МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ І СПОРТУ УКРАЇНИ

КАФЕДРА ЛЕГКОЇ АТЛЕТИКИ, ЗИМОВИХ ВИДІВ ТА ВЕЛОСИПЕДНОГО СПОРТУ

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на здобуття освітнього ступеня магістра

за спеціальністю 017 «Фізична культура і спорт»,

освітньою програмою «Система підготовки спортсменів у легкій атлетиці»

на тему: **«СТРУКТУРА ТЕХНІЧНОЇ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ КВАЛІФІКОВАНИХ СТРИБУНІВ ПОТРІЙНИМ НА ЕТАПІ МАКСИМАЛЬНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ІНДИВІДУАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ»**

здобувача вищої освіти

другого (магістерського) рівня

Дземи Катерини Іванівни

Науковий керівник: Колот А. В.

### к.фіз.вих., доцент

Рецензент: Єременко О. А.

к.фіз.вих., доцент

Рекомендовано до захисту на засіданні

кафедри легкої атлетики, зимових видів та

велосипедного спорту (протокол № 4 від

06.11.2024 р.)

Завідувач кафедри: Бобровник В. І.

д.фіз.вих., професор

**Київ – 2024**

ЗМІСТ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ……………………………………………………… | | 4 |
| ВСТУП | ……………………………………………………………………... | 5 |
| РОЗДІЛ 1. | ЗМАГАЛЬНА ДІЯЛЬНІСТЬ – СИСТЕМОУТВОРЮЮЧИЙ ФАКТОРІВ ТЕХНІЧНОЇ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ КВАЛІФІКОВАНИХ СТРИБУНІВ ПОТРІЙНИМ СТРИБКОМ………………………………………………………. | 9 |
| 1.1. | Визначення поняття спортивна техніка………………………… | 9 |
| 1.2. | Еволюція техніки потрійного стрибка………………………….. | 13 |
| 1.3. | Біомеханічний аналіз техніки потрійного стрибка…………….. | 25 |
|  | Висновки до розділу 1………………………………………….... | 31 |
| РОЗДІЛ 2. | МЕТОДИ Й ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ**…………………...** | 32 |
| 2.1. | Методи досліджень……………………………………………..... | 32 |
|  | 2.1.1. Аналіз та узагальнення науково-методичної літератури.. | 32 |
|  | 2.1.2. Вивчення й узагальнення передового досвіду спортивної практики…………………………………………….. | 33 |
|  | 2.1.3. Педагогічне спостереження………………………………. | 33 |
|  | 2.1.4. Інструментальні методи…………………………………… | 34 |
|  | 2.1.5. Педагогічний експеримент………………………………... | 41 |
|  | 2.1.6. Методи математичної статистики………………………... | 41 |
| 2.2. | Організація досліджень………………………………………….. | 42 |
| РОЗДІЛ 3. | БІОМЕХАНІЧНІ ПАРАМЕТРИ ТЕХНІКи РУХОВИХ ДІй КВАЛІФІкоВАНИХ СПОРТСМЕНІВ ПРИ ВИКОНАННІ ПОТРІЙНОГО СТРИБКА ……………………………………..... | 43 |
|  | Висновки до розділу 3…………………………………………… | 51 |
| РОЗДІЛ 4. | | АНАЛІЗ І ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ**..** | 53 |
| ВИСНОВКИ…………………………………………………………………….. | | | 58 |
| ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**…………………………………………….......** | | | 61 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ………………….. | | | 63 |
| ДОДАТКИ……………………………………………………………………….. | | | 72 |

**УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ**

ЗЦМТ – загальний центр маси тіла;

ПК – персональний комп'ютер;

ЦМ – центр маси;

ЕОМ – електронно-обчислювальна машина.

**ВСТУП**

**Актуальність теми.** Технічна підготовка стрибунів потрійним надзвичайно складний і багатофакторний процес, що пред'являє підвищені вимоги до різних функцій організму. Одним з основних завдань технічної підготовки є вдосконалення технічної майстерності спортсменів, виходячи з вимог спортивної практики й досягнень науково-технічного прогресу. У спортивній практиці та роль, яка приділяється технічній підготовці, не завжди відповідає реаліям прояву рухів і рухової активності людини в спорті [3, 4, 9, 10, 11, 19].

Ті методи й засоби, якими раніше здобували настільки яскраві перемоги й успіхи, сьогодні не завжди прийнятні в практиці спортивної підготовки й не відповідають вимогам для досягнення переможних і рекордних результатів [56, 62]. Подальше підвищення спортивних результатів пов'язано з вирішенням проблеми формування структури технічної підготовленості легкоатлетів-стрибунів і може бути успішно здійснено шляхом широкого використання теоретичних основ і засобів чіткої й оперативної системи контролю за технічною підготовленістю стрибунів потрійним [12, 15, 16, 18, 24, 30].

На сучасному етапі розвитку теорії й методики спортивної підготовки усе більше відчувається необхідність у розумінні раціональних принципів зв'язку окремих складових технічної підготовленості спортсмена, що забезпечують його майстерність [26, 32, 35, 66, 67, 68].

Підвищення ефективності процесу підготовки спортсменів на різних етапах удосконалення спортивної майстерності багато в чому обумовлено пошуком шляхів оптимізації управління тренувальним процесом, раціональним вибором індивідуальної техніки виконання потрійного стрибка й методів удосконалення рухових дій спортсмена [2, 5, 25, 41].

У науково-методичній літературі з питань фізичного виховання й спорту останнім часом часто вживається висловлювання «структура технічної підготовленості». Однак зміст цього поняття повністю ще не розкритий, хоча цілий ряд фактів, що викладені в літературі, мають пряме відношення до розглянутої проблеми. Ці факти згруповані насамперед навколо таких питань, як взаємозв'язок технічної підготовленості з розвитком фізичних якостей у рамках конкретної спортивної діяльності, організація й планування технічної підготовки, управління і контроль технічною підготовленістю спортсменів [15, 17, 23, 30, 59, 61].

Удосконалення рухів зі складною координаційною структурою, яким є потрійний стрибок, у процесі тренування й змагань у значній мірі залежить від технології оцінки техніки, програм педагогічного впливу на систему рухів спортсмена й умов, у яких вони формуються [9, 11, 14, 27, 43].

Можна відмітити неоднозначність практичних рекомендацій щодо підвищення рівня технічної підготовленості стрибунів потрійним різного віку й спортивної кваліфікації, темпо-ритмових особливостей у структурі рухів стрибуна потрійним у розбігу й стрибку, а також відсутність у практиці роботи тренерів останніх досягнень спортивно-педагогічної науки в області управління тренувальним процесом за допомогою методів діагностики на основі оперативних засобів контролю.

У процесі вдосконалення техніки потрійного стрибка, за відсутності біомеханічних показників технічної підготовленості, зберігається невизначеність у виборі індивідуально-оптимального варіанту виконання рухів. Для того, щоб виключити цю невизначеність, спортсмену необхідно точно знати, які кінематичні й динамічні характеристики техніки доцільно змінити, щоб найкраще реалізувати свої рухові можливості [9, 15, 30, 36, 40].

Таким чином, вивчення літературних джерел показує, що структура технічної підготовленості спортсмена ще не була предметом спеціального дослідження. Однак її цілеспрямоване вивчення є необхідною умовою для реалізації принципу оптимального управління тренувальним процесом.

Вищевикладене дозволяє зробити висновок, що пошук шляхів підвищення рівня технічної підготовленості стрибунів потрійним з позиції обґрунтування комплексу кінематичних і динамічних характеристик, що становлять структуру технічної підготовленості спортсменів, з урахуванням індивідуальних особливостей техніки й оперативного керування процесом підготовки на основі результатів педагогічного контролю є актуальним.

**Зв'язок роботи з науковими планами та темами.** Дослідження проведено відповідно до Плану НДР НУФВСУ на 2021–2025 рр., затвердженого Міністерством освіти і науки України за темою 2.1 "Теоретико-методичні основи фізичної та технічної підготовки спортсменів на етапах багаторічного вдосконалення (на прикладі легкої атлетики, зимових видів та велосипедного спорту)", реєстраційний номер 0121U108193.

**Мета роботи:** удосконалення структури технічної підготовленості кваліфікованих стрибунів потрійним на основі врахування індивідуальних біомеханічних показників техніки потрійного стрибка, що обумовлюють ефективність змагальної діяльності.

**Завдання:**

1. Вивчити сучасну техніку потрійного стрибка на основі даних науково-методичної літератури та мережі Інтепрнет.

2. Дослідити структуру технічної підготовленості кваліфікованих стрибунів потрійним.

3. Виявити найбільш інформативні показники, що визначають технічну підготовленість кваліфікованих стрибунів потрійним.

**Об'єкт дослідження** – процес формування технічної підготовленості кваліфікованих стрибунів потрійним, що представлений показниками, що є у найбільшій мірі визначальними щодо ефективності змагальної діяльність і ступеню розвитку складових її компонентів.

**Предмет дослідження** – структура технічної підготовленості кваліфікованих стрибунів потрійним.

**Методи досліджень.** Для вирішення поставлених завдань застосовувалися: аналіз і узагальнення спеціальної науково-методичної літератури, вивчення й узагальнення передового досвіду спортивної практики, педагогічне спостереження, відеозйомка, педагогічний експеримент і методи математичної статистики.

**Наукова новизна роботи.** Уперше на основі розроблених біомеханічних програм аналізу техніки рухових дій стрибунів потрійним були отримані кінематичні й динамічні характеристики, що становлять структуру технічної підготовленості спортсменів, а також виявлені найбільш інформативні біомеханічні показники, від яких залежить ефективність змагальної діяльності й результат у потрійному стрибку.

**Практична значущість роботи.**  Отримані дані можуть бути використані на практиці для вдосконалення технічної підготовленості кваліфікованих стрибунів потрійним на основі обліку індивідуальних особливостей, що дає можливість індивідуалізувати підготовку спортсменів і досягти високих результатів.

Використання в практиці спортивного тренування системи педагогічного контролю над тренувальною й змагальною діяльністю кваліфікованих стрибунів потрійним, що базується на застосуванні сучасних комп'ютерних технологій, які об'єктивно характеризують різні компоненти їх технічної підготовленості, дозволяють здійснювати корекцію тренувальних планів, підвищувати об'єктивність управлінських рішень у плануванні навчально-тренувального процесу.

**Структура і обсяг роботи.** Кваліфікаційна робота має обсяг 75 сторінок, складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, практичних рекомендацій, списку використаних літературних джерел. Список літератури складається з 77 джерел з них 8 іноземних.

**РОЗДІЛ 1**

**ЗМАГАЛЬНА ДІЯЛЬНІСТЬ – СИСТЕМОТВОРЧИЙ ФАКТОР ТЕХНІЧНОЇ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ КВАЛІФІКОВАНИХ СТРИБУНІВ ПОТРІЙНИМ**

**1.1. Визначення поняття спортивна техніка**

Для правильного розуміння сутності досліджуваного явища, а також усунення неоднозначності у тлумаченні термінів, що використовуються у потрійному стрибку, важливо простежити генезис самого поняття техніка виду спорту.

Аналіз науково-методичної літератури показує, що існує досить багато підходів щодо визначення техніки виду спорту [15]. Так, наприклад, М.Г. Озолін [50, 51] під технікою виду спорту розуміє сукупність способів дій або спортивних вправ, застосованих у спортивній діяльності. Схоже визначення, використовував А.А. Тер-Ованесян [16], маючи на увазі під технікою фізичних (спортивних) вправ, спосіб їх виконання, тобто сукупність прийомів, способів подолання простору, взаємодії зі снарядом, з партнерами й супротивниками.

Розширюючи й деталізуючи поняття спортивної техніки В.М. Дьячков [15] визначає його, як спеціалізовану систему одночасних і послідовних рухів спортсмена, спрямованих на раціональну організацію взаємодії внутрішніх і зовнішніх сил (що діють на тіло спортсмена) з метою найбільш повного й ефективного їх використання для досягнення більш високих результатів. Таким чином, визначення спортивної техніки за В.М. Дьячковим, на відміну від існуючих раніше, включає також оцінку її ефективності й раціональності. Ця теза знайшла відбиття у визначенні спортивної техніки, Д.Д. Донського [13]. Технікою спортивної вправи (дії, прийому) він називає сукупність (систему) цілеспрямованих, раціональних рухів, що забезпечують оптимальне вирішення спортивного завдання. На його думку, спортивна техніка – це спосіб рухової дії в спортивній діяльності, спрямований на досягнення високого результату. Поняття раціональної техніки, стосовно до стрибків, використовується в роботі В.А. Креєра, В.Б. Попова [27]. За їх визначенням, під раціональною технікою слід розуміти спосіб виконання рухів, спрямованих на досягнення атлетом вищих спортивних результатів з урахуванням біомеханічних закономірностей. Також такий зміст вкладають у поняття "раціональна техніка" багато інших дослідників [43, 48, 51, 53].

