом із зростанням спортивного результату величина морфологічних асиметрій, що спостерігаються, в м'яких тканинах знижується, і диспропорції тканин практично нівелюються.

Показники біоімпедансного аналізу верхніх кінцівок стрибунів представлені в табл. 3.4.

Відсоток жирової тканини у лівій руці нижчий, ніж у правій у стрибунів у довжину спортсменів категорії "Майстер" та високої кваліфікації на 1,1 % та 0,4 %, відповідно. Маса без жирової тканини у верхніх кінцівках стрибунів у довжину на 0,3 кг вища у групи спортсменів високої кваліфікації. За контралатеральними показниками біоімпедансометрії м'язового розвитку стрибунів у довжину можна характеризувати як рівномірний.

Результати антропометричних даних у стрибунів у довжину представлені в табл. 3.5.

Таблиця 3.5

Антропометричні показники стрибунів в довжину залежно від рівня спортивної кваліфікації

Параметр	Групи спортсменів	
	Група спортсменів категорії «Мастерс»	Група спортсменів високої кваліфікації
Довжина стопи, мм	270 [262,5 – 280]	275 [270 – 275,5]
Відстань гомілка-носок, мм	225 [217,5 – 280]	230 [210 – 230]
Ширина стопи, мм	105 [97,5 – 110]	105 [90 – 105]
Міжостний розмір, мм	265 [252,5 – 280]	260 [225 – 267]

Примітка: медіана [верхній квантиль – нижній квантиль]

Відсутність статистично значущих відхилень в антропометричних показниках у стрибунів у довжину дозволяє об'єктивно оцінити, пов'язані зі зростанням спортивної майстерності, показники м'язової синергії на організовому рівні та функціональний стан субкортикальних відділів головного мозку методом стабілометрії.

Перейдемо до розгляду результатів дослідження коливань загального центру тиску (ЗЦТ) стрибунів в довжину в основній стійці у пробах з відкритими та закритими очима (табл. 3.6)

За підтримки вертикальної стійки відбувається аналіз інформації від зорової, вестибулярної та пропріорецептивної сенсорних систем. Асиметричність розподілу навантажень на опорно-руховий апарат переважно повідомляється шляхом передачі сигналів від м'язових, суглобових рецепторів і механорецепторів. Аналіз стабілометричних показників показує, що нервова система адаптується до особливостей рухових дій у стрибках у довжину у спортсменів категорії "Мастерс" та вищої кваліфікації за відсутності зорового контролю. При цьому статокінетична стійкість не знижується, а збільшується.

Відхилення центру тиску у фронтальній площині у першій групі у пробі із заплющеними очима збільшилося на 6,59 мм, а у другої групи спортсменів у пробі із заплющеними очима збільшення становило 1,64 мм. Загалом у всіх спортсменів спостерігається правостороннє усунення центру тиску. У сагітальній площині відхилення центру тиску в залежності від кваліфікаційної групи склало 19,87 мм та 18,08 мм у пробі з відкритими очима; 29,85 мм та 28,40 мм – із заплющеними очима. Це свідчить про усунення центру тяжкості вперед і гомілковостопної стратегії за підтримки балансу тіла. Внаслідок переміщення центру тиску триголовий м'яз гомілки несе надмірну напругу, що може призвести до ризику травм.

Швидкість ЗЦТ склала 19,87 мм і 18,08 мм у пробах з відкритими очима залежно від кваліфікації; із закритими – 29,85 мм та 28,40 мм. Стрибки у довжину вищої кваліфікації відрізняються кращими показниками підтримки вертикальної пози в наведених стабілізаторних тестах.

Таблиця 3.6

Показники статокінетичної стійкості стрибунів у довжину в залежності від спортивної кваліфікації в основній стійці з відкритими та закритими очима

Проба	Очі відкриті		Очі закриті	
	Група спортсменів категорії «Мастерс»	Група спортсменів високої кваліфікації	Група спортсменів категорії «Мастерс»	Група спортсменів високої кваліфікації
ЗЦТ в фронтальній площині X, мм	5,84 [4,41 – 11,62]	6,23 [5,50 – 7,48]	12,43 [5,64 – 24,33]	7,87 [5,77 – 16,37]
ЗЦТ в сагітальній площині Y, мм	10,84 [6,88 – 21,05]	9,42 [7,385 – 13,41]	11,85 [7,15 – 30,06]	7,28 [6,76 – 44,24]
Швидкість ЗЦТ V, мм/с	19,87 [16,01 – 20,58]	18,08 [14,82 – 20,64]	29,85 [24,76 – 37,38]	28,40 [21,36 – 32,79]
Рівень 60% потужності спектру в фронтальній площині, Гц	0,35 [0,3 – 0,4]	0,35 [0,325 – 0,45]	0,4 [0,35 – 0,5]	0,35 [0,3 – 0,5]
Рівень 60% потужності спектру в сагітальній площині, Гц	0,40 [0,325 – 0,45]	0,35 [0,22 – 0,55]	0,80 [0,57 – 0,9]	0,35 [0,3 – 0,45]
Площадь статокінезіограми 90 S90, мм ²	273,34 [204,35 – 402,59]	243,96 [173,55 – 378,25]	384,15 [261,15 – 821,13]	326,1 [261,15 – 821,13]
Le-We, од	1,41 [1,16 – 1,56]	1,28 [1,05 – 1,43]	1,21 [1,09 – 1,32]	2,41 [2,07 – 2,68]
LFS90, 1/мм	2,35 [1,60 – 2,71]	2,35 [1,86 – 3,08]	1,77 [1,6 – 3,58]	2,41 [2,07 – 2,68]
Рівень 60% потужності спектру по вертикальній складовій, Гц	5,14 [5,02 – 5,44]	4,95 [4,65 – 5,41]	5,39 [5,02 – 5,46]	5,54 [5,31 – 6,31]
Stab, %	89,24 [84,92 – 90,51]	89,48 [85,35 – 91,91]	86,08 [82,30 – 89,81]	87,39 [85,45 – 89,06]
Індекс стійкості, од	20,13 [19,44 – 24,99]	22,12 [19,5 – 27,65]	13,40 [11,08 – 16,27]	14,09 [12,34 – 18,73]
Динамічний компонент рівноваги, од	79,87 [75,00 – 80,56]	77,88 [72,73 – 80,5]	86,60 [83,73 – 88,92]	85,91 [81,26 – 87,66]

Примітка: медіана [верхній квантиль – нижній квантиль]

Це говорить про те, що у стрибунів у довжину високої кваліфікації порівняного з категорією "Мастерс" краще розвинена тонічна функція постуральної системи. Рівень 60% потужності спектра статокінезіограми у фронтальній площині у стрибунів у довжину вищої кваліфікації були ідентичні

у пробах і з відкритими, і з заплющеними очима (0,35 Гц).

У стрибунів у довжину категорії "Мастерс" у пробі із заплющеними очима результат був дещо гірший – 0,40 Гц. У сагітальній площині показники у стрибунів в довжину вищої кваліфікації так само були стабільні в пробах - 0,35 Гц. Стрибки групи категорії "Мастерс" поступаються в даному показнику і в пробі з відкритими очима і значно в пробі з закритими очима. Слід зазначити, що коливання статокінезіограми на низьких частотах характерні для людського тіла, у зв'язку з чим показники спектральної потужності статокінезіограми стрибунів у довжину знаходяться в межах фізіологічних значень.