Трохи по іншому до визначення «спортивна техніка» підходить Л.П.Матвєєв [42] характеризуючи її, як «... більш-менш досконалі способи виконання змагальних дій». Надалі він уточнює дане визначення, вказуючи, що під технікою змагальних дій слід розуміти відносно ефективні способи їх виконання, що є первинно-цілісними формами побудови рухів спортсмена. На його думку, техніка рухових дій характеризується смисловою основою, просторово-часовою (кінематичною), динамічною й ритмічною структурою рухів, поєднаних у рамках тієї чи іншої дії. У даному визначенні важливим є теза про виділення в техніці виду первинно-цілісних форм побудови рухів. Він показує, що при визначенні структури техніки конкретного виду спорту необхідно враховувати супідрядність елементів, з якої будується ця техніка.

Найбільш повне, з обліком існуючих раніше уявлень, визначення спортивної техніки (техніки виду спорту) було сформульовано В.М. Платоновим [53]. На його думку, під спортивною технікою слід розуміти сукупність прийомів і дій, що забезпечують найбільш ефективне рішення рухових завдань, обумовлених специфікою конкретного виду спорту, його дисципліни, виду змагань. Автор підкреслює, що різноманітні рухи спортсменів, взяті поза змагальною ситуацією, хоча, й виділяються своєю характерною руховою структурою, не можуть характеризувати техніку виду спорту. Якщо виходити з даного визначення, то під технічною підготовленістю спортсмена слід розуміти ступінь освоєння їм системи рухів (техніки виду спорту), відповідно до особливостей даного виду спорту й спрямованих на досягнення високих спортивних результатів. Таким чином, технічна підготовленість (технічна майстерність) спортсмена характеризується тим, що він вміє робити і як володіє вже освоєними діями [53, 54].

Для контролю над технічною майстерністю спортсменів у практиці спорту використовуються різні показники: а) об’єм техніки, б) різнобічність техніки, д) ефективність техніки, е) освоєння виконання, c) раціональність технічних дій [15]. Уточнюючи ці критерії авторами пропонується використовувати для контролю над технічною підготовленістю з вищезгаданих лише перші три. Трохи інші критерії оцінки результативності техніки вводить В.М. Платонов [54]. На його думку, «технічні» виду спорту можна описати за допомогою показників, що характеризують їх ефективність, стабільність, варіативність, економічність, мінімальну тактичну інформативність для суперника.

Багато вчених, визначаючи техніку виду спорту й уводячи критерії для її оцінки, одночасно торкалися питання про тривалість, періодичність і зміст процесу освоєння спортсменами техніки виду спорту. Так, на думку Д. Донського [13] процес оволодіння технічною майстерністю складається із двох етапів. На першому етапі відбувається становлення спортивної техніки, а на другому її вдосконалення. Автор підкреслює, що границі між етапами не мають чіткої кількісної межі й носять досить умовний характер.

Ряд авторів вважають, що процес технічної підготовки спортсменів слід розділяти на три етапи [42, 53]. Перший етап, на їхню думку, пов'язаний з початковим вивченням техніки. На цьому етапі створюється загальне уявлення про рухову дію й формується установка на оволодіння нею. На другому етапі проходить поглиблене розучування техніки, тобто деталізується розуміння закономірностей рухової дії, удосконалюється її координаційна структура, техніка вправ здобуває усе більш виражений індивідуальний характер, обумовлений психофізіологічними й антропометричними особливостями спортсменів. У спортсменів створюється рухове вміння [53, 54].

Третій етап пов'язаний з утворенням, закріпленням і подальшим удосконаленням рухової навички. На цьому етапі рухова навичка стабілізується, удосконалюється доцільна варіативність дій стосовно індивідуальних особливостей спортсмена [53, 54].

Короткий аналіз генезису поняття спортивна техніка дозволяє торкнутися низки дискусійних питань. Проведений аналіз показав, що всі фахівці одностайні, визначаючи техніку виду спорту як сукупність прийомів і дій, які використовуються спортсменами в ході змагань. Існуючі ж відмінності у визначенні техніки пов'язані з тим,чи включати у визначення всі рухові дії, або тільки ті з них, які ефективні. Слід зазначити, що поняття "ефективний" має досить відносний характер. Можна оцінювати, наприклад, ефективність рухів, що лежать в основі даного виду спорту, з погляду кінцевого змагального результату.

З іншої ж сторони, ефективність технічних дій, можна оцінювати, з позиції біомеханіки виконуваного руху.

Очевидно, що техніка виду спорту не може існувати ізольовано від спортсменів, як якась абстрактна сутність. Вона завжди проявляється в конкретних, на перший погляд, може здаватися й не зовсім ефективних діях спортсменів, виконаних у ході змагань. Тому "ідеальними", а тому й найбільш "ефективними", можуть бути лише абстрактні уявлення про послідовність і характер виконання рухових дій, що сформувалися в головах тренерів і спортсменів на основі всієї сукупності освоєних ними знань і їх особистого практичного досвіду.

**1.2. Еволюція техніки потрійного стрибка**

Зростання світових рекордів у потрійному стрибку нерозривно пов'язано з удосконаленням техніки стрибка й методики тренування стрибуна.

В історії розвитку потрійного стрибка існувало кілька варіантів техніки: ірландська «скачок – скачок – стрибок», грецька – «крок – крок – стрибок» і шотландська – «скачок – крок – стрибок». Остання офіційно затверджена з 1908 р., і саме ця техніка описана в сучасних правилах ІААФ по проведенню змагань у потрійному стрибку [36].

Аналіз техніки потрійного стрибка в процесі історичного розвитку дозволяє виділити п'ять етапів розвитку цього виду легкоатлетичних стрибків (табл. 1.1). Кожний щабель еволюційного розвитку техніки потрійного стрибка відповідає певному часовому етапу, певному діапазону спортивних досягнень і характеризується застосуванням відповідних засобів і методів технічної підготовки [44].

*Перший етап***.** Наприкінці XIX – початку XX століття найбільш поширеним був стиль потрійного стрибка, умовно названий «пасивним». Для цього стилю характерним було виконання по високій траєкторії відносно далекого «скачка» з пасивним приземленням на виставлену ногу в другому відштовхуванні, що приводило до дуже маленького другого «стрибка» - «кроку», тобто відбувалося переступання з однієї ноги на іншу з наступним виконанням стрибка. «Крок» був пасивним єднальним елементом потрійного стрибка між «скачком» і «стрибком», що відіграють вирішальну роль. На це вказує й аналіз просторових співвідношень між частинами стрибка (41 – 22 – 37%), характерний для представників того часу Д.Ахірна, В. Туулоса, М.Оди, які досягли результатів 15,30 – 15,60 м [36, 44]

*Таблиця 1.1*

**Етапи розвитку техніки потрійного стрибка**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Етап | Домінуючі стилі потрійного стрибка | Період використання стилю стрибка | Показувані результати |
| Перший | Пасивний (41% -22% -37%) | 1900- 1930 рр. | до 15,60 м |
| Другий | Активізований  (39% - 29% - 32%) | 1930- 1940 рр. | 15,60 -16,00м |
| Третій | Ударний (38% -31% -31%) | 1949 -1960 рр. | до 16,70 м |
| Зм'якшений  (38% - 29% - 33%) |
| Четвертий | Вертикальний (35% -31% -34%) | 1960 -1980 рр. | до 17,50м |
| Загрібаючий (37% - 30% - 33%) |
| Біговий (35% -30% -35%) |
| П'ятий | Амплітудний (34% - 29%-37%) | 1980-2007 рр. | понад 17,50м |
| Рикошетний  (33% -29% - 38%) |

Наприклад, Д. Ахірн в 1911 р. у своєму стрибку на 15,27 м мав співвідношення між стрибками 6,10 + 3,36 + 5,81 м, а М. Ода в рекордному стрибку на 15,58 м в 1931 р. – 6,51+ 3,53 + 5,56 м. Приземлення в другому й третьому поштовхах у ті роки було дуже твердим внаслідок відносної пасивності рухів у польотних фазах. Це приводило до більших втрат горизонтальної швидкості й розчленовуванню стрибка. Але вже в середині 20-х років стрибуни прагнули уникнути цього й підкорити всі три стрибки єдиному злитому ритму з більш швидким просуванням уперед. Так стрибали А. Уінтер і В. Туулос в 1924 р. М. Ода спостерігав їхні стрибки в Парижі й повернувшись на батьківщину із твердою впевненістю побити світовий рекорд, спочатку просто копіював їх, але потім зрозумів, що їх техніку можна вдосконалити. Він намагався уникнути пасивності при приземленні в другому й третьому поштовхах за рахунок більш активної підготовки до відштовхування ще в польоті й кращої амортизації удару за рахунок більш глибокого згинання опорної ноги в поштовху. Так був покладений початок японській школі стрибка [44].

У 20-30-ті роки змагання з потрійного стрибка проводилися вкрай рідко. Методична література носила описовий характер техніки стилів, а методика тренування здійснювалася переважно на удосконаленні техніки потрійного стрибка.

З ростом світового рекорду удосконалювалось й тренування стрибуна потрійним. Рекордсмени минулих років не були стрибунами потрійним у тому розумінні, як це розуміється тепер. У більшості вони були спринтери й стрибуни в довжину, а підготовці до потрійного стрибку приділяли рівно стільки часу, скільки це потрібно було для змагань. Тому їх тренування в потрійному стрибку носило дуже поверхневий характер.

*Другий**етап*. Наприкінці 20-х – початку 30-х років японські стрибуни захопили лідерство в потрійному стрибку й тримали його до 40-х років [36].

З початком періоду світової переваги японських стрибунів тренування прийняло більш спеціалізований характер. Стрибун у потрійному стрибку став цілком «самостійною» фігурою, і потрійний стрибок мав для нього вже основне значення. Японська техніка була великим кроком уперед.

Подальша роль у прогресі японської техніки належить Ч. Намбу й Н. Тадзіма. Вони вирішили, що можна досягти кращого результату, якщо збільшити другий стрибок. «Стати майстром потрійного стрибка можна, тільки опанувавши другий стрибок», – говорив Ч. Намбу й багато працював над цим. У стрибку на 15,72 м він мав наступне співвідношення: 6,41+ 4,20 + 4,82 м. Н. Тадзіма пішов ще далі. Він трохи скоротив «скачок» і за рахунок цього ще більше збільшив другий стрибок. При встановленні світового рекорду 16,00 м він мав співвідношення – 6,20 + 4,69 + 5,11 м.

Стиль, який демонстрували японці в той час, характеризується збільшенням активності при постановці ноги у відштовхуваннях. Для цього вони почали готуватися до відштовхування, згинаючи ногу й піднімаючи коліно, уже в польотній фазі. Потім слідувало різке розпрямлення ноги назустріч доріжці, що приводило до значного збільшення «кроку». Ведучим стала комбінація «скачок — крок» при деякому зменшенні частки «стрибка». Характерним співвідношенням частин потрійного стрибка для типових представників цього стилю було 39 – 29 – 32% [44].

У цей період японські стрибуни, що стрибають «активізованим» стилем, Ч. Намбу (1932 р.) й Н. Тадзіма (1936 р.) завойовують золоті медалі на олімпійських іграх, а також Н. Тадзіма на XI Олімпіаді в Берліні в 1936 р. першим досягає рубежу 16 м [36].

Радянські стрибуни в 1940 р. впритул підійшли до рубежу 15 м. Рекорд СРСР був встановлений представником Радянської Естонії – Р. Армі – 14,96 м.

До 40-х років визначилось основне положення техніки потрійного стрибка: «Виконання двох стрибків має на меті не затримувати поступального руху від інерції розбігу для третього стрибка» [60]. Але розробці тренувальних рекомендацій приділялося мало уваги. Спочатку вони обмежувалися посиланням на стрибки в довжину: «За характером тренування потрійний стрибок мало відрізняється від стрибків у довжину».

*Третій етап*. У післявоєнний період (з кінця 40-х до 60-х років) поширення мали два стилі техніки потрійного стрибка: «ударний» і «зм'якшений» [44].

«Ударний» стиль розроблений радянськими тренерами й спортсменами. В 50-х роках дослідження М.Г. Озоліна й Л.В. Чхеідзе вводять поняття «ударної постановки ноги». Він характеризується далеким «скачком», високим підйомом коліна при «замаху» стегном перед постановкою ноги у відштовхуваннях. При цьому відбувалися одночасні махові рухи двома руками в другому й третьому відштовхуваннях, що сприяло збільшенню їх потужності. Це дозволило при далекому «скачку» ще більше в порівнянні з «активізованим» стилем збільшити довжину «кроку» (правда, трохи на шкоду частці «стрибка») (38 – 31 – 31%). Це допомогло Л. Щербакову збільшити довжину другого стрибка до 5.20 м, а застосування одночасного маху двома руками вперед сприяло підвищенню потужності відштовхування в третьому стрибку. Співвідношення частин у його кращому стрибку на 16.46 м було: 6.11 + 5.20 + 5.15 м. Разом з тим, Л.Щербаков почав робити більш пізню зміну ніг у скачку й значно вдосконалив розбіг [36].