Основним завданням управління рівновагою тіла за умов гравітації є зведення до мінімуму м'язових зусиль, скорочення величини шляху проекції ЗЦТ на опору. Площа статокінезіограми була меншою у групі спортсменів вищої кваліфікації, що відповідає потребі у підвищенні ступеня пізньої стійкості при формуванні рухової навички [15]. Рівень потужності сенсомоторної стабілізації центру мас у фронтальній та сагітальній площині практично не відрізнявся між однією та іншою групами залежно від рівня спортивної кваліфікації. Дещо меншим був показник рівня 60 % потужності спектру статокінезіограми за вертикальною складовою у групі категорія "Мастерс" у положеннях ГО. У стрибунів у довжину вищої спортивної кваліфікації у пробі із заплющеними очима виявлено більш оптимальні значення сенсомоторної стабілізації тіла. Індекс стійкості був вищим у першій групі, як у пробах з відкритими, так і з заплющеними очима.

Слід зазначити, що у становищі ГЗ, він знизився на 36 %. Можна констатувати, що у фазі стійкої адаптації, при зниженні вкладу зорового аналізатора адаптивно-компенсаторні ланки для забезпечення гомеостазу активують додаткову кількість сенсомоторних зв'язків, що забезпечують рівновагу тіла стрибунів у довжину. У проведеному нами тестуванні показник загального центру тиску у фронтальній площині в пробі з поворотом голови вліво був на 45% меншим у групі вищої спортивної майстерності. Та ж тенденція простежувалася і в результатах ЗЦТ у сагітальній площині – 13 %, і

швидкості ЗЦТ – 21 %. Відповідно і площа статокінезіограми у першій групі була більшою – 438,67 мм², тоді як у другої групи – 246,02 мм².

Зважаючи на специфіку стрибка в довжину, як швидкісного та силового виду спорту, а також показники проведеного нами біоімпедансного аналізу, нами було вирішено провести додаткове дослідження швидкісно-силових здібностей м'язової системи спортсменів з використанням системи Biodex System 4 Pro (США).

Нами були розглянуті показники основних екстензорів та флексорів, які активуються під час виконання складно-координаційного рухового акту. Тестування спортсменів при згинанні гомілки в положенні сидячи дозволило нам оцінити скорочувальну здатність двоголового м'яза стегна, напівсухожильного м'яза стегна, напівперетинчастого м'яза, великого м'яза стегна. Показники полідинамометрії основних м'язів передньої поверхні стегна стрибунів в довжину представлені у табл. 3.7.

Як очевидно з табл. 3.7 показники скорочувальної здатності м'язів колінного суглоба стрибунів у довжину категорії "Мастерс" практично не мають контралатеральних відмінностей. Тоді як максимальний показник м'язової сили ніг у стрибунів у довжину вищої кваліфікації різниться на 8,8 кг, вищий показник – з правого боку. Відповідно співвідношення м'язової сили до ваги тіла, так само було вищим у цій частині. Тимчасові показники були вищими у спортсменів другої групи. Швидкість роботи правої нижньої кінцівки превалює у стрибунів у довжину як першої, і другої групи. Коефіцієнти варіації другої групи були дуже схожими, а спортсмени першої групи виявляли вищу варіативність у спробах, що особливо виражено у роботі правої кінцівки.

Таблиця 3.7

Порівняльна оцінка показників скорочувальної здатності м'язів стрибунів у довжину залежно від спортивної кваліфікації при згинанні нижньої кінцівки

Параметр	Група			
	Група спортсменів категорії «Мастерс»		Група спортсменів високої кваліфікації	
	Права	Ліва	Права	Ліва
Максимальний показник м'язової сили, кг	63,19 [60,10 – 71,08]	65,91 [61,96 – 77,11]	76,57 [74,53 – 82,01]	67,77 [65,59 – 74,57]
Відношення м'язової сили до маси тіла, %	87,09 [84,37 – 97,84]	95,48 [73,75 – 102,92]	101,2 [99,52 – 106,87]	91,58 [88,77 – 93,80]
Час до прояви максимального показника сили, мс	800 [700 – 1040]	770 [480 – 800]	860 [490 – 930]	810 [320 – 1070]
Коефіцієнт варіації, %	19,30 [9,70 – 57,10]	10,20 [7,60 – 17,10]	9,00 [5,30 – 10,60]	10,40 [8,80 – 12,90]
Сума роботи, кг	148,91 [131,22 – 215,27]	166,15 [108,23 – 171,59]	269,89 [203,30 – 307,81]	233,83 [198,95 – 290,16]
Відношення роботи до ваги тіла спортсмена, %	118,90 [104,10 – 127,20]	105,90 [74,80 – 118,60]	172,10 [135,10 – 195,80]	174,30 [133,50 – 179,20]
Об'єм руху в суглобі, гр	48,90 [47,50 – 54,50]	45,90 [44,60 – 51,00]	49,90 [49,30 – 64,60]	66,20 [45,60 – 73,20]
Середня потужність, Ватт	33,90 [29,00 – 36,30]	36,50 [26,30 – 37,40]	57,80 [52,10 – 58,90]	46,40 [36,20 – 55,40]

Примітка: медіана [верхній кuartиль – нижній кuartиль]

Спортсмени високої спортивної кваліфікації за п'ять повторів виконали м'язову роботу, що значно перевершує показники першої групи. Відмінність становила від 76 кг до 120 кг. Результати правостороннього та лівостороннього виміру збільшувалися зі зростанням кваліфікації від 17 кг до 36 кг. Співвідношення проведеної роботи до маси тіла стрибуна в довжину мало більш високі показники під час роботи правої ноги в обох групах.

Стрибуни в довжину вищої кваліфікації повідомляють рівномірні зусилля під час роботи нижніх кінцівок правої та лівої сторони з максимально можливим рекрутуванням м'язових груп. Діапазон руху у колінному суглобі у

першої групи становив $47,4^\circ$, а другий – $58,05^\circ$. Необхідно відзначити, що конструктивні обмеження апаратної частини Biodex System 4 Pro визначили ліміт діапазону рухів спортсменів, що особливо позначилося на показниках I групи, до якої увійшли спортсмени з довжинними характеристиками тіла на 12 см більше за середні величини довжини тіла для чоловіків даного віку. Показники середньої потужності були вищими при тестуванні правої ноги на 1,9 Ватт і 7,72 Ватт в обох групах відповідно.

При розгинанні гомілки в положенні сидячи рекрутуються м'язові волокна передньої групи - чотириголовий м'яз стегна, що складається з прямого м'яза, латерального широкого м'яза, медіального широкого м'яза, проміжного широкого м'яза. У табл. 3.8 представлені показники динамометрії основних м'язів стегна передньої поверхні.

При оцінці максимальної сили ніг при розгинанні превалюючи значення були зафіксовані при тестуванні правої кінцівки, різниця становила 18,96 кг у групі спортсменів вищої кваліфікації, та менше 1 кг – у групі спортсменів категорії "Мастерс". Відношення роботи до ваги тіла спортсмена так само, з правого боку було більшим у двох групах, проте показники другої групи були вищими в середньому на 44% від ваги тіла. Час до прояву пікового значення сили менше під час роботи правої кінцівки обох групах. Коефіцієнт варіації мав великі значення в першій групі з правого боку. Сума роботи була переважаючою у лівій кінцівці у двох групах. У співвідношенні продуктивності до ваги тіла спортсмени вищої спортивної кваліфікації виявляють більшу ефективність. Середня потужність роботи, що виконується другою групою стрибунів у довжину, вища в середньому на 30 Ватт.