Представники даного стилю потрійного стрибка радянські спортсмени Л. Щербаков, В. Креєр і інші в післявоєнний час вийшли на провідні позиції у світі.

На початку 50-х років з цією технікою починає конкурувати нова техніка. На прикладі світових рекордсменів А.Ф. да Сільви й О. Ряховського пропонується зм'якшений варіант постановки ноги: «... з невисоким підйомом стегна й замахом гомілки вперед, що скорочувало час поштовху, а тіло здобувало більш вертикальне зусилля» [44].

Не міняючи співвідношення, що встановилося, довжини окремих стрибків (у стрибку на 16.22 м у Гельсінкі він мав: 6.20 + 4.60 + 5.42 м), техніка А.Ф. да Сільви характерна відмінною рівновагою в польотних фазах і зм'якшеною постановкою ноги в другому й третьому поштовхах при більш економічному русі її перед приземленням. Це дозволяло краще зберігати швидкість просування по стрибку й давало можливість виконувати відносно далекий «стрибок». Трохи своєрідна й специфічна техніка, проте, привертає увагу стрибунів природністю й простотою рухів. Світові рекордсмени О. Ряховський і О. Федосєєв використовували елементи цієї техніки стосовно до високої швидкості стрибка [44].

Типові представники цього стилю світові рекордсмени А.Ф. да Сільва й О. Ряховський (16.59 м) мали співвідношення частин потрійного стрибка 38 –29 – 33%.

Разом з тим, у даний період часу знову з’являється тенденція до збільшення стрибка. І хоча М. Ода у свій час писав: «Якщо хто-небудь стрибне так далеко ( мається на увазі «скачок» в 21 фут, тобто 6.41 м), якщо він тільки не обдарований надлюдською силою ніг, то він не зможе продовжити дві інші фази стрибка з максимальною ефективністю». Два світові рекорди були досягнуті радянськими стрибунами зі скачком 6.50 м. Довжина скачка повинна бути ще більша – висока досконалість сучасних стрибунів у виконанні «опорно-відштовхувальних» фаз стрибка дозволяє це зробити. Однак подовження скачка не повинно йти на шкоду другому стрибку, так як це було в наших колег минулих років [36, 50].

Цікаво відзначити, що розбіг як елемент стрибка удосконалювався стрибунами в останню чергу. Очевидно, у силу того, що всі, як правило, стрибуни потрійним були й стрибунами в довжину, то вони, природно, користувалися тим самим розбігом. У більш ранньому періоді в методичних посібниках про розбіг говорилося дуже лаконічно: «Те, що було сказано про розбіг при стрибку в довжину, зберігає силу й для розбігу в потрійному» [21]. Пізніше в це стереотипне формулювання було введено не менш лаконічне доповнення: «Розбіг повинен бути майже таким же, яким користуються при стрибку в довжину» [27, 37], або «Вони (тобто розбіг у стрибку в довжину й потрійним) майже однакові, але в потрійному стрибку розбіг трохи вповільнюється».

Разом з тим, ще в 1935 р. німецький тренер В. Гершлер після зустрічі із Ч. Намбу писав: «Те, що правильно для стрибка в довжину, для потрійного стрибка не годиться... «накат» для стрибуна потрійним стрибком – «отрута», тому що він його розслаблює передчасно». І він був правий, тому що специфіка потрійного стрибка й відмінності в характері поштовху вимагають спеціального розбігу. Це підтвердив згодом М.Г. Озолін, який у процесі роботи з Л. Щербаковим установив, зокрема, що деяке вкорочення й частішання останніх чотирьох кроків розбігу при майже однаковій довжині останнього й передостаннього більш ефективно для стрибуна потрійним стрибком [36, 44].

Однак при бурхливому рості результатів у потрійному стрибку на початку 50-х років стрибуни в основному працювали над технікою власного стрибка, мало приділяючи увагу розбігу. Тим самим вони розривали стрибок на дві частини, порушували цілісність дій у стрибку, його ритм і самі закривали для себе двері до результатів високого класу.

Єдиним стрибуном того часу, який серйозно працював над розбігом, був, мабуть, Л. Щербаков. Разом з М. Озоліним вони прийшли до оригінального, що спантеличив багатьох, типу розбігу. За шість кроків до відштовхування Л.Щербаков робив вільний стрибковий крок, після якого частота його кроків збільшувалась й спортсмен стрімко набігав на брус. Такий розбіг викликав багато скептичних розмов, однак Щербакова це не торкало. «Якщо я не зроблю одного вільного кроку за шість кроків до поштовху, – говорив Щербаков, – то я не зможу виконати стрибок». У такому розбігу Щербаков бачив найбільш природній зв'язок зі стрибком і узгодження їх у єдиному нерозривному ритмі [36, 63].

Л. Щербаков був першим стрибуном, який під керівництвом М. Озоліна пішов по шляху підвищення навантаження в тренуванні за рахунок збільшення обсягу засобів спеціальної підготовки. Він визначив коло спеціальних вправ, що відповідають специфіці потрійного стрибка й спрямовані на розвиток, як він виразився, «наскокової стрибучості», а також ввів повторність у стрибковій роботі.

В особі О. Федосєєва тренування придбало більш інтенсивний характер. Він трохи скоротив обсяг спеціальної роботи, але проводив її при більш високій концентрації нервово-м'язових зусиль.

І якщо Л. Щербаков прагнув до розвитку сили, то для О. Федосєєва головним об'єктом уваги в тренуванні став розвиток швидкісно-силових якостей [36, 51].

Період бурхливого становлення школи потрійного стрибка у 50-ті роки характеризується визначенням кола тренувальних засобів, початком цілеспрямованих досліджень структури потрійного стрибка (ритм розбігу й стрибків, постановка ноги); обґрунтуванням «загрібаючо-ударного» поштовху; розглядом гіпотези про можливість зіставлення фізичних якостей стрибуна із пружними властивостями м'яча, що скаче; розвитком вправами зі штангою силових якостей і стрибучості, появою методу «до відмови», підвищенням навантаження в 2 – 3 рази від загальноприйнятого в той час; перетворенням гігієнічної зарядки в спеціалізоване тренування [16, 19].

*Четвертий етап*.В 60-ті роки методика тренувань зазнала значних змін. Із введенням зимового сезону змагань розширилась змагальна підготовка спочатку за рахунок змагань по ЗФП, а потім і за рахунок змагань у потрійному стрибку. Вправи силової підготовки наблизилися за структурою до свого основного виду, підвищилась спринтерська підготовленість стрибунів; стрибкові вправи, як засіб розвитку спеціальної стрибучості досягли чергової межі. Володіння зв'язкою «скачок + крок» досягло певної досконалості, але через недолік швидкості в розбігу дальність стрибка вже не збільшувалася. Навантаження знову зросло в основному за рахунок збільшення тривалості тренувального заняття (окреме тренування досягло 3.5 – 4 години) [44].

Розвиток методики тренування в потрійному стрибку обумовлюється також знаходженням доцільної відповідності між обсягами спеціальних засобів силової, стрибкової та бігової підготовки стрибунів потрійним [11, 26, 27].

У методиці приділяється місце засобам, метою яких є поліпшення швидкісної підготовки стрибунів, зокрема, у бігу на 100 м та бігу по розбігу у потрійному стрибку. У підготовку включаються також контрольні вправи по ряду видів спеціальної підготовки стрибунів потрійним [27]. Виділяється особливо й швидкісно-силова підготовка стрибунів потрійним [11, 26].

З появою синтетичного покриття збільшилася швидкість розбігу, скоротився час відштовхувань і певною мірою знизилася небезпека одержання травм.

Наприкінці 80-х, на початку 90-х років відбулося зростання змагального навантаження, пов'язане з підвищенням соціальної значимості спортивних змагань, прагненням до досягнення рекордів, посиленням конкуренції, розширенням зимового й літнього календаря змагань. У свою чергу, змагальне навантаження стало визначати характер тренувальної роботи й значно впливати на тренування [36, 43, 56, 62].

Широке використання набуло застосування змагальної вправи в тренуванні. Немає нічого більш «спеціального», ніж основна спортивна вправа, яка виконується в умовах, наближених до змагань. Такий методичний прийом характеризується як моделюванням змагальної діяльності в умовах тренування [11]. Його суть виражається в цілісному виконанні основної спортивної вправи в процесі тренування з високою інтенсивністю й з урахуванням умов і правил змагань. Цей прийом має вплив на організм, відповідний змагальному, і дозволяє ефективно вирішувати завдання функціонального, технічного, тактичного й психологічного вдосконалення спортсмена.

Були переглянуті погляди на техніку потрійного стрибка: зменшились траєкторії стрибків, збільшилась швидкість розбігу перед планкою, змінилася рухова установка, як на весь стрибок в цілому, так і на його основні елементи [44].

Так зміна рухової установки у «загрібаючому» русі з «ударно з відскоком вгору» на «широко захопити й активно протягнути ногу за себе» по-новому озброїло стрибунів «загрібаючи-протягуючим» відштовхуванням, спрямованим не вгору, а вперед. Для оволодіння таким відштовхуванням був розроблений цілий комплекс імітаційних вправ [63].

Збільшення швидкості розбігу й прискорення загрібаючого відштовхування, змінило й ритм стрибків – зросла дальність стрибка без зменшення дальності зв'язки «скачок + крок».

Олімпійська підготовка стала проводитися по тижневих планах з обов'язковим етапним контрольним тестуванням. Відбулася чергова уніфікація засобів: відсіялися зайві вправи, а головні одержали більше прав.

На новому етапі підвищилась інтенсивність засобів і методів підготовки, знову зросло тренувальне навантаження, одержали подальше уточнення основні положення техніки потрійного стрибка. Новий погляд на потрійний стрибок, як на три горизонтально-рикошетних стрибка, підвищив роль спринтерських можливостей стрибуна, змінив направленість ЗФП у бік більшої спеціалізації, розширив методи виконання вправ (з'явився інтервально-інтенсивний метод), підвищив інтенсивність занять при частішому тренувальному впливі (до 2 – 3 раз у день) [11, 63].

Здійснення на практиці принципів наступності підвищило роль перспективного планування й аналізу багаторічної підготовки, з'явилися нові критерії оцінки зв'язку комплексної підготовленості стрибуна й рівня тренувального навантаження.

З 60-х років і по 80-ті роки в техніці потрійного стрибка панують три стилі: «вертикальний», «загрібаючий» і «біговий» [44, 63].

«Вертикальний» стиль характерний для багатьох американських і західноєвропейських стрибунів. Він характеризується відсутністю «замаху» стегном, сильним підтягуванням гомілки до стегна в польотній фазі й опусканням ноги при відштовхуваннях по вертикалі зверху - вниз назустріч доріжці. Стрибуни, що використовують даний стиль, мають високі швидкісні й швидкісно-силові здібності, вони демонструють стрибки з найбільш рівномірною розкладкою (35 – 31 – 34%). Типовими представниками даного стилю були Т. Крафт, 3. Ціфра, А. Уокер, Я. Уудмяе, В. Іноземцев [44].

«Загрібаючий» стиль розроблений радянськими тренерами, спортсменами й ученими на основі вдосконалення «ударного» і «зм'якшеного» стилів. Термін «загрібаюча» постановка ноги вперше ввів М.Г. Озолін. Цей стиль характеризується відносно високим «замахом» стегна з наступним випрямленням ноги в колінному суглобі й активною постановкою, «загрібаючим» рухом прямої ноги при відштовхуванні. Розкладка стрибка (37 – 30 – 33%) вказує на провідну роль комбінації « скачок-крок». Типові представники даного стилю мають високий рівень силової й швидкісно-силової підготовленості. Типовими представниками даного стилю були В. Санєєв, О. Безкровний, Г. Валюкевич, В. Грищенков, М. Мусієнко, О. Яковлєв, К. Коннор [36, 44, 57].

«Біговий» стиль, родоначальником якого вважається екс-рекордсмен світу Ю. Шмідт (17.03 м, 1960), характеризується різнойменною роботою рук, швидким просуванням по стрибку; нога ставиться на відштовхування біговим рухом, тулуб нахилений уперед, вирішальним вважається збереження швидкості до третього відштовхування. Тому найдовшою виявляється, як правило, остання частина стрибка (35 – 30 – 35%). Типові представники цього стилю екс-рекордсмен миру Ю.Шмідт, екс-рекордсмен СРСР А. Золотарьов (16.92 м, 1967 р.), М. Конлі (17.87 м) мають високу швидкісну підготовленість при деякому відставанні силових якостей. Усі три стилі сучасної техніки потрійного стрибка забезпечують досягнення результатів 17 м і більше [36, 63].

*П'ятий етап*. «Амплітудний» стиль виник у результаті конвергенції рухових дій трьох попередніх стилів.