Таблиця 3.8

Порівняльна оцінка показників скорочувальної здатності м'язів стрибунів у довжину залежно від рівня кваліфікації при розгинанні нижньої кінцівки

Параметр	Група			
	Група спортсменів категорії «Мастерс»		Група спортсменів високої кваліфікації	
	Права	Ліва	Права	Ліва
Максимальний показник м'язової сили, кг	80,20 [78,97 – 87,27]	79,38 [72,98 – 79,88]	116,07 [116,03 – 136,62]	97,11 [91,81 – 128,96]
Відношення м'язової сили до маси тіла, %	105,41 [95,48 – 120,16]	97,43 [69,72 – 110,00]	156,85 [154,86 – 162,66]	131,31 [129,68 – 153,54]
Час до прояви максимального показника сили, мс	480,00 [390,00 – 590,00]	690,00 [340,00 – 840,00]	450,00 [430,00 – 770,00]	680,00 [560,00 – 730,00]
Коефіцієнт варіації, %	45,40 [21,90 – 59,50]	19,90 [18,50 – 27,60]	20,30 [11,30 – 26,30]	7,30 [6,70 – 7,60]
Сума роботи, кг	134,90 [114,71 – 254,33]	136,12 [128,77 – 160,16]	200,99 [163,88 – 310,48]	278,01 [192,50 – 327,80]
Відношення роботи до ваги тіла спортсмена, %	119,60 [109,40 – 151,50]	105,30 [100,10 – 107,20]	146,30 [103,60 – 238,80]	184,30 [125,50 – 212,30]
Об'єм руху в суглобі, гр	48,90 [47,50 – 54,50]	45,90 [44,60 – 51,00]	49,90 [49,30 – 64,60]	66,20 [45,60 – 73,20]
Середня потужність, Ватт	42,60 [37,10 – 43,30]	36,60 [33,60 – 40,20]	69,10 [54,90 – 91,10]	63,60 [58,50 – 88,90]

Примітка: медіана [верхній квантиль – нижній квантиль]

При порівнянні результатів полі динамометричного тестування м'язів передньої та задньої поверхні стегна у стрибунів у довжину виявлено, що зі зростанням кваліфікації максимальна сила стегна пропорційна зростає. Зі зростанням спортивної кваліфікації індекс сили м'язів стегна по відношенню до ваги тіла спортсмена з правого та з лівого боку збільшується. Сумарна кількість роботи, проведеної групи вищої кваліфікації, під час роботи правої кінцівки, виявилось нижче при розгинанні гомілки, ніж при згинанні.

Отримані дані свідчать про те, що балістичний режим рухової діяльності у стрибках у довжину підвищує тонізацію провідних м'язів екстензорів та

флексорів опорно-рухового апарату та рухливість нервових процесів, за рахунок чого забезпечується висока координація рухів та збільшення механочутливості анатомічних структур тіла.

Тестування стрибунів у довжину при виконанні приведення і відведення верхньої кінцівки в положенні стоячи дозволяє оцінити скорочувальну здатність: дельтовидного м'яза, підостного м'яза, великого круглого м'яза, малого круглого м'яза, підлопаткового м'яза, надостного м'яза, клювовидно-плечового м'яза, двоголового і трьох. Показники динамометрії верхніх кінцівок при приведенні плеча представлені у табл. 3.9

Як видно з таблиці, у першій та другій групах показники максимальної сили були зареєстровані під час роботи лівої кінцівки, що більш виражено у спортсменів категорії "Мастерс". Відсоткове співвідношення сили до маси тіла було вищим з лівого боку, і переважаючими виявилися показники у спортсменів у категорії "Мастерс". Тимчасовий проміжок досягнення максимальної сили був меншим під час роботи лівої кінцівки у стрибунів у довжину групи вищої спортивної майстерності; правої кінцівки – у групі "Мастерс". Коефіцієнти варіації були меншими у групі "Мастерс". Сума виконаної роботи була вищою при тестуванні правої кінцівки і в одній, і в іншій кваліфікаційних групах. Дещо більші показники виявили стрибуні в довжину в групі вищої спортивної майстерності. Показник відношення роботи до маси тіла був вищим при тестуванні м'язів у групі "Мастерс". Обсяг руху в суглобі та середня потужність виконання руху були приблизно рівними у двох кваліфікаційних групах.

Результати проведення полідинамометрії верхніх кінцівок у стрибунів у довжину у відведенні плеча представлені у табл. 3.10.

Таблиця 3.9

Порівняльна оцінка показників скорочувальної здатності м'язів стрибунів у довжину залежно від рівня кваліфікації при приведенні верхньої кінцівки

Параметр	Група			
	Група спортсменів категорії «Мастерс»		Група спортсменів високої кваліфікації	
	Права	Ліва	Права	Ліва
Максимальний показник м'язової сили, кг	26,76 [26,31 – 32,34]	29,12 [23,31 – 32,48]	29,21 [28,49 – 33,07]	29,53 [28,94 – 34,97]
Відношення м'язової сили до маси тіла, %	42,09 [41,82 – 44,54]	44,68 [38,37 – 50,48]	36,70 [34,79 – 47,31]	37,24 [35,15 – 50,03]
Час до прояви максимального показника сили, мс	460,10 [410,00 – 1560,00]	750,00 [250,00 – 1410,00]	1160,00 [160,00 – 1200,00]	350,00 [220,00 – 680,00]
Коефіцієнт варіації, %	8,10 [7,60 – 10,90]	13,30 [7,10 – 16,10]	9,20 [8,60 – 10,90]	7,00 [5,70 – 10,30]
Сума роботи, кг	151,91 [128,55 – 170,64]	138,89 [128,59 – 148,37]	180,89 [129,82 – 204,52]	148,42 [108,18 – 193,64]
Відношення роботи до ваги тіла спортсмена, %	104,30 [101,80 – 145,90]	113,60 [92,10 – 132,20]	108,00 [79,90 – 125,60]	82,80 [68,90 – 118,60]
Об'єм руху в суглобі, гр	83,40 [75,40 – 88,30]	90,70 [75,70 – 99,80]	80,70 [57,10 – 116,30]	83,80 [59,50 – 86,20]
Середня потужність, Ватт	8,10 [7,60 – 10,90]	13,30 [7,10 – 16,10]	9,20 [8,60 – 10,90]	7,00 [5,70 – 10,30]

Примітка: медіана [верхній квантиль – нижній квантиль]

Показники прояву максимальної сили при відведенні плеча були більшими у стрибунів у довжину у групі вищої спортивної майстерності, в середньому на 32 кг. У відносному прояві сили різниця на користь групи вищої спортивної майстерності склала від 42 % ваги тіла і перевершувала масу тіла як під час роботи правої, так і лівої кінцівки, чого не можна сказати про стрибуни в довжину групи категорії "Мастерс".

Таблиця 3.10

Порівняльна оцінка показників скорочувальної здатності м'язів стрибунів у довжину залежно від рівня спортивної кваліфікації при відведенні

верхньої кінцівки

Параметр	Група			
	Група спортсменів категорії «Мастерс»		Група спортсменів високої кваліфікації	
	Права	Ліва	Права	Ліва
Максимальний показник м'язової сили, кг	35,83 [8,66 – 35,88]	17,28 [8,80 – 34,79]	54,34 [9,21 – 57,33]	61,64 [8,71 – 67,36]
Відношення м'язової сили до маси тіла, %	46,22 [15,01 – 47,85]	29,98 [28,94 – 46,45]	68,27 [13,20 – 69,99]	77,16 [12,43 – 86,73]
Час до прояви максимального показника сили, мс	2200,00 [1600,00 – 2380,00]	2240,00 [1870,00 – 2610,00]	2700,00 [1100,00 – 2890,00]	1860 [1290,00 – 3500,00]
Коефіцієнт варіації, %	20,70 [20,40 – 24,30]	13,60 [13,40 – 17,80]	14,30 [10,40 – 15,30]	13,50 [7,70 – 16,70]
Сума роботи, кг	121,06 [40,01 – 125,51]	83,73 [79,51 – 166,65]	116,39 [67,95 – 284,31]	82,55 [60,65 – 323,41]
Відношення роботи до ваги тіла спортсмена, %	89,20 [46,80 – 102,30]	84,20 [48,30 – 119,90]	81,50 [50,10 – 175,60]	61,00 [46,90 – 186,80]
Об'єм руху в суглобі, гр	83,40 [75,40 – 88,30]	90,70 [75,70 – 99,80]	90,70 [75,70 – 99,80]	83,80 [59,50 – 86,20]
Середня потужність, Ватт	16,40 [3,90 – 18,10]	11,40 [7,90 – 20,00]	32,20 [5,30 – 35,00]	32,90 [5,00 – 42,50]

Примітка: медіана [верхній квантиль – нижній квантиль]

Тимчасові проміжки досягнення максимальної сили мали найкращий показник під час роботи лівої кінцівки у стрибунів у довжину групи вищої спортивної майстерності. У першій групі спортсмени довше розвивали максимальне зусилля при відведенні верхньої лівої кінцівки. Коефіцієнт варіації відрізнявся контралатерально у стрибунів у довжину групи "Мастерс", руху лівої руки мали менший показник варіативності. У стрибунів у довжину

групи вищої спортивної майстерності варіативність роботи правої та лівої кінцівки має однаково низькі значення.

Сумарне виконання роботи у стрибунів у довжину при тестуванні правої верхньої кінцівки вище, ніж лівий. Середня потужність роботи вища у стрибунів у довжину групи вищої спортивної майстерності, і характер прояву м'язових скорочень не відрізняється контралатерально.

Порівняльні показники полідинамометрії стрибунів у довжину в залежності від рівня спортивної майстерності дозволяють говорити про те, що зі зростанням спортивного результату у стрибках у довжину безперервно удосконалюються механізми прояву швидко-силових здібностей опорно-рухового апарату [27]. Результати стрибунів у довжину на етапі вищої спортивної майстерності при дослідженні як верхніх, так і нижніх кінцівок, превалюють у проявах: максимального показника м'язової сили, показника виконаної роботи; ставлення до ваги тіла спортсмена, середньої потужності м'язового скорочення.

Слід зазначити, що тимчасові показники часу при оцінці біодинамічних функцій верхніх кінцівок вище в групі стрибунів у довжину в групі спортсменів високої кваліфікації, порівняно з групою "Мастерс". . Виявлено, що у стрибунів у довжину "Мастерс" мимоволі включалися в роботу м'язи кора, спини та нижніх кінцівок, компенсуючи та перерозподіляючи навантаження, що повідомляється верхній кінцівці. Окремо відзначимо, що коефіцієнт варіації, при кожному вимірі був нижчим у стрибунів у довжину вищої спортивної майстерності, що говорить про стабільність виконуваного заданого руху, тим самим підтверджуючи перевищуючу ступінь координованості рухових дій у стрибках у довжину за рахунок формування стійких м'язових синергій та рухових штамів.

3.2. Взаємозв'язок основних функціональних компонентів та рівня спортивної майстерності стрибунів у довжину

Для того, щоб встановити зв'язки між функціональним станом організму

спортсмена і рівнем спортивної майстерності стрибунів в довжину застосований кореляційний аналіз з обчисленням парного коефіцієнта кореляції (r), який дозволяє оцінити тісноту і взаємозв'язок показників, що вивчаються. Було застосовано ранговий коефіцієнт кореляції Спірмена.

Ми проаналізували всі отримані нами дані: показники біоімпедансометрії тіла та кінцівок, результати топографії опорно-рухового апарату, стабілометрії, полідинамометрії. Було виявлено, що серед параметрів функціональної підготовленості найбільшою мірою взаємозв'язку з максимальним спортивним досягненням мали параметри: максимальний показник м'язової сили, індикатор відношення м'язової сили до маси тіла, коефіцієнт варіації, показник виконаної роботи, відношення роботи до маси тіла спортсмена, відношення сумарної роботи м'язів до загального часу виконання вправи.

Результати розрахунків взаємозв'язку швидко-силових показників нижніх кінцівок стрибунів у довжину зі спортивними досягненнями представлені у табл. 3.11.

Статистичні відмінності взаємозв'язку результату в стрибках у довжину спостерігалися при роботі лівої передньої групи м'язів стегна у показнику максимальної сили ($p < 0,05$), у співвідношенні максимальної сили до маси тіла спортсмена ($p < 0,05$), що логічним чином співвідноситься з тим, що ліва нога у стрибунів у довжину виконує функцію відштовхування. Негативна кореляційна залежність у показнику коефіцієнта варіації розгиначів лівої ноги ($p < 0,05$) свідчить про те, що чим вищий ступінь відпрацьованої стереотипної рухової дії при розгинанні кінцівки, тим вища ефективність при відштовхуванні та, відповідно, вищий результат стрибка.

Таблиця 3.11

Оцінка ступеня взаємозв'язку швидко-силових показників нижніх кінцівок стрибунів у довжину зі спортивним результатом

Параметр	Тест			
	Згинання		Розгинання	
	Права	Ліва	Права	Ліва
Максимальний показник м'язової сили, кг	0,53	0,296	0,407	0,729*
Відношення м'язової сили до маси тіла, %	0,543	0,303	0,445	0,71*
Коефіцієнт варіації, %	-0,488	0,117	0,531	-0,71*
Сума роботи, кг	0,636*	0,722*	0,34	0,698*
Відношення роботи до ваги тіла спортсмена, %	0,704*	0,747*	0,228	0,735*
Середня потужність, Ватт	0,759*	0,562	0,562	0,852**

Примітка: * – кореляція на рівні 0,05; ** – кореляція на рівні 0,01

Сума проведеної роботи при згинанні та розгинанні лівої ноги, а також при згинанні правої має прямий взаємозв'язок з результатом у стрибку в довжину ($p < 0,05$). Так само, відношення виконаної роботи до маси тіла спортсмена при тестуванні м'язових груп задньої поверхні нижніх кінцівок та передньої поверхні лівої кінцівки має прямий взаємозв'язок із результатом у стрибку в довжину ($p < 0,05$). Потужність скорочення м'язів задньої поверхні стегна правої ноги позитивно корелює з результатом у стрибку завдовжки ($p < 0,05$). Потужність м'язів передньої поверхні стегна лівої ноги має найбільш виражений кореляційний взаємозв'язок у стрибках у довжину: 0,852 при $p < 0,01$.