Від «ударного» взятий дуже високий «замах» стегном (вище горизонталі, у відмінності від «загрібаючого» – широкий амплітудний рух повністю випрямленою ногою після замаху при максимальній амплітуді, від «бігового» –різнойменна (як правило) робота рук і більш близька постановка ноги (у відмінності від «загрібаючого» стилю) до проекції ЗЦМТ стрибуна. Це веде до меншої амортизації в колінному, і тазостегновому суглобах, малій втраті швидкості, до більш активних махових рухів, зменшення часу відштовхування. Невелика втрата швидкості дозволяє до останнього відштовхування зберегти вищу швидкість, що значно збільшує довжину останньої частини – "стрибка" до 6,30 – 6,50 м [44, 57].

Розкладка стрибка має такий вигляд 34% – 29% – 37%. Найбільш типові представники цього стилю, чемпіон Олімпіади в Сеулі – 88 Х. Марков – 17,93 м (Болгарія) і бронзовий призер, вихованець В.А. Креєра, О. Коваленко – 17,77 м (СРСР, Росія).

«Рикошетний» стиль з'явився увібравши в себе важливі рухові компоненти двох раніше існуючих стилів – «бігового» і «загрібаючого». Характерною розкладкою стрибків цього стилю є співвідношення частин потрійного стрибка: 33% – 29% – 38% [44].

Першим спортсменом, якого можна віднести до представників цього стилю був рекордсмен миру Ж.К. де Олівейра (Бразилія) – 17,89м ще в 1975 році. Він відразу на 45 см перевищив попередній світовий рекорд (17,44 м), що належав В. Санєєву. Але тільки на початку XXI століття, з появою нового світового рекордсмена Д. Едвардса (Великобританія) (18,29 м в 1995 році) і інших стрибунів, стало можливо говорити про нього, як про новий стильовий напрямок на еволюційному шляху розвитку техніки потрійного стрибка.

Характерними рисами цього стилю є:

- подальше вдосконалення підготовчого руху ногою перед постановкою на опору повністю випрямленою (взятого від «загрібаючого» стилю);

- відносно близька до проекції ЗЦМТ постановка ноги на опору (як в «біговому» стилі;

- можливість виконувати мах двома руками (у відмінності від бігового);

- збереження рівного положення тулуба під час відштовхувань.

У підсумку це дозволило підвищити ефективність виконання потрійного стрибка за рахунок менших втрат швидкості у відштовхуваннях і можливості збільшити останню частину – «стрибка» до 38 %, досягаючи його довжини порядку 7,00 м [28, 44].

Також слід зазначити, що стиль стрибка – це не є щось консервативне й може еволюціонувати при цілеспрямованій роботі над удосконаленням техніки вправ.

**1.3. Біомеханічний аналіз техніки потрійного стрибка**

Термін «техніка потрійного стрибка» – спосіб вирішення рухової задачі, система рухових дій, заснована на раціональному використанні рухових можливостей людини, спрямованих на досягнення нею високих показників [33]. Техніка потрійного стрибка визначається сукупністю кінематичних і динамічних характеристик, особливостей морфології спортсмена, його рухового досвіду.

Поняття спортивної техніки має на увазі не тільки вміння спортсмена координувати рухи й зусилля, але і його здатність ефективно відтворювати відповідну біодинамічну структуру потрійного стрибка в екстремальних умовах, а саме: при значному перевантаженні або великому зовнішньому опорі; на граничній швидкості; при наростаючому стомленні; відповідно до зміни ситуації [31, 40, 47].

Одним з найважливіших методичних умов вдосконалення раціональної техніки є взаємозв'язок і взаємозалежність структури рухів і рівня розвитку фізичних якостей. Відповідність кожного рівня розвитку фізичної підготовленості спортсмена рівню володіння спортивною технікою, її структурі й ступеню досконалості її характеристик – найважливіше положення методики технічної підготовки в спорті. Підвищення фізичної підготовленості вимагає переходу на новий рівень технічної майстерності й навпаки – більш досконала технічна майстерність спортсмена вимагає підкріплення відповідною фізичною підготовленістю [53].

Потрійний стрибок за технікою виконання є ациклічним швидкісно-силовим, складнокоординаційним видом легкої атлетики, у якому на великій швидкості послідовно змінюються опорні й польотні фази [26].

Дальність стрибка залежить від величини початкової швидкості й кута вильоту ЗЦМТ після кожного відштовхування [24, 27, 37, 47].

При відштовхуванні сила інерції руху тіла стрибуна давить на опору.

Під дією цього навантаження поштовхова нога й частково хребетний стовп згинаються, викликаючи розтягування й напруження працюючих м'язів (поступальний характер роботи) [11, 21, 26].

Згинання опорної ноги, амортизація хребетного стовпа значно знижують тиск (дія сил інерції) тіла. Як тільки опір (напруга) м'язів, що розтягуються, перевищить цей тиск, починається їхнє потужне скорочення (долаючий характер роботи). Опорна нога починає розгинатися в суглобах, випрямляється тулуб, розганяючи тіло в новому напрямку – вперед-вгору. Чим коротше триває амортизація й раніше здійснюється розгинання (поки ЗЦМТ не перейшов точку опори), тим більша швидкість руху повідомляється тілу в новому напрямку.

Кращим результатам стрибунів потрійним відповідають більші величини вертикальних зусиль при відштовхуванні (максимальне зусилля вертикальної складової реакції опори становить 380 ± 30 кг·с-1 у першому відштовхуванні, 550 ± 50 – у другому і 500 ± 50 – у третьому). Зі збільшенням швидкості руху тіла при відштовхуванні прогресивно зростають навантаження на опорно-руховий апарат стрибуна. Підвищення на кожні 0,2 м·с-1 швидкості розбігу або 1 ° повороту руху тіла вимагає від стрибуна збільшення на 2 % зусиль при відштовхуванні [26, 27].

Кут нахилу поштовхової ноги, ступінь її опору згинанню в суглобах при амортизації й активність розгинання визначають тривалість і напрямок зусиль, що розвиваються у спортсмена при відштовхуванні при одній і тій же швидкості розбігу.

Аналіз техніки потрійного стрибка показують, що початкова швидкість вильоту ЗЦМТ у стрибку, яка у видатних стрибунів досягає 9,0 – 10,0 м·с-1, забезпечується високою швидкістю на двох останніх кроках розбігу (10,3 – 10,7 м∙с-1) [10, 21, 24]. Підрахунки показують, що збільшення початкової швидкості вильоту в кожному відштовхуванні на 0,1 м·с-1 при інших рівних умовах додає 30 – 35 см до загального результату [21, 27]. Тому швидкість, отримана стрибуном у розбігу, і характер відштовхувань визначають величину і напрямок зусиль в потрійному стрибку.

У відштовхуваннях стрибун потрійним у відповідності зі своїми фізичними можливостями й технікою виконання змінює напрямок руху для кута вильоту ЗЦМТ у стрибку – 16 – 18° (висота траєкторії 30 – 40 см), кроці – 12 – 15° (висота траєкторії 20–25 см) і стрибку – 16 – 20° (висота траєкторії 30 – 40 см) [27, 28, 70].

Зміна напряму руху тіла на великій швидкості в умовах короткочасної взаємодії з опорою вимагає від стрибуна активізації зусиль у відштовхуванні й пов'язана із частковим зниженням швидкості поступального руху (на 0,5 – 0,8 м·с-1 після першого відштовхування і на 0,8 – 1,5 м·с-1 після другого і третього) [10, 24, 74]. Зниження швидкості виконання стрибка прогресує зі збільшенням кутів вильоту ЗЦМТ і висоти стрибків.

Таким чином, скачок із трьох стрибків виконується на найвищій швидкості вильоту ЗЦМТ, а тому може мати найбільшу дальність. У найсильніших стрибунів світу величина скачка становить 35 – 39 %, кроку – 26 – 33 % і стрибка – 32 – 36 % [9, 24, 27, 70].

Відносно невисока дальність кроку пояснюється тим, що після виконання стрибка опорно-руховий апарат стрибуна потрійним відчуває більше навантаження, що суттєво знижує ефективність другого відштовхування.

Збільшення швидкості виконання стрибка і як наслідок подолання зростаючих навантажень змушують стрибуна потрійним розвивати більші зусилля при одночасному скороченні часу взаємодії з опорою. У результаті зменшуються кути вильоту й приземлення, скорочується амортизація опорно-рухового апарата й знижуються траєкторії відскоків-польотів [27].

В останнє десятиліття склалися дві ритмові структури потрійного стрибка, умовно названі: 1) «європейська» – 36 + 30 + 34 % від результату, коли скачок на 2 % більше стрибка, тоді як крок (сполучна фаза) ідентичний у стрибунів обох структур; 2) «американська» – 34 + 30 + 36 % від результату, у якій скачок менше стрибка на 2 % [29, 30].

Аналіз техніки потрійного стрибка показує, що в більшості спортсменів ріст результатів у цьому виді залежить від збільшення суми двох перших стрибків, рівня розвитку швидкісно-силових якостей і підвищення швидкості розбігу. На підставі цього можна вважати оптимальним у потрійному стрибку наступне процентне співвідношення його окремих частин: стрибок – 37 – 38 %, крок – 29 – 30 % і стрибок 32 – 34 %, або суми частин стрибка: скачок + крок – 66 – 68 %, крок + стрибок – 62 – 63 % [21, 26].

Таким чином, спортивний результат у потрійному стрибку визначається максимальною швидкістю в розбігу, потужними відштовхуваннями з меншими втратами швидкості поступального руху й певним співвідношенням дальності скачка, кроку й стрибка [26, 28, 36, 70].

**Розбіг.** Розбіг у потрійному стрибку характеризується числом кроків (бігових і в ходьбі), довжиною, швидкістю й ритмом. Розбіг висококваліфікованих стрибунів складається з 20 ± 4 бігових кроків і має довжину близько 40,0 ± 4,0 м [26, 37].

Швидкість розбігу прямо залежить від довжини й темпу (частоти) кроків. Треба розподілити свої сили в розбігу так, щоб останні два кроки пробігати з найбільшою швидкістю й бути готовим до далекого й низького стрибка [21, 26].

Ефективність бігових дій у розбігу обумовлюється характером і потужністю відштовхування, вибором раціональних біомеханічних і кінематичних характеристик бігового циклу – темпу й довжини кроку, його тимчасових параметрів опори, виносу й опускання ноги [21, 51].

Для зменшення кута вильоту довжина останнього кроку перед бруском відштовхування може бути трохи коротше попередніх кроків (2,25 ± 0,20 м), довжина передостаннього кроку становить 2,40 ± 0,20 м [51, 70]. Скорочення довжини передпоштовхового кроку сприяє збереженню високого положення ЗЦМТ спортсмена на бруску відштовхування. Подовження останнього кроку, навпаки, призводить до постановки, що стопорить та призводить до втрати горизонтальної швидкості, збільшення амплітуди вертикальних коливань ЗЦМТ [10, 21].

**Скачок.** У рухах стрибуна потрійним, що виконує відштовхування, можна виділити три взаємозалежні між собою фази: постановка ноги на всю стопу, майже випрямленної у колінному суглобі; підсід, що активізує відштовхування, і відштовхування, яке відбувається в результаті швидкого розгинання ноги в тазостегновому, колінному й гомілковостопному суглобах. Крім того, підвищенню ефективності відштовхування сприяють випрямлення тіла, махові рухи ноги й рук [27, 37, 48].

Період опори триває 0,11 ± 0,02 с. Тулуб вертикальний або трохи ( близько 1°) нахилений вперед. Руки працюють різнойменно. У момент постановки на брусок нога майже випрямлена в колінному суглобі й стосовно доріжки перебуває під кутом 69 ± 3°. У цьому випадку поштовхова нога стає досить близько до проекції ЗЦМТ стрибуна потрійним, що забезпечує ефективне наступне відштовхування з мінімальними втратами горизонтальної швидкості. Махова нога виноситься вперед сильно зігнута в колінному суглобі. У заключний момент нога повністю випрямлюється при куті відштовхування 62 ± 2° [24, 27].

Кут вильоту ЗЦМТ стрибуна становить 17 ± 1°. Збільшення кута вильоту викликає: а) більші втрати часу відштовхування; б) більш високу траєкторію польоту, що викликає додаткові перевантаження в другому відштовхуванні й негативно позначається на кроці й стрибку. Тому довжина скачка, як правило, менше кращого результату в стрибках у довжину на 1,36 ± 0,27 м [37].

Стрибун наприкінці зміни ніг (остання третина польотної фази) піднімає стегно поштовхової ноги, виконуючи замах. Попереднє розведення стегон (замах) у різних стрибунів становить кут 90 – 120°: чим енергійніше зустрічний рух стегон, тем активніше ставиться нога на доріжку [51, 70].

**Крок.** Майже пряма нога (кут у колінному суглобі 170 ± 5°) ставиться на п'яту зі швидким переходом на всю стопу. Період опори триває 0,14 ± 0,02 с. Кут постановки ноги становить 68 ± 2°. Тулуб вертикальний. Рух махової ноги, що почалося ще в польотній фазі стрибка, прискорюється, і махова нога, проходячи повз опорну ногу, енергійно виноситься від стегна вперед-вгору, сприяючи відштовхуванню. Кут відштовхування тут не набагато менший, ніж у першому відштовхуванні й становить 60 ± 2°. Це дозволяє звести втрату горизонтальної швидкості до мінімуму. Відповідно зменшується й кут вильоту ЗЦМТ (14 ± 1°). У момент закінчення відштовхування нахил тулуба збільшується й досягає 5 ± 1° [24, 51].

**Стрибок.** Розпочате наприкінці польотної фази кроку зведення стегон закінчується постановкою ноги (66 ± 2°) на доріжку на всю стопу. Опора триває 0,18 ± 0,02 с. Згинання опорної ноги в амортизаційній фазі після виконання кроку повинно бути невеликим (кут у колінному суглобі 135 ± 3°). Це дозволяє енергійно відштовхнутися при виконанні третього стрибка. Для подальших рухів у польотній фазі провідну роль відіграє трохи випереджальний мах ногою й руками, спрямований уперед і вгору. У третьому відштовхуванні стрибка кут відштовхування трохи більше, чим у стрибку, – 63 ± 2°. Кут вильоту ЗЦМТ стрибуна потрійним також може бути трохи більше – 18 ± 2° [24, 72].

Таким чином, аналіз техніки виконання потрійного стрибка показує, що досягнення високих результатів можливе при максимальному розвитку спеціальних швидкісно-силових якостей і оволодінні складними координаційними навичками, що може бути забезпечене при використанні відповідних оптимально – підібраних засобів підготовки [26].

**Висновки до розділу 1**

У процесі багаторічного тренування стрибуна потрійним відбувається розвиток і вдосконалення його технічної майстерності. Знання закономірностей формування технічної майстерності й облік індивідуальних показників, що становлять структуру технічної підготовленості спортсмена, дозволяє в більш короткий строк досягти бажаного результату й забезпечити подальше його зростання.

Досвід тренерів свідчить про те, що традиційно існуючі програми підготовки стрибунів потрійним у більшості випадків засновані на використанні тренувальних засобів без обліку специфіки біомеханічної структури змагальної вправи, доцільної послідовності й комбінації вправ технічної підготовки в заняттях, без урахування індивідуальних схильностей спортсменів до їх виконання.

Одним з найважливіших методичних умов вдосконалення технічної майстерності стрибунів потрійним є взаємозв'язок і взаємозалежність біомеханічної структури техніки стрибка й рівня розвитку фізичної якостей. Відповідність кожного рівня розвитку фізичної підготовленості спортсмена рівню володіння спортивною технікою, її структурі й ступені досконалості її характеристик – найважливіше положення методики технічної підготовки в спорті. Підвищення фізичної підготовленості вимагає переходу на новий рівень технічної майстерності й, навпаки – більш досконала технічна майстерність спортсмена вимагає підкріплення відповідною фізичною підготовленістю.

**РОЗДІЛ 2**

МЕТОДИ Й ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

**2.1. Методи досліджень**

Для розв'язання поставлених завдань застосовувалися наступні методи досліджень:

* + аналіз спеціальної науково-методичної літератури;
  + вивчення й узагальнення передового досвіду спортивної практики;
  + педагогічні спостереження;
  + інструментальні методи;
  + педагогічний експеримент;
  + методи математичної статистики.

**2.1.1. Аналіз спеціальної науково-методичної літератури**

Аналітичний огляд науково-методичної літератури проводився з метою вивчення сучасних уявлень про біомеханічні закономірності виконання потрійного стрибка й основних кінематичних і динамічних характеристик техніки, що становлять індивідуальну структуру технічної підготовленості й найбільшою мірою впливають на досягнення високих спортивних результатів. . Виходячи з літературних даних і практичних завдань, що стоять перед спортивною наукою, була обґрунтована тема роботи, сформульовані основні положення, що вимагають експериментальної перевірки, й обговорені отримані результати.

При написанні кваліфікаційної роботи було вивчено й проаналізовано 75 літературних джерел, у тому числі 7 закордонних. На сторінках вищезгаданих джерел викладений матеріал, що стосується теорії й методики спортивного тренування, методології наукових досліджень у спорті, фізичної й технічної підготовки стрибунів потрійним.

**2.1.2. Вивчення й узагальнення передового досвіду спортивної практики**

Для формування реальних уявлень про стан практики спортивного тренування, вивчення й визначення біомеханічних показників, що становлять структуру технічної підготовленості кваліфікованих стрибунів потрійним проводилося опитування провідних тренерів України.

На основі літературних даних, педагогічних спостережень і аналізу тренувальної й змагальної діяльності кваліфікованих стрибунів було виділено 42 кінематичні і динамічні характеристики техніки потрійного стрибка, що використовуються у цей час для аналізу техніки при підготовці стрибунів потрійним. Усього опитано 15 експертів-тренерів.

Узагальнення досвіду роботи передової спортивної практики дало можливість на новому рівні розглянути багато питань, що стосуються проблем технічної підготовки й підведення кваліфікованих стрибунів потрійним до відповідальних змагань найбільшою мірою готовими до досягнення високих результатів.

**2.1.3. Педагогічне спостереження**

Цей метод дослідження застосовувався в природніх умовах у процесі проведення навчально-тренувальних занять із найсильнішими спортсменами України, а також в умовах змагань. Шляхом педагогічних спостережень здійснювалося:

● вивчення змісту тренувальної роботи з етапів річного циклу підготовки (склад засобів тренування, методика їх застосування);

● візуальне вивчення техніки виконання потрійного стрибка окремими спортсменами;

● спостереження за змагальною діяльністю.

Результати педагогічних спостережень підсумовувалися, що дало можливість вникнути в основні проблеми підвищення спортивної майстерності стрибунів потрійним і виявити деякі шляхи їх розв'язку й достатньо чітко сформулювати стан справ у сучасній підготовці стрибунів потрійним.

**2.1.4. Інструментальні методи дослідження**

У роботі використовувалися сучасні вимірювальні системи [7, 20, 45, 58] засновані на застосуванні автоматизованих систем обробки відеограм на базі ПК.

Використання цих вимірювальних систем дозволило на принципово новому рівні досліджувати ефективність тренувальної й змагальної діяльності кваліфікованих стрибунів потрійним.

Розв'язок завдань дипломної роботи здійснювався за допомогою сучасних інструментальних методів дослідження: відеозйомки [38, 55, 61, 65, 69] з наступним аналізом зображення на відеокомп'ютерному аналізаторі.

*Відеозйомка з наступним аналізом зображення на відеокомп’ютерному аналізаторі (АСОВ)*. У якості основного експериментального методу для розшифрування фаз рухів і реєстрації кінематичних і динамічних характеристик виконання відштовхувань у стрибках, детального аналізу техніки й контролю над ступенем освоєння спортсменом системи рухів використовувалася автоматизована система обробки відеограм (АСОВ) (рис. 2.1 і 2.2) [32, 34, 55, 69], яка являє собою безконтактну систему виміру й розрахунків геометричних і кінематичних рухів спортсмена. В основі методу лежить метрологічно витриманий відеозапис. Апаратурне забезпечення включало: комп'ютер Intel Core – i5-3340M з системою аналого-цифрового перетворення відеозображення Pinacle Studio Deluxe, відеомагнітофон, принтер.



Рис. 2.1. Відеокомпʼютерний аналізатор рухів «АСОВ»

Для визначення реальної відстані пройденого стрибуном, паралельно площини руху встановлювалася масштабна розмітка з урахуванням віддалення її від площини руху (рис. 2.3). Так, якщо розмітка перебувала ближче (далі), то на фотографії відстань буде виглядати зменшеною (збільшеним). Щоб знайти шукану відстань, наприклад (АВ), необхідно розв'язати подібні трикутники (ОАВ та ОА1В1), для чого потрібно при установці просторових орієнтирів зафіксувати всі необхідні розміри: |АВ| = |A1В1|×|OA|/|OA1|. Нерідко розмітка встановлювалася з урахуванням розмірів (ОА) і (АА1) через |ОА|/|ОА1| без додаткового перерахування.

Зйомка проводилася закріпленою відеокамерою, що перебуває на висоті 1,3 м над поверхнею землі й з відстані не менш 20 метрів до стрибуна потрійним, який рухається, що відповідає метрологічним вимогам до

просторового розташування камер щодо об'єкта досліджень [9, 20, 24]. Для аналізу вибиралися цикли рухів найближчі до центру зйомки (ОА) – лінії перпендикулярної площини руху, що знімається. Сектор зйомки не перевищував 18° (φ<90).



# Якісна й кількісна інформація

# про техніку потрійного стрибка

Рис. 2.2. Блок-схема видеокомп’ютерного аналізатора рухів «АСОВ»

Об’ект зйомки

##### Відеокамери

# Видеомагнітофон

Комп’ютер

# Принтер

Процес одержання кількісної інформації напівавтоматизований і містить наступні основні етапи: фіксація об'єкта виміру на носій інформації (відеоплівку); зчитування координат крапок на карту пам’яті ЕОМ (сканування); біомеханічний аналіз досліджуваних характеристик на ЕОМ.

L

лінія розмітки (дальня)

лінія розмітки (ближня)

плоскість руху

φ°

β°

f

АІІ

А

BI

α°

АІ

# B

ВII

31

Рис. 2.3. Визначення реальних координат при площинній відеозйомці [20, 33, 38].

Реєстрація положень тіла в русі здійснювалася відеокамерою Panasonic RX – 70 зі стандартною швидкістю відеозйомки для системи VHS – 24 мм·с-1. Відеозапис здійснювався закріпленою камерою, оптична ось котрої направлена в центр фіксуючого відрізка и перпендикулярно плоскості руху. Враховувались всі метрологічні вимоги дозволяють звести до мінімуму систематичні й випадкові похибки виникають внаслідок: специфічних властивостей оптики; правильного масштабування площини зйомки з ціллю послідуючого визначення реальних координат потрібних точок; й правильного оріентування камери в просторі відносно площини руху (див. рис. 2.3) [24, 45]. Для запобігання похибок вимірювання просторових характеристик в результаті нечіткості зображення внаслідок руху стрибуна під час експозиції, при зйомці використовувався високошвидкісний електронний режим (High-speed Electronic Shutter), дозволяє знімати з витримкою 0,001с. Для зменшення похибки обчислень часових и просторово-часових характеристик пов’язаних зі швидкістю протяжки плівки та випадковим похибкам оператора при покадровці «гортанні» зображення, паралельно з відеозйомкою проводилось кодування відеосигналу, котрий внаслідок сканування розпізнавався й читався видеокомп’ютером. Біомеханічний аналіз здійснювався автоматично з дискретністью 0,02 с, що досяглось стандартним відеотелевізійним блоком (що дозволяє відтворити відеозображення з частотою 50 напівкадрів в секунду), зв’язаних через систему аналого-цифрового перетворення з комп’ютером Intel Core – i5-3340M. Зчитування координат точок об’єкта, що цікавить здійснювалось зі стоп-кадра відеофільму, відтвореного на моніторі за допомогою аналого-цифрового перетворювача типу «миш». Можливість програмного пакета передбачає відцифровку на одному кадрі до 18 точок, кількість оброблюваних кадрів необмежена.

Програмне забезпечення комп'ютера, відеокомп'ютерного комплексу дозволило розрахувати всі кінематичні характеристики як у соматичній, так і в інерційній системі координат, для будь-якої відцифрованої (занесеної на пам’ять комп'ютера) крапки необхідного сегмента тіла, включаючи також кутові характеристики при довільних комбінаціях сторін кута, у тому числі й у суглобних зчленуваннях тіла спортсмена [20, 24, 38, 45].

Склад використаної апаратури і її програмне забезпечення не дозволяють повністю виключити суб'єктивні помилки оператора й похибки при розпізнаванні крапок на кадрі, що здійснюють найбільший вплив на точність визначення біомеханічних параметрів. Тому дати загальну оцінку абсолютної похибки досить складно, тому що в кожному конкретному випадку вона своя, однак можна оцінити найбільш характерний діапазон абсолютних помилок, який у даному методі по переміщеннях становить 0,003 – 0,007 м. Відносна помилка методу при розрахунках кінематики руху становить для покадрового аналізу по переміщенню до 1%, по швидкості до 3%, по прискоренню до 8 – 10% [56], що не перевищує припустимих меж. Для фазового аналізу величини відносних помилок зменшуються прямо пропорційно збільшенню часу тривалості фази.

У якості моделі опорно-рухового апарата людину використовувався 14-сегментний розгалужений кінематичний ланцюг, ланки якої по геометричних характеристиках відповідали великим сегментам тіла людину, а крапки відліку – координатам основних суглобів (рис. 2.4) [6, 8, 31 ].