Нами було проведено оцінку взаємозв'язку швидкісно-силових показників верхніх кінцівок спортсмена з результатом стрибунів у довжину. Кореляційний аналіз даних представлений у табл. 3.12.

Таблиця 3.12

Оцінка ступеня взаємозв'язку швидкісно-силових показників верхніх кінцівок стрибунів у довжину зі спортивним результатом

Параметр	Права	Ліва
Максимальний показник м'язової сили, кг	0,647*	0,549
Коефіцієнт варіації, %	-0,784**	-0,241
Середня потужність, Ватт	0,666*	0,512

Примітка: * – кореляція на рівні 0,05; **– кореляція на рівні 0,01

Як видно з таблиці, позитивний кореляційний взаємозв'язок зі спортивним результатом має показник відведення правої руки в плечовому суглобі ($p < 0,05$). Зворотним взаємозв'язком сполучаються показники коефіцієнта варіації відведення верхніх кінцівок у плечових суглобах. Причому, у відведенні правої руки відзначається високий рівень статистичної значущості $p < 0,01$. Показник потужності відведення має прямий взаємозв'язок із результатом у стрибках у довжину ($p < 0,05$). Застосування рангового коефіцієнта кореляції К. Спірмена дозволило нам виявити, що найбільший взаємозв'язок серед функціональних показників і результатом у стрибках у довжину мають параметри динамометрії. Насамперед, це показники сумарно виконаної роботи, потужності роботи, а також відношення роботи до маси тіла спортсмена. Виявлено ряд прямих взаємозв'язків швидкісно-силових показників ноги, що відштовхує. Виділені нами фізіологічні параметри визначають успішність змагальної діяльності у стрибках у довжину.

Для складання узагальненої моделі стрибунів у довжину наведено швидкісно-силові показники опорно-рухового апарату (табл. 3.13).

Таблиця 3.13

**Модельні полідинамометричні показники скорочувальної здатності м'язів
нижніх кінцівок стрибунів у довжину**

Параметр	Тест			
	Згинання		Розгинання	
	Права	Ліва	Права	Ліва
Максимальний показник м'язової сили, кг	76,57 [74,53 – 82,01]	67,77 [65,59 – 74,57]	116,07 [116,03 – 136,62]	97,11 [91,81 – 128,96]
Час до прояви максимального показника сили, мс	860 [490 – 930]	810 [320 – 1070]	450,00 [430,00 – 770,00]	680,00 [560,00 – 730,00]
Сума роботи, кг	269,89 [203,30 – 307,81]	233,83 [198,95 – 290,16]	200,99 [163,88 – 310,48]	278,01 [192,50 – 327,80]
Відношення роботи до ваги тіла спортсмена, %	172,10 [135,10 – 195,80]	174,30 [133,50 – 179,20]	146,30 [103,60 – 238,80]	184,30 [125,50 – 212,30]
Середня потужність, Ватт	57,80 [52,10 – 58,90]	46,40 [36,20 – 55,40]	69,10 [54,90 – 91,10]	63,60 [58,50 – 88,90]
Примітка: медіана [верхній квантиль – нижній квантиль]				

Орієнтуючись на отримані дані, можна відзначити, що при згинанні ноги в коліні стрибунів у довжину роблять зусилля завбільшки 70-75 кг, а при розгинанні 100-115 кг. Швидкість максимально потужного руху при згинанні складає 820-840 мс.

Розгинання ноги відбувається у більш короткий проміжок часу 560-570 мс. При цьому сумарна робота групи задньої поверхні м'язів складає 250 кг, а передній близько 240 кг. Розмір зроблених зусиль перевищує масу тіла в 1,5-1,7 разу. Середня потужність в залежності від напрямку руху гомілки варіюється від 46-57 Ватт при згинанні, і 63-69 Ватт при розгинанні.

Динамометрична характеристика верхніх кінцівок моделі стрибунів у довжину високої кваліфікації представлена у табл. 3.14.

Таблиця 3.14

**Модельні полідинамометричні показники скорочувальної здатності м'язів
верхніх кінцівок стрибунів у довжину**

Параметр	Тест			
	Приведення		Відведення	
	Права	Ліва	Права	Ліва
Максимальний показник м'язової сили, кг	29,21 [28,49 – 33,07]	29,53 [28,94 – 34,97]	54,34 [9,21 – 57,33]	61,64 [8,71 – 67,36]
Час до прояви максимального показника сили, мс	1160,00 [160,00 – 1200,00]	350,00 [220,00 – 680,00]	2700,00 [1100,00 – 2890,00]	1860 [1290,00 – 3500,00]
Сума роботи, кг	180,89 [129,82 – 204,52]	148,42 [108,18 – 193,64]	116,39 [67,95 – 284,31]	82,55 [60,65 – 323,41]
Відношення роботи до ваги тіла спортсмена, %	108,00 [79,90 – 125,60]	82,80 [68,90 – 118,60]	81,50 [50,10 – 175,60]	61,00 [46,90 – 186,80]
Середня потужність, Ватт	18,50 [17,80 – 18,50]	19,50 [18,20 – 20,30]	32,20 [5,30 – 35,00]	32,90 [5,00 – 42,50]

Примітка: медіана [верхній квантиль – нижній квантиль]

Максимальний прояв скорочувальної здатності м'язів верхніх кінцівок стрибунів у довжину повідомляє зусилля 29 кг у момент приведення плеча, і, трохи вище, – 55-60 кг у момент відведення. Тимчасові витрати на аддукцію руки в плечовому суглобі становлять 1160 мс при роботі правою рукою і 350 мс - лівою, на відведення йде 2300 мс. Сума роботи складає в середньому 150-180 кг при приведенні кінцівки та 80-115 кг - при відведенні. Відношення рухових зусиль до маси тіла перевищує величину вага тіла у разі приведення руки на 95-110%, близько 70% - при відведенні кінцівки.

Середня потужність роботи верхніх кінцівок становить 19 Ватів при приведенні, і 32 Ватт - при відведенні верхньої кінцівки. Це рухове вміння необхідне як і розбігу – для найефективнішого набору швидкості, і у

відштовхуванні. Це, на наш погляд, пов'язане з розвитком пропріорецепції та між'язової координації, здатністю своєчасно та послідовно акцентувати рухи різних частин тіла, не порушуючи цілісності контуру тону у скелетно-м'язовій системі у кожній із фаз стрибка. Крім того, координування рухів у повітрі та орієнтація у просторі більш ефективні при не високому індексі маси тіла та розвиненої пропріоцептивної чутливості, що підтверджується отриманими нами даними.

Представлені нами модельні характеристики функціональної підготовленості стрибунів у довжину дозволяють визначити умовний орієнтир для спортивного відбору на ранніх етапах, а також цілеспрямовано коригувати програму тренувально-змагальної діяльності для найбільш ефективного підведення спортсмена до піку форми та реалізації рухового потенціалу.