Для одержання біомеханічних характеристик легкоатлетичних стрибків нами була розроблена комп'ютерна програма «Springen». Маса й інерційні характеристики тіла розраховувалися аналізатором на основі регресійних рівнянь залежності масо-ростових показників по стандартних програмах, закладених у комп'ютер.

Вхідними файлами для цієї програми є файли координат крапок – центрів обертання суглобів тіла спортсменів, які були отримані в результаті відцифровки відеозображення стрибків. За цими даними були побудовані біокінематичні схеми стрибків, виконані різними випробуваними високої кваліфікації. У підсумку розраховувалися кутові характеристики суглобів, а також переміщення, швидкості й прискорення ланок і ЗЦМТ.

##### Рис. 2.4. Модель опорно-рухового апарату тела людини [6, 9, 24].

##### Основні точки, за якими проводилась оцифровка и розраховувались кінематичні параметри виконання потрійного стрибка:

1. 1. H – head – голова 2. N – neck – шия

3. R – shoulder – праве плече 4. L – shoulder – ліве плече

5. R – elbow – правий лікоть 6. L – elbow – лівий лікоть

7. R – wrist – права кисть 8. L – wrist – ліва кисть

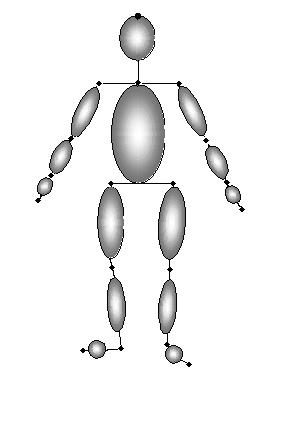
9. R – finger – кінець правої кисті 10. L – finger – кінець лівої кисті

11. R – hip – праве стегно 12. L – hip – ліве стегно

13. R – knee – праве коліно 14. L – knee – ліве коліно

15. R – ankle – права п′ятка 16. L – ankle – ліва п′ятка

17. R – toe – кінець правої стопи 18. L – toe – кінець лівої стопи



1. Н

2. N

3. R

4. L

5. R

7. R

9. R

6. L

8. L

10. L

11. R

13. R

15. R

17. R

12. L

14. L

16. L

18. L

**2.1.5. Педагогічний експеримент**

Метою педагогічного експерименту було вивчення змагальної діяльності кваліфікованих стрибунів потрійним для визначення кінематичних і динамічних показників техніки, що становлять структуру технічної підготовленості спортсменів і найбільшою мірою спортивних результатів, що впливають на досягнення високих спортивних результатів. Експеримент тривав протягом літнього змагального періоду. У ньому брали участь кваліфіковані стрибуни потрійним.

**2.1.6. Методи математичної статистики**

Для обробки й аналізу отриманого експериментального матеріалу використовувалися загальноприйняті в біометрії методи математичної статистики [39, 46, 52]:

1. Метод середніх величин.

2. Вибірковий метод.

3. Кореляційний аналіз.

Для визначення ступеня впливу кінематичних і динамічних характеристик рухової структури на результат у потрійному стрибку зроблений кореляційний аналіз із використанням ЕОМ Intel Core – i5-3340M. Аналізу зазнала матриця, що містить 42 біомеханічних показника виконання техніки потрійного стрибка.

Математична обробка здійснювалася на ЕОМ Intel Core – i5-3340M із застосуванням програмного забезпечення Microsoft Excel.

**2.2. Організація та проведення досліджень**

Дослідження проводилися в три етапи протягом 2023 – 2024 рр. На першому етапі (вересень 2023 – грудень 2023 рр.) зроблений аналітичний огляд науково- методичної літератури з питань дослідження. Проводилося вивчення передового досвіду підготовки стрибунів потрійним, шляхом опитування провідних тренерів країни. Це дозволило уточнити найбільш істотні характеристики техніки потрійного стрибка, що відбивають рівень спортивної майстерності спортсменів і найбільшою мірою спортивних результатів, що впливають на досягнення високих.

На даному етапі також проводилися педагогічні спостереження за підготовкою кваліфікованих стрибунів потрійним у ході навчально-тренувальних занять та змагань. Дані педагогічних спостережень стали необхідними для більш детального вивчення кінематичних і динамічних характеристик, використаних для аналізу техніки потрійного стрибка.

Вирішення даних питань дозволило узагальнити, систематизувати й визначити структуру технічної підготовленості стрибунів потрійним і її основні параметри, методи педагогічного контролю її рівня.

На другому етапі (січень – вересень 2024 р.) проводився педагогічний експеримент за допомогою інструментальних методів дослідження з метою визначення ефективності змагальної діяльності стрибунів потрійним. Була проведена відеозйомка потрійних стрибків, виконаних кваліфікованими спортсменами на змаганнях, що дало можливість визначити основні кінематичні й динамічні параметри потрійного стрибка, що характеризують рівень технічної підготовленості спортсменів, що й впливають на спортивний результат.

На третьому етапі (жовтень 2024 р. – листопад 2024 р.) проводився аналіз і обробка отриманих результатів, розроблялися практичні рекомендації з вдосконалення структури технічної підготовленості стрибунів потрійним та впровадження їх в спортивну практику підготовки спортсменів.

**РОЗДІЛ 3**

**БІОМЕХАНІЧНІ ПАРАМЕТРИ ТЕХНІКИ РУХОВИХ ДІЙ КВАЛІФІКОВАНИХ СПОРТСМЕНІВ ПРИ ВИКОНАННІ НИМИ ПОТРІЙНОГО СТРИБКА**

Відповідно до сучасних літературних даних, дальність стрибка в основному залежить від трьох біомеханічних параметрів: швидкості розбігу перед відштовхуванням; швидкості вильоту ЗЦМТ спортсмена в момент відриву від опори; кута вильоту [27, 36, 47, 49]. При цьому дотепер не були визначені кількісні значення біомеханічних характеристик потрійного стрибка, які повинні стати цільовими параметрами спрямованості тренувальної й змагальної діяльності стрибунів потрійним стрибком високої кваліфікації.

У результаті кореляційного аналізу були отримані кількісні біомеханічні характеристики потрійного стрибка, які відбивають високий ступінь взаємозв'язку зі спортивним результатом (r = 0,39 – 0,64 – у першому відштовхуванні; r = 0,37 – 0,63 – у другому відштовхуванні й r = 0,34 – 0,64 – у третьому відштовхуванні, що дозволяє розглядати їх у якості інформативних кількісних біомеханічних характеристик техніки потрійного стрибка у чоловіків (табл. 3.1).

У результаті проведеного кореляційного аналізу було встановлено, що для досягнення високих спортивних результатів у потрійному стрибку необхідно враховувати такі найважливіші показники: масу й довжину тіла спортсмена; максимальний кут згинання опорної ноги в колінному суглобі у фазі відштовхування від опори; кутову швидкість розгинання опорної ноги в колінному суглобі у фазі відштовхування від опори; кутову швидкість згинання махової ноги в тазостегновому суглобі у фазі відштовхування від опори; кут вильоту ЗЦМТ спортсмена; швидкість розбігу перед відштовхуванням; швидкість вильоту ЗЦМТ спортсмена в момент відриву від опори; середню повну енергію руху тіла спортсмена у фазі відштовхування; середню потужність відштовхування; тривалість фази відштовхування (табл. 3.1).

Потрійний стрибок, з погляду сучасної біомеханіки, являє собою складну динамічну систему рухів, що розгортається в просторі й у часі. Удосконалювання структури технічної підготовленості супроводжується постійною зміною характеристик елементів системи рухів, що є її самою істотною особливістю.

83

Комплексні дослідження техніки потрійного стрибка кращих спортсменів України дозволили виявити певні закономірності, що відбуваються в даній системі рухів при збільшенні спортивного результату. Таким чином, біомеханічний аналіз техніки змагальної діяльності дозволив виявити в рухових діях стрибунів потрійним стрибком ті закономірності, які визначають ефективність стрибків і дозволяють оцінювати їхню якість. Ці дані можуть служити об'єктивними критеріями контролю спеціальної швидкісно-силової підготовленості стрибунів потрійним стрибком високої кваліфікації.

Для того, щоб простежити зміну кінематичних і динамічних характеристик в міру росту спортивного результату й рівня швидкісно-силової підготовленості всі зареєстровані спроби об'єднані в групи за рівнем результативності:  = 15,06 м, S = 0,12 м;  = 15,59 м, S = 0,09 м;  = 16,08 м, S = 0,14;  = 16,61 м, S = 0,08 м (табл. 3.2 ).

Проведені нами дослідження дають можливість уважати, що збільшення дальності стрибка пов'язане зі зменшенням тривалості взаємодії з опорою, що підтверджується високим кореляційним зв'язком між тривалістю взаємодії з опорою й спортивним результатом (r = - 0,64 у першому відштовхуванні; r = - 0,51 – у другому; r = - 0,41 – у третьому) (табл. 3.1). Час відштовхування при збільшенні дальності стрибка скорочується за рахунок зменшення періоду опори й зниження амортизації в колінному суглобі й збільшення кутової швидкості розгинання опорної ноги в колінному суглобі (r = 0,54 – у першому відштовхуванні; r = 0,44 – у другому й r = 0,64 – у третьому) і кутовій швидкості згинання махової ноги в тазостегновому суглобі (r=0,61 – у першому відштовхуванні; r = 0,63 – у другому; r = 0,62 – у третьому). Підвищення кутових швидкостей у суглобах при відштовхуванні вказує на можливість більшою мірою використовувати еластичні властивості м'язів і сухожилля. Таким чином, зі збільшенням результату в потрійному стрибку більшою мірою зростають вимоги до стану м'язів нижніх кінцівок і їх швидкісно-силовим властивостям.

Рівень спортивно-технічної майстерності стрибуна визначається швидкістю його розбігу, яка є одним із провідних елементів системи рухів у потрійному стрибку (r=0,56 – у першому відштовхуванні; r = 0,45 – у другому; r = 0,52 – у третьому) і, як показали наші дослідження, збільшується з ростом спортивного результату й рівня швидкісно-силової підготовленості (табл. 3.2 і рис. 3.1) [9, 23, 28].

Початкова швидкість вильоту забезпечується в основному швидкістю розбігу й збільшується з ростом спортивного результату (r = 0,45 – у першому відштовхуванні; r = 0,39 – у другому; r = 0,38 – у третьому).

Проведені нами дослідження показали, що з ростом спортивного результату кути вильоту у відштовхуваннях також збільшуються. Зміна напрямку руху пов'язана із частковими втратами поступального руху вперед 0,5 – 0,8 м⋅с-1 після першого й по 0,8 – 1,5 м⋅с-1 після другого й третього відштовхування. Причому, втрати прогресивно збільшуються з ростом крутості зміни напряму руху, зі зростанням кутів вильоту й підвищенням польотів.

*Таблиця 3.1*

**Взаємозв'язок інформативних біомеханічних показників технічної підготовленості кваліфікованих спортсменів зі спортивним результатом у потрійному стрибку (прийнятий критерій r = 0,273; n = 30)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Біомеханічний показник | Середнє арифметичне, середнє квадратичне відхилення й коефіцієнт кореляції | 1-е відштовхування | 2-е відштовхування | 3-е відштовхування |
| 1 | Маса тіла, кг |  | 77,53 | 77,53 | 77,53 |
| S | 3,1 | 3,1 | 3,1 |
| r | 0,23 | 0,37 | 0,27 |
| 2 | Довжина тіла спортсмена, см |  | 184,27 | 184,27 | 184,27 |
| S | 3,28 | 3,28 | 3,28 |
| r | 0,45 | 0,46 | 0,34 |
| 3 | Максимальний кут згинання опорної ноги в колінному суглобі у фазі відштовхування від опори, градуси |  | 128,49 | 126,57 | 123,97 |
| S | 7,06 | 8,86 | 9,92 |
| r | 0,39 | 0,53 | 0,45 |
| 4 | Кутова швидкість розгинання опорної ноги в колінному суглобі при відштовхуванні від опори, рад·с-1 |  | 9,33 | 6,45 | 8,52 |
| S | 0,65 | 0,45 | 0,68 |
| r | 0,54 | 0,44 | 0,64 |
| 5 | Кутова швидкість згинання махової ноги в тазостегновому суглобі у фазі відштовхування від опори, рад·с-1 |  | 33,30 | 32,67 | 27,75 |
| S | 2,02 | 1,92 | 1,61 |
| r | 0,61 | 0,63 | 0,62 |
| 6 | Тривалість фази відштовхування, с |  | 0,11 | 0,12 | 0,16 |
| S | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| r | -0,64 | -0,51 | -0,41 |
| 7 | Швидкість розбігу перед відштовхуванням, м·с-1 |  | 10,51 | 9,64 | 8,68 |
| S | 0,17 | 0,30 | 0,69 |
| r | 0,56 | 0,45 | 0,52 |
| 8 | Швидкість вильоту ЗЦМТ у момент відриву від опори, м·с-1 |  | 10,01 | 9,15 | 7,70 |
| S | 0,08 | 0,09 | 0,51 |
| r | 0,45 | 0,39 | 0,38 |
| 9 | Кут вильоту ЗЦМТ, градуси |  | 16,79 | 12,95 | 18,67 |
| S | 1,31 | 1,04 | 0,41 |
| r | 0,49 | 0,41 | 0,43 |
| 10 | Середня повна енергія руху тіла спортсмена у фазі відштовхування, Дж |  | 4510,63 | 3900,60 | 2901,39 |
| S | 464,85 | 351,01 | 312,91 |
| r | 0,45 | 0,39 | 0,38 |
| 11 | Середня потужність відштовхування, Вт |  | 5850,62 | 5211,59 | 4449,98 |
| S | 339,54 | 496,93 | 336,03 |
| r | 0,49 | 0,47 | 0,64 |
| 12 | Результат, м |  | 15,80 | 15,80 | 15,80 |
| S | 0,64 | 0,64 | 0,64 |

Примітка:  – середнє арифметичне; S – середнє квадратичне відхилення; r – коефіцієнт кореляції.

Кутова швидкість розгинання опорної ноги в колінному суглобі при відштовхуванні від опори, рад∙с-1

Кутова швидкість згинання махової ноги в тазостегновому суглобі у фазі відштовхування від опори, рад∙с-1

Кут вильоту, град

Максимальний кут згинання опорної ноги в колінному суглобі у фазі відштовхування від опори, град



15,06

15,59

16,08

16,61

Швидкість розбігу перед відштовхуванням, м∙с-1

Швидкість вильоту ЗЦМТ спортсмена в момент відриву від опори, м∙с-1

Тривалість фази відштовхування, с

Середня повна енергия тіла спортсмена у фазі відштовхування, Дж

Середня потужність відштовхування, Вт

Рис. 3.1. Зміни кінематичних та динамічних характеристик потрійного стрибка спортсменів по мірі росту спортивного результату:

1-е відштовхування

2-е відштовхування

3-е отталкивание

Результат

*Таблиця 3.2*

**Зміни кінематичних і динамічних характеристик потрійного стрибка спортсменів по мірі зростання спортивного результату**

| Спортивний результат, м | Відштовхування | Середнє арифметичне й квадратичне відхилення | Максимальний кут згинання колінного суглобу опорної ноги у фазі відшьовхування від опори, град | Кутова швидкість розгинання колінного суглоба опорної ноги при відштовхуванні від опори, рад⋅с-1 | Кутова швидкість згинання кульшового суглоба махової ноги у фазі відштовхування від опори, рад⋅с-1 | Кут вильоту, град | Швидкість розбігу перед відштовхуванням, м⋅с-1 | Швидкість вильоту ЗЦМТ спортсмена в момент відриву від опори,  м⋅с-1 | Тривалість фази відштовхування, с | Середня повна енергія руху спортсмена у фазі відштовхування, Дж | Середня потужність відштовхування, Вт |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| =15,06 δ=0,12  n = 8 | 1-е |  | 127,46 | 8,46 | 32,75 | 16,16 | 10,34 | 9,68 | 0,12 | 5163,34 | 5010,69 |
| δ | 9,19 | 0,76 | 1,57 | 1,32 | 0,45 | 0,33 | 0,01 | 117,95 | 400,85 |
| 2-е |  | 122,85 | 5,80 | 31,59 | 12,28 | 9,51 | 8,82 | 0,14 | 4131,77 | 5191,65 |
| δ | 8,98 | 0,41 | 1,29 | 0,98 | 0,70 | 0,50 | 0,01 | 371,89 | 415,33 |
| 3-е |  | 119,98 | 6,07 | 26,83 | 17,80 | 8,04 | 7,50 | 0,18 | 3218,84 | 1450,20 |
| δ | 9,06 | 0,48 | 2,04 | 1,24 | 0,71 | 0,56 | 0,01 | 257,51 | 116,02 |
| =15,59  δ=0,09  n = 8 | 1-е |  | 129,16 | 9,96 | 33,61 | 16,63 | 10,47 | 9,91 | 0,11 | 5879,64 | 5091,71 |
| δ | 4,98 | 0,79 | 2,94 | 1,33 | 0,47 | 0,58 | 0,01 | 557,65 | 407,34 |
| 2-е |  | 123,67 | 6,18 | 31,68 | 12,73 | 9,55 | 8,97 | 0,13 | 4235,08 | 5823,10 |
| δ | 4,21 | 0,56 | 2,04 | 1,14 | 0,48 | 0,25 | 0,01 | 335,45 | 465,85 |
| 3-е |  | 121,53 | 6,91 | 27,39 | 18,18 | 8,53 | 7,67 | 0,16 | 3320,02 | 1775,24 |
| δ | 7,28 | 0,55 | 1,31 | 1,50 | 0,58 | 0,69 | 0,01 | 310,32 | 159,77 |
| =16,08  δ=0,14  n = 7 | 1-е |  | 130,16 | 10,13 | 33,82 | 17,76 | 10,61 | 10,05 | 0,11 | 6034,35 | 5911,41 |
| δ | 7,28 | 0,71 | 1,64 | 1,42 | 0,18 | 0,29 | 0,01 | 482,75 | 328,04 |
| 2-е |  | 128,85 | 7,32 | 32,83 | 14,48 | 9,61 | 9,09 | 0,13 | 4252,97 | 6535,99 |
| δ | 10,77 | 0,57 | 1,80 | 1,30 | 0,13 | 0,53 | 0,01 | 244,16 | 522,88  48 |
| 3-е |  | 129,08 | 8,39 | 27,41 | 18,96 | 8,57 | 7,68  *Продовження табл. 3.2* | 0,15 | 4221,51 | 2527,82 |
| δ | 11,09 | 0,75 | 2,16 | 1,71 | 0,70 | 0,66 | 0,01 | 379,93 | 202,22 |
| =16,61 δ=0,08  n = 7 | 1-е |  | 131,33 | 10,75 | 33,87 | 18,11 | 10,77 | 10,37 | 0,10 | 6157,64 | 6232,41 |
| δ | 10,40 | 0,86 | 2,67 | 1,24 | 0,18 | 0,19 | 0,01 | 545,19 | 498,59 |
| 2-е |  | 129,71 | 9,18 | 33,56 | 14,89 | 9,95 | 9,51 | 0,12 | 4654,78 | 7515,47 |
| δ | 6,11 | 0,73 | 2,64 | 1,19 | 0,44 | 0,030 | 0,01 | 372,38 | 601,24 |
| 3-е |  | 130,09 | 8,73 | 27,95 | 19,71 | 9,04 | 8,07 | 0,15 | 4337,69 | 3018,84 |
| δ | 4,21 | 0,71 | 1,82 | 1,77 | 0,66 | 0,53 | 0,01 | 347,01 | 271,69 |

Примітки: – среднє арифметичне; δ – среднє квадратичне відхилення.

49

З ростом результату в потрійному стрибку поворот зростаючого вектора швидкості в умовах скорочення часу поштовху здійснюється шляхом збільшення вертикальних зусиль при відштовхуванні й зниженні горизонтальних зусиль, що стопорять. Ці зміни в зусиллях при відштовхуванні досягаються завдяки великій швидкості розбігу й активній постановці ноги (збільшення кута постановки, енергійний рух махової ноги, більш вертикальне положення тіла, скорочення амплітуди амортизації), в основі яких лежить певний рівень швидкісно-силових здатностей.

Проведені нами дослідження показали тісний взаємозв'язок дальності потрійного стрибка від середньої повної енергії руху спортсмена під час відштовхувань (r = 0,45 – у першому відштовхуванні; r = 0,52 – у другому; r = 0,50 – у третьому). Уміння накопичувати енергію за рахунок раціонального використання зовнішніх (різних по природі – реактивних сил, є важливим компонентом технічної підготовленості [11]. За інших рівних умов кращим є той варіант рухових дій, який супроводжується мінімальними енергозатратами й найменшою напругою психічних можливостей спортсмена [53].

Іншим важливим показником, що впливають на дальність потрійного стрибка, є потужність відштовхування (r = 0,49 – у першому відштовхуванні; r = 0,47 – у другому; r = 0,64 – у третьому). Аналіз отриманих даних показав, що з ростом результатів у потрійному стрибку при зменшенні часу взаємодії з опорою потужність відштовхувань збільшується.

Велику роль для досягнення високих спортивних результатів у потрійному стрибку відіграють ваго-зростові показники спортсменів. Високих спортивних результатів можуть досягти спортсмени, що мають високий зріст, оптимальну вагу тіла, високий рівень розвитку швидкісних якостей та здатності до прояву зусиль великої потужності в мінімальний час. Досягнення високих спортивних результатів пов'язане зі зниженням маси тіла стрибуна при значному збільшенні м'язової сили. Однак з іншого боку, зменшення маси тіла призводить не тільки до зміни біомеханічних характеристик техніки потрійного стрибка, але й до перебудови структури рухів в цілому. Тому різке зниження маси тіла перед стартом може негативно вплинути на спортивний результат. Це протиріччя необхідно вирішувати вчасно до основних змагань сезону.

Таким чином, можна зробити висновок, що спортивний результат у потрійному стрибку визначається розвитком максимальної швидкості розбігу, початковою швидкістю вильоту у всіх відштовхуваннях, кутами вильоту у відштовхуваннях, потужністю відштовхувань, що зменшують втрати швидкості, а також рівновагою в стрибку, певним співвідношенням висоти й довжини скачка, кроку й стрибка, що, у свою чергу, є результатом спеціальної швидкісно-силової підготовленості та ефективної структури рухів перед відштовхуваннями й у самих відштовхуваннях.

Останнім часом з підвищенням швидкості розбігу з’явилася тенденція до зниження траєкторій польотів. Але не слід забувати, що головним у потрійному стрибку залишається комбінація швидкого розбігу з активними відштовхуванями, що створює найбільш вигідне співвідношення частин стрибка, а отже, необхідні умови для досягнення рекордних результатів.

**Висновки до розділу 3**

1.Біомеханічний аналіз техніки стрибунів потрійним стрибком дозволив виявити в їхніх рухових діях ті закономірності, які визначають ефективність стрибків і дозволяють оцінювати їхню якість. При цьому були виділені біомеханічні характеристики рухових дій спортсменів, які найбільшою мірою впливають на досягнення високих спортивних результатів у потрійному стрибку у чоловіків: вага тіла; довжина тіла спортсмена; максимальний кут згинання опорної ноги в колінному суглобі у фазі відштовхування від опори; кутова швидкість розгинання опорної ноги в колінному суглобі у фазі відштовхування від опори; кутова швидкість розгинання махової ноги в тазостегновому суглобі у фазі відштовхування від опори; кут вильоту ЗЦМТ спортсмена; швидкість розбігу перед відштовхуванням; швидкість вильоту ЗЦМТ спортсмена в момент відриву від опори; повна середня енергія тіла спортсмена у фазі відштовхування; середня потужність відштовхування.

2. Отримані показники можна розглядати як характеристики, що складають структуру технічної підготовленості кваліфікованих стрибунів потрійним стрибком, оскільки це результат спеціальної фізичної підготовленості та ефективної структури рухів при виконанні відштовхувань у потрійному стрибку.

3. Виходячи з вищевикладеного, можна зробити висновок, що найбільших результатів можуть досягнути високі спортсмени, з невеликою масою тіла, добре розвиненими швидкісно-силовими якостями, які здатні проявляти зусилля великої потужності за мінімальний час. Високі досягнення, у свою чергу, є результатом координованих дій усіх частин тіла стрибуна в момент відштовхувань, які досягаються здатністю зберігати рівновагу (щоб не розсіювати енергію у фазі відштовхування).

4. Аналіз отриманих біомеханічних показників техніки, що забезпечують досягнення високих спортивних результатів у потрійному стрибку у чоловіків, дозволить, на наш погляд, із сучасних позицій підійти до вирішення проблем удосконалення процесу підготовки спортсменів, реалізації рухових можливостей і здійснення контролю в спортивному тренуванні.

**РОЗДІЛ 4**

**АНАЛІЗ І ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ**

Особливість сучасної системи підготовки висококваліфікованих спортсменів полягає в тому, що стрибуну потрійним необхідно проявляти швидкісно-силові якості на вищому рівні в екстремальних умовах, якими є головні змагання року, і підтримувати цей стан тривалий час. Сучасна спортивна підготовка являє собою складну функціональну систему [22, 53, 54, 59], обумовлену багатьма факторами, що складається з різних компонентів, взаємодіючих між собою для досягнення поставленої мети, якою є спортивний результат, що виступає в ролі системотворчого фактору та відображає цілеспрямовану діяльність і активність системи підготовки спортсменів. Жодна із систем, якою б великої вона не була по кількості складових її елементів, не може бути названа самокерованою й саморегулюючою, якщо функціонування не закінчується позитивним для системи результатом або відсутності зворотної інформація в керуючий центр про ефективність цього результату. Його складові можуть бути виражені через модельні характеристики змагальної діяльності й основних сторін підготовленості. Саме спортивний результат формує необхідний комплекс дій, способів і методів для його досягнення [54].