Обговорення результатів дослідження

Релевантною значимістю мають результати сегментарної морфометрії спортсменів. Нами виявлено, що довготривала адаптація до рухової діяльності у стрибках у довжину пов'язана з порівняно більшим відсотковим співвідношенням жирової маси тіла до загальної маси тіла спортсмена. При цьому нижчі значення жирової маси характерні для верхніх кінцівок. У ході дослідницької роботи нами було розраховано та докладно описано морфофункціональну модель м'яких тканин торсу, верхніх та нижніх кінцівок стрибунів у довжину. Багато тренерів у процесі підготовки до змагань та виведення на пікові значення функціонального стану організму спортсмена, для підвищення ефективності дій **виступаючих**, прагнуть знизити показники маси тіла своїх підопічних. З цією метою застосовуються дієти, а також аеробні тренування низької інтенсивності. Отримані нами результати біоімпедансного аналізу у поєднанні з полідинамометрією дозволяють говорити про те, що більш високим ступенем ефективності на завершальних етапах підготовки будуть володіти спеціально-підготовчі вправи, це дозволить зберегти силовий потенціал спортсмена.

Включення в дослідження полідинамометрії дозволило спроектувати модель функціональної підготовленості стрибунів у довжину. Виявлено чисельні показники, які можуть бути застосовані під час медико-біологічного обстеження для зіставлення поточного та «еталонного» рівня підготовки. При порівняльній оцінці спортсменів груп "Мастерс" та вищої спортивної майстерності, видно, що молодші спортсмени здатні виконувати рухові дії з докладанням зусиль, що перевищують вагу тіла. Якщо звернутися до результатів, що реєструються при рухах нижніх кінцівок, то спортсмени групи "Мастерс" виконують роботу на рівні власної ваги, тоді як зусилля, що виконуються у групі вищої кваліфікації, перевищують вагу тіла спортсмена більш ніж у півтора рази. Таким чином, ми можемо говорити про необхідність формування рухових дій у стрибунів у довжину на рівні «роботи з власною вагою» як достатній рівень для досягнення високих спортивних результатів.

У ході оцінки та порівняння даних про вироблені м'язові зусилля нам вдалося виявити найбільш значущі функціональні індикатори скорочувальної здатності різних м'язових груп у стрибунів у довжину. До таких можна віднести: максимальний показник м'язової сили, час до прояву максимального показника сили, коефіцієнт стабільності, сумарну м'язову силу, кількість повторів з максимальним додатком зусиль, відношення роботи до ваги тіла спортсмена, обсяг руху суглоба, середній показник м'язової сили. Фізіологічною реакцією на збереження клітинного гомеостазу та спонукання до фенотипічних змін у скелетних м'язах при фізичному навантаженні є активація специфічних сигнальних шляхів, що регулюють експресію генів та синтез білка. Одним із порушень клітинного гомеостазу, викликаних фізичними вправами, є збільшення кількості активних форм кисню та азоту. Генерація продуктів клітинного метаболізму при фізичному навантаженні викликає ушкодження клітин та активує окислювально-відновні сигнальні шляхи, які модулюють молекулярні механізми, що регулюють процеси синтезу та розпаду білка, що зрештою формує основу для адаптації до тренувань. Відповідно функціональна адаптація до рухової діяльності у стрибках в

довжину на нервово-м'язовому рівні проявляється у зростанні окисних можливостей м'язової тканини, активації синтезу мітохондріальних білків (аденіннуклеотидтрансферази та порину), збільшенні м'язового об'єму та м'язової сили.

Нами встановлені взаємозв'язки основних функціональних компонентів рухових дій та рівня спортивної майстерності. Згідно з розрахунками коефіцієнта кореляції найбільшим взаємозв'язком з результатом у стрибках в довжину мають: показник виконаної роботи, відношення роботи до ваги тіла спортсмена, відношення сумарної роботи м'язів до загального часу виконання вправи. Для підвищення ефективності тренувальної та змагальної діяльності ці фактори слід вважати пріоритетними.

Непрямым питанням нашого дослідження було також положення про несприятливий вплив асиметричних тривалих тренувальних і змагальних впливів на організм стрибунів у довжину. За результатами проведеного нами функціонального обстеження у стрибунів у довжину категорії "Мастерс" не було виявлено статистично значущих відмінностей у значеннях контралатеральних сегментів тіла. Навпаки, більш осесиметричні результати реєструвалися під час проходження тестів спортсменами, які мають велику тривалість тренувальної діяльності.

ВИСНОВКИ

1. Зі зростанням спортивної кваліфікації у стрибунів у довжину, а також з віком спостерігається перерозподіл механізмів підтримки вертикальної пози. У стрибунів у довжину високої кваліфікації спостерігається переважання впливу пропріоцептивної аферентації на контроль безопорних рухів та опорних реакцій. Для забезпечення оптимального функціонального стану та ефективної реалізації рухового потенціалу стрибуна в довжину субкортикальні структури мозку адаптуються до підтримки правосторонньої вертикальної стійки із застосуванням гомілковостопної стратегії.

2. Вплив рухової діяльності у стрибках у довжину на функціональний стан організму виявляється у зміні інтегральних модельних характеристик: індексу маси тіла, величини основного обміну, максимальних показників м'язового скорочення. Зі зростанням спортивної кваліфікації організм стрибуна в довжину пристосовується до рухових дій, які пов'язані з прямим механічним навантаженням таким чином, щоб максимально ефективно функціонувати в умовах стресу, зберігаючи необхідні метаболічні резерви в м'яких тканинах для ефективного відновлення після навантаження.

3. Встановлено, що руховий потенціал у стрибках у довжину залежить від показників м'язового скорочення: максимальної сили м'язів, співвідношення м'язової сили до ваги тіла, коефіцієнта варіації виконання рухової дії, сумарного обсягу виконаної роботи, відношення сумарної роботи м'язів до загального часу виконання вправи. Балістичний режим рухової діяльності у стрибках у довжину підвищує тонізацію провідних м'язів екстензорів та флексорів опорно-рухового апарату та рухливість нервових процесів, за рахунок чого забезпечується висока координація рухів та збільшення механочутливості анатомічних структур тіла.

Подальші дослідження можуть бути присвячені: поглиблену оцінку підготовленості до рухової діяльності в стрибках із застосуванням психофізіологічних методів дослідження; проведенню комплексних

фізіологічних та психофізіологічних досліджень підготовленості до рухової діяльності жінок в стрибках в довжину різних категорій в тому числі і «Мастерс»

..

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ашанін, В. С., Філенко, Л. В., Філенко, І. Ю., & Полторацька, Г. С. Оптимізація засобів фізичного виховання при підготовці учнів та студентів 15-17 років з використанням інформаційних технологій. Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. 2017. (143):3-7.
2. Білик, Т. М., Пітин, М. Я. П., Західний, В. Р., Еделєв, О. С., & Комарова, Т. В. Індивідуальні профілі результативності та структури змагального результату спортсменок-рекордсменок у легкоатлетичному семиборстві. *Olympicus*. 2024. (1):9-17.
3. Бобровник, В. І. Раціональна система організації тренувального процесу в стрибках у довжину на етапах максимальної реалізації індивідуальних спроможностей та збереження досягнень. Теорія і методика фізичного виховання і спорту. 2002. (1):3-11.
4. Вей, В., & Козлова, О. Засоби сполученого вдосконалення техніки відштовхування і спеціальної підготовленості кваліфікованих стрибунів у довжину. Теорія і методика фізичного виховання і спорту. 2019. (3):9-12.
5. Гогін, О. В., & Гогіна, Т. І. Основи техніки стрибків у легкій атлетиці. *Physical Education Theory and Methodology*. 2008.(10):19-30.
6. Горлов, О. А., Горлов, А. С., & Блещунова, К. М. Оптимізація біомеханічних параметрів техніки стрибка у довжину з розбігу у юних спортсменів 16–17 років. Теорія і практика фізичного виховання.–Донецьк: ДонНУ. 2012. (2): 491-499.
7. Гусаревич, О. В. Методика вдосконалення кінематичних характеристик розбігу при стрибках у довжину. *Науково-практичний журнал: "Спортивний вісник придністров'я"*. 2011. (3):37-41.
8. Гребенюк О. В. Дослідження тактики змагальної діяльності кваліфікованих спортсменок у стрибках у довжину / О. В. Гребенюк // Слобожанський науково-спортивний вісник. 2016. (2):34-37.

9. Козлов, К. Багаторічна динаміка спортивних результатів найсильніших спортсменів світу в легкоатлетичних стрибках. Теорія і методика фізичного виховання і спорту. 2018. (1):13-18.

10. Кутек, Т. Б., Ахметов, Р. Ф., & Набоков, Ю. А. Інтенсифікація спортивної підготовки кваліфікованих спортсменок на етапі максимальної реалізації індивідуальних можливостей. Фізична культура, спорт та здоров'я нації. 2019. (7):195-199.

11. Лемешко, В. Кінематичні та динамічні параметри технічної підготовленості стрибунок у довжину різної кваліфікації/Вячеслав Лемешко, Тетяна Дух, Антоніна Дунець-Лесько. Фізична культура, спорт та здоров'я нації: зб. наук. пр. Вінницького держ. пед. ун-ту імені Михайла Коцюбинського.–Вінниця, 2014:116-121.

12. Лемешко, В., Конестяпін, В., Дунець-Лесько, А., & Дух, Т. Удосконалення фізичної і технічної підготовки стрибунок у довжину. Спортивний вісник Придніпров'я. 2015. (1):110-114

13. Леонова, Т., Рибальченко, Т. П., & Крайник, Я. Б. Спеціальна фізична підготовленість та її вплив на спортивний результат стрибунок у висоту. Основи побудови тренувального процесу в циклічних видах спорту. (2017). 44-48.

14. Романюк, В. П., Романюк, А. П., & Маневський, М. О. Моделювання та програмування результатів стрибків у довжину з розбігу в студентів. Науково-методичні основи використання інформаційних технологій в галузі фізичної культури та спорту. 2019. (3):104-107.

15. Харабуга, С. Г., & Чорненька, ГВплив добового біоритму на ефективність навчання техніки стрибків у довжину з розбігу/Харабуга СГ, Чорненька ГВ. Молода спортивна наука України: зб. наук. пр. з галузі фіз. культури та спорт. 2009: 306-312.

16. Щибря, Б. І., & Гунько, П. М. Порівняння змісту фізичної підготовки у стрибунів у довжину різного рівня майстерності. Актуальні проблеми природничих та гуманітарних наук у дослідженнях молодих учених

«Родзинка–2018»/XX Всеукраїнська наукова конференція молодих учених. 2018: 538-540.

17. Яворська, Т. Є. Програмоване управління технічною підготовкою спортсменів, які спеціалізуються в стрибках у довжину з розбігу. XIV Міжнародний науковий конгрес " Олімпійський спорт і спорт для всіх", 2010: 572-573.

18. Яворська, Т. Є. Факторний аналіз найінформативніших параметрів стрибунів у довжину з розбігу. Молода спортивна наука України. 2010. 1(14):375-380.

19. Abbott S., Hogan C., Castiglioni M. T., Yamauchi G., Mitchell L. J., Salter J., et al. Maturity-related developmental inequalities in age-group swimming: The testing of 'Mat-CAPs' for their removal. *J. Sci. Med. Sport.* 2021. 24 (4):397–404. 10.1016/j.jsams.2020.10.003

20. Austin P. C., Hux J. E. A brief note on overlapping confidence intervals. *J. Vasc. Surg.* 2002. 36(1):194–195. 10.1067/mva.2002.125015

21. Baker J., Schorer J., Cobley S., Bräutigam H., Büsch D. Gender. DEPTH Compet. Relat. AGE Eff. TEAM SPORTS. 2009. 1-8.

22. Barnsley R. H., Thompson A. H., Barnsley P. E. Hockey success and birthdate: The relative age effect. *Can. Assoc. Health, Phys. Educ. Recreat.* 1985. 51 (1):23–28.

23. Bridgett LA, Linthorne NP. Changes in long jump take-off technique with increasing run-up speed. *Journal of sports sciences.* 2006;24: 889–897. doi: 10.1080/02640410500298040

24. Boccia G., Cardinale M., Brustio P. R. Performance progression of elite jumpers: Early performances do not predict later success. *Scand. J. Med. Sci. Sports.* 2021. 31(1):132–139. 10.1111/sms.13819

25. Boccia G., Moisè P., Franceschi A., Trova F., Panero D., La Torre A., et al. Career performance trajectories in track and field jumping events from youth to senior success: The importance of learning and development. *PLOS ONE.* 2017. 12(1):e0170744. 10.1371/journal.pone.0170744

26. Brazo-Sayavera J., Martínez-Valencia M. A., Müller L., Andronikos G., Martindale R. J. J. Identifying talented track and field athletes: The impact of relative age effect on selection to the Spanish National Athletics Federation training camps. *J. Sports Sci.* (2017). 35(22):2172–2178. 10.1080/02640414.2016.1260151
27. Brustio P. R., Cogley S., Abbott S., La Torre A., Moisè P., Rainoldi A., et al. Corrective Adjustment Procedures as a strategy to remove Relative Age Effects: Validation across male and female age-group long jumping. *J. Sci. Med. Sport.* (2022). 25(8): 678–683. 10.1016/j.jsams.2022.04.007
28. Brustio P. R., Kearney P. E., Lupo C., Ungureanu A. N., Mulasso A., Rainoldi A., et al. Relative age influences performance of world-class track and field athletes even in the adulthood. *Front. Psychol.* 2019. 10:1395. 10.3389/fpsyg.2019.01395
29. Carling C., Le Gall F., Reilly T., Williams A. M. Do anthropometric and fitness characteristics vary according to birth date distribution in elite youth academy soccer players? *Scand. J. Med. Sci. sports.* 2009. 19(1): 3–9. 10.1111/j.1600-0838.2008.00867.x
30. Cogley S., Baker J., Wattie N., McKenna J. Annual age-grouping and athlete development: A meta-analytical review of relative age effects in sport. *Sports Med.* 2009. 39(3):235–256. 10.2165/00007256-200939030-00005
31. Côté J., Baker J., Abernethy B. Practice and play in the development of sport expertise. *Handb. sport Psychol.* 2007. 3:184–202.
32. Curran O., MacNamara A., Passmore D. What about the Girls? Exploring the gender data gap in talent development. *Front. Sports Act. Living.* 2019. 1(3): 10.3389/fspor.2019.00003
33. Delorme N., Chalabaev A., Raspaud M. Relative age is associated with sport dropout: Evidence from youth categories of French basketball. *Scand. J. Med. Sci. Sports.* 2011. 21(1):120–128. 10.1111/j.1600-0838.2009.01060.x
34. Duarte J. P., Coelho-e-Silva M. J., Costa D., Martinho D., Luz L. G., Rebelo-Gonçalves R., et al. Repeated sprint ability in youth soccer players: Independent and combined effects of relative age and biological maturity. *J. Hum.*

Kinet. 2019. 67(1):209–221. 10.2478/hukin-2018-0090

35. Gibbs B. G., Jarvis J. A., Dufur M. J. The rise of the underdog? The relative age effect reversal among Canadian-born nhl hockey players: A reply to nolan and howell. *Int. Rev. Sociol. Sport.* 2012. 47(5):644–649. 10.1177/1012690211414343

36. Gulbin J. P., Croser M. J., Morley E. J., Weissensteiner J. R. An integrated framework for the optimisation of sport and athlete development: A practitioner approach. *J. sports Sci.* 2013. 31(12):1319–1331. 10.1080/02640414.2013.781661

37. Haïda A, Dor F, Guillaume M, Quinquis L, Marc A, Marquet L, et al. Environment and Scheduling Effects on Sprint and Middle Distance Running Performances. *PLoS ONE.* 2013;8: e79548. doi: 10.1371/journal.pone.0079548

38. Haugen T., Buchheit M. Sprint running performance monitoring: Methodological and practical considerations. *Sports Med.* 2016. 46(5):641–656. 10.1007/s40279-015-0446-0

39. Helsen W. F., van Winckel J., Williams A. MThe relative age effect in youth soccer across Europe. *J. Sports Sci.* 2005. 23(6): 629–636. 10.1080/02640410400021310

40. Hollings S. C., Hume P. A., Hopkins W. G. Relative-age effect on competition outcomes at the world youth and world junior athletics championships. *Eur. J. Sport Sci.* 2014. 14(1): 456–461. sup. 10.1080/17461391.2012.713007

41. Hopkins W. G., Hawley J. A., Burke L. M. Design and analysis of research on sport performance enhancement. *Med. Sci. sports Exerc.* 1999. 31(3): 472–485. 10.1097/00005768-199903000-00018

42. Hopkins W. G. Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Med.* 2000. 15:1–15. 10.2165/00007256-200030010-00001

43. Kearney P. E., Hayes P. R., Nevill A. Faster, higher, stronger, older: Relative age effects are most influential during the youngest age grade of track and field athletics in the United Kingdom. *Journal of Sports Sciences.* 2018. 36(20): 2282–2288. 10.1080/02640414.2018.1449093

44. Kelly A. L., Wilson M. R., Gough L. A., Knapman H., Morgan P., Cole M., et al. A longitudinal investigation into the relative age effect in an English professional football club: Exploring the ‘underdog hypothesis. *Sci. Med. Footb.* 2020. 4(2): 111–118. 10.1080/24733938.2019.1694169
45. Kraemer H. C., Yesavage J. A., Taylor J. L., Kupfer D. How can we learn about developmental processes from cross-sectional studies, or can we? *Am. J. Psychiatry.* 2000. 157(2): 163–171. 10.1176/appi.ajp.157.2.163
46. Lemez S., Baker J., Horton S., Wattie N., Weir P. Examining the relationship between relative age, competition level, and dropout rates in male youth ice-hockey players: Dropout from youth ice-hockey. *Scand. J. Med. Sci. Sports.* 2014. 24 (6): 935–942. 10.1111/sms.12127
47. Malina R. M., Eisenmann J. C., Cumming S. P., Ribeiro B., Aroso J. Maturity-associated variation in the growth and functional capacities of youth football (soccer) players 13–15 years. *Eur. J. Appl. Physiology.* 2004. 91 (5): 555–562. 10.1007/s00421-003-0995-z
48. McCarthy N., Collins D., Court D. Start hard, finish better: Further evidence for the reversal of the RAE advantage. *J. Sports Sci.* 2016. 34 (15): 1461–1465. 10.1080/02640414.2015.1119297
49. Musch J., Grondin S. Unequal competition as an impediment to personal development: A review of the relative age effect in sport. *Dev. Rev.* 2001. 21:147–167.
50. Olivier J., Bell M. L. Effect sizes for 2×2 contingency tables. *PLoS ONE.* 2013. 8(3): e58777. 10.1371/journal.pone.0058777
51. Pethick WA, Murray HJ, Gathercole RJ, Sleivert GG. Analysis of jump performance of world-class mogul skiers over an Olympic quadrennial cycle: a case study. *International journal of sports physiology and performance.* 2014;9: 128–132. doi: 10.1123/ijsp.2013-0379
52. Radnor J. M., Staines J., Bevan J., Cumming S. P., Kelly A. L., Lloyd R. S., et al. Maturity has a greater association than relative age with physical performance in English male academy soccer players. *Sports.* 2021. 9(12): 171.

10.3390/sports9120171

53. Rasdal V, Moen F, Sandbakk Ø. The Long-Term Development of Training, Technical, and Physiological Characteristics of an Olympic Champion in Nordic Combined. *Frontiers in physiology*. 2018;9: 931. doi: 10.3389/fphys.2018.00931

54. Romann M., Cobley S. Relative age effects in athletic sprinting and corrective adjustments as a solution for their removal. *PLOS ONE*. 2015. 10(4): e0122988. 10.1371/journal.pone.0122988

55. Romann M., Rössler R., Javet M., Faude O. Relative age effects in Swiss talent development – A nationwide analysis of all sports. *J. Sports Sci*. 2018. 36 (17): 2025–2031. 10.1080/02640414.2018.1432964

56. Romann M., Rüeger E., Hintermann M., Kern R., Faude O. Origins of relative age effects in youth football—a nationwide analysis. *Front. Sports Act. Living*. 2020). 2, 591072. 10.3389/fspor.2020.591072

57. Smith K. L., Weir P. L., Till K., Romann M., Cobley S.. Relative age effects across and within female sport contexts: A systematic review and meta-analysis. *Sports Med*. 2018. 48(6): 1451–1478. 10.1007/s40279-018-0890-8

58. Syrjälä E., Niinikoski H., Virtanen H. E., Ilonen J., Knip M., Hutri-Kähönen N., et al. Determining the timing of pubertal onset via a multicohort analysis of growth. *PLOS ONE*. 2021. 16(11): e0260137. 10.1371/journal.pone.0260137

59. Tan X., Shiyko M. P., Li R., Li Y., Dierker L. A time-varying effect model for intensive longitudinal data. *Psychol. Methods*. 2012. 17: 61–77. 10.1037/a0025814

60. Tantular B., Jaya I. Multilevel models approach on longitudinal studies for disease data. *J. Phys. Conf. Ser*. 2018. 1025 (1): 012108. 10.1088/1742-6596/1025/1/012108

61. Viru A., Loko J., Harro M., Volver A., Laaneots L., Viru M. Critical periods in the development of performance capacity during childhood and adolescence. *Eur. J. Phys. Educ*. 1999. 4 (1): 75–119. 10.1080/1740898990040106

62. Votteler A., Höner O. Cross-sectional and longitudinal analyses of the relative age effect in German youth football: Impacts of talent selection procedures between competition levels and age categories. *Ger. J. Exerc. Sport Res.* 2017. 47 (3): 194–204. 10.1007/s12662-017-0457-0