Система спортивного тренування висококваліфікованих спортсменів, зокрема в потрійному стрибку, яка інтегрує в єдиний цикл різні багатопланові рівні й компоненти спортивної діяльності, спрямовані на досягнення максимального спортивного результату, формується саме в такий спосіб. Чим більше тренер і спортсмен будуть знати про складові цього результату й визначальних його факторах, тим ефективніше буде тренувальний процес [1, 64].Основним способом одержання необхідного змісту й структури характеристик, виражених у певних величинах підготовленості, є аналіз змагальної діяльності. Цим і визначається основний зв'язок змагальної діяльності й основних сторін підготовленості спортсменів, тобто змагальна діяльність є системотворчим чинником, що визначає зміст спеціальної підготовленості.

Спеціальна підготовленість висококваліфікованих спортсменів забезпечується складом рухових дій (змістом і структурою спеціальної підготовленості), що обумовлює визначення характеристик, досягнення яких забезпечує спортсменові вихід на запланований спортивний результат. Ці характеристики є тим системотворчим фактором, який удосконалює зміст і структуру технічної підготовленості висококваліфікованих стрибунів потрійним.

За допомогою розробленої нами комп'ютерної програми обробки й аналізу техніки рухових дій спортсменів вперше з'явилася можливість зробити біомеханічний аналіз 42 кінематичних і динамічних характеристик потрійного стрибка й виділити з них ті, які визначають досягнення високих спортивних результатів (див. додаток А). Отримані дані з'явилися підставою для визначення раціонального складу груп вправ різної спрямованості для вдосконалювання й максимальної реалізації спеціальної швидкісно-силової підготовленості висококваліфікованих стрибунів потрійним у річному тренувальному циклі.

Результати дослідження, проведені за допомогою сучасної апаратури для реєстрації й аналізу рухів людину, свідчать про те, що спортивний результат у потрійному стрибку залежить від: швидкості ЗЦМТ у розбігу перед відштовхуванням, максимального кута згинання в колінному суглобі опорної ноги у фазі відштовхування від опори, кутової швидкості розгинання в колінному суглобі опорної ноги при відштовхуванні від опори, кутової швидкості згинання в тазостегновому суглобі махової ноги у фазі відштовхування від опори, тривалості фази відштовхування, швидкості вильоту ЗЦМТ у момент відриву від опори, кута вильоту ЗЦМТ, середньої повної енергії руху тіла спортсмена у фазі відштовхування.

Отримані в ході експерименту дані не суперечать результатам досліджень вітчизняних і закордонних фахівців, виконаних у цьому напрямку раніше [9, 24, 26, 70, 75], але незначні розбіжності в кількісних характеристиках швидкості ЗЦМТ у розбігу перед відштовхуванням, кутових характеристиках все-таки є, причина яких пов'язана з використанням фахівцями різної апаратури.

Важливу роль у досягненні високих спортивних результатів у потрійному стрибку відіграє кутова швидкість розгинання опорної ноги в колінному суглобі (r1 = 0,54; r2 = 0,44; r3 = 0,64), підвищення якої вказує на можливість при відштовхуваннях більшою мірою використовувати еластичні властивості м'язів і сухожиль, про що свідчать отримані результати дослідження. Аналогічні дані були відзначені іншими фахівцями, що проводили дослідження за участю стрибунів потрійним екстра-класу [9, 24, 74].

Чим вище рівень технічної підготовленості стрибуна потрійним, тем менше в процесі відштовхувань варіативність кутових характеристик у названих суглобах, тому що сучасна техніка потрійного стрибка характеризується раціональними величинами кутів згинання ноги в колінному й тазостегновому суглобах. Це пов'язане зі зменшенням фази амортизації при відштовхуваннях за рахунок збільшення жорсткості в колінному й тазостегновому суглобах, у зв'язку із чим незмірно зростає роль тривалості фази відштовхування у скачку, кроці й стрибку (r1 = - 0,64; r2 = - 0,51; r3 = - 0,41). Під час відштовхувань відбувається своєрідне підвищення ролі рухів у суглобах і роботі м'язів, що беруть участь у створенні вертикальної швидкості вильоту. Для ефективного відштовхування м'язи-згиначі гомілковостопного суглоба беруть на себе провідну роль у реалізації добавок за рахунок енергії пружної деформації. З підвищенням результатів у потрійному стрибку відбувається зниження часу взаємодії з опорою. Це не суперечить дослідженням інших авторів [9, 70, 72] і підтверджується даними, отриманими в результаті експерименту, які свідчать про те, що важливу роль для досягнення високих спортивних результатів висококваліфікованих стрибунів потрійним відіграє кутова швидкість згинання махової ноги в тазостегновому суглобі у фазі відштовхування від опори (r1 = 0,61; r2 = 0,63; r3 = 0,62). Раніше було лише кілька публікацій про вплив швидкості руху махової ноги на спортивний результат у потрійному стрибку [11, 71]. В них говорилося про провідну роль махових рухів у координації рухів стрибунів потрійним у процесі відштовхування.

Комп'ютерна програма обробки й аналізу рухів людину дала можливість вперше об’єктивізувати найменш вивчені показники техніки потрійного стрибка – середню потужність, повну енергію спортсмена у відштовхуваннях та інші. Чим вище потужність відштовхувань, тим далі потрійний стрибок (r1 = 0,49; r2 = 0,47; r3 = 0,64). Такий висновок зроблений на підставі того, що встановлена тісна залежність досягнення високих спортивних результатів від потужності, тієї що розвивається стрибунами потрійним у момент відштовхувань.

Автори деяких літературних джерел, у яких говориться про те, що відштовхування стрибунами потрійним виконуються пружно й могутньо, не приводять кількісних величин даного показника [11, 26]. Нами встановлене, що ріст результатів у потрійному стрибку дасть можливість збільшити потужність відштовхувань, яка підвищується як за рахунок сили взаємодії з опорою, так і за рахунок скорочення часу опори [26, 28].

У потрійному стрибку досягнення високого спортивного результату залежить від величини показника середньої повної енергії при відштовхуваннях, яка була рівною  = 4510,63, S = 464,85 Дж у першому відштовхуванні,  = 3900,60, S = 351,01 Дж – у другому й  = 2901,39, S ± 312,91 Дж – у третьому. Вперше встановлене, що чим вище середня повна енергія в момент відштовхувань, тим далі потрійний стрибок. Стрибун, дії якого більш економічні в енергетичному плані, перебуває в більш вигідному положенні. Нажаль, сьогодні це один з найменш вивчених біомеханічних параметрів у потрійному стрибку, що ускладнює його обговорення. Через відсутність достатньої кількості даних обговорення біомеханічних параметрів у потрійному стрибку ускладнене.

Результатами наших досліджень підтверджено, що спортивний результат у потрійному стрибку залежить від швидкості розбігу перед відштовхуваннями (r1 = 0,56; r2 = 0,45; r3 = 0,52) [11, 24, 28, 47, 70, 75].

У нашому дослідженні встановлена тісна залежність результату в потрійному стрибку від швидкості вильоту в момент відриву від опори (r1 = 0,45; r2 = 0,39; r3 = 0,38) і кутів вильоту у відштовхуваннях (r1 = 0,49; r2 = 0,41; r3 = 0,43), що підтверджується рядом робіт інших авторів [9, 24, 27, 36, 37]. На нашу думку, доцільно збільшувати дальність потрійного стрибка за рахунок зменшення втрат швидкості при відштовхуваннях і збільшення швидкості вильоту. Збільшення дальності потрійного стрибка за рахунок зміни кута вильоту є менш перспективним. Автори робіт [21, 28] вказують на обмежені можливості збільшення дальності стрибка за рахунок зміни кута вильоту через меншу варіативність останнього й вважають, що збільшення результату в потрійному стрибку представляється можливим за рахунок збільшення швидкості вильоту в скачку, кроці й стрибку при значному підвищенні м'язової сили.

Вперше встановлено, що досягнення високих спортивних результатів зв'язане із зниженням маси тіла стрибунів потрійним, про що свідчать отримані результати дослідження. Згідно із сучасними уявленням, зменшення маси тіла знижує вплив гравітації, що може сприятливо позначитися на спортивному результаті [32, 34]. Зі збільшенням маси тіла зростають і сили гравітації, тому для їхнього подолання необхідно розвивати більші зусилля при відштовхуваннях. Однак зменшення маси тіла спричиняє зміни біомеханічних характеристик техніки потрійного стрибка й перебудування структури руху в цілому [24, 73]. Із цього погляду різке зниження маси тіла перед стартом може негативно позначитися на досягненні високого спортивного результату в основних змаганнях сезону.

**ВИСНОВКИ**

1. На основі даних науково-методичної літератури виявлено, що потрійний стрибок, з погляду сучасної техніки, являє собою складну динамічну систему рухів, що розгортається в просторі й у часі. Вдосконалення технічної підготовленості спортсменів супроводжується постійною зміною характеристик структурних елементів системи рухів, що є її самою істотною особливістю.

2. Біомеханічний аналіз техніки змагальної діяльності дозволив виявити в рухових діях стрибунів потрійним ті закономірності, які становлять структуру технічної підготовленості кваліфікованих стрибунів потрійним, визначають ефективність стрибків і дозволяють оцінювати їхню якість. Ці дані можуть служити об'єктивними критеріями контролю технічної підготовленості кваліфікованих стрибунів потрійним.

3. За допомогою візуальних спостережень тренер не завжди може визначити, у якому напрямку (потрібному чи ні) ідуть процеси зміни в організмі спортсмена під впливом тренуючих впливів, – виникає необхідність у наборі об'єктивних методів контролю над ходом змін, який давав би відповіді на запитання: чи відповідає напрямок і характер змін планованим; чому обумовлений той або інший характер змін, що настали? – одночасно, даючи можливість тренеру використовувати цю інформацію для корегування тренувального процесу, відповідної зміни засобів і методів.

4. Виявлення окремо у кожного стрибуна потрійним характеру змін різних сторін технічної підготовленості, при переважному впливі на найбільш слабкі з них, становить інтерес не тільки для теорії, але й для практики кваліфікованих стрибунів потрійним у їхній багаторічній підготовці.

5. При аналізі технічної майстерності стрибунів потрійним встановлені фактори, що становлять структуру технічної підготовленості стрибунів потрійним, що впливають на результативність, зміст тренувальних програм і їх кількісне вираження:

● маса тіла спортсмена –  = 77,53, S = 3,1 кг;

● довжина тіла спортсмена –  = 184,27, S = 3,28 см;

● максимальний кут згинання опорної ноги в колінному суглобі у фазі відштовхування від опори –  = 128,49, S = 7,06 град в першому відштовхуванні,  = 126,57, S = 8,86 град в другому відштовхуванні й  = 123,97, S = 9,92 град в третьому відштовхуванні;

● кутова швидкість розгинання опорної ноги в колінному суглобі при відштовхуванні від опори –  = 9,33, S = 0,65 рад·c-1 у першому відштовхуванні,  = 6,45, S = 0,45 рад·c-1 у другому відштовхуванні й  = 8,52, S = 0,68 рад·c-1 у третьому відштовхуванні;

● кутова швидкість згинання махової ноги в тазостегновому суглоба у фазі відштовхування від опори –  = 33,30, S = 2,02 рад·c-1 у першому відштовхуванні,  = 32,67, S = 1,92 рад·c-1 у другому відштовхуванні й  = 27,75, S = 1,61 рад·c-1 у третьому відштовхуванні;

● тривалість фази відштовхування –  = 0,11, S = 0,01 c у першому відштовхуванні,  = 0,12, S = 0,01 c у другому відштовхуванні й  = 0,16, S = 0,01 c у третьому відштовхуванні;

● швидкість розбігу перед відштовхуванням –  = 10,51, S = 0,17 м·c-1 у першому відштовхуванні,  = 9,64 S = 0,30 м·c-1 у другому відштовхуванні й  = 8,68, S = 0,69 м·c-1 у третьому відштовхуванні;

● швидкість вильоту ЗЦМТ у момент відриву від опори –  = 10,01, S = 0,08 м·c-1 у першому відштовхуванні,  = 9,51, S = 0,09 м·c-1, у другому відштовхуванні й  = 7,70, S = 0,51 м·c-1 у третьому відштовхуванні;

● кут вильоту ЗЦМТ –  = 16,79, S = 1,31 град в першому відштовхуванні,  = 12,95, S = 1,04 град в другому відштовхуванні й  = 18,67, S = 0,41 град в третьому відштовхуванні;

● середня повна енергія руху тіла спортсмена у фазі відштовхування –

 = 4510,63, S = 464,85 Дж у першому відштовхуванні,  = 3900,60, S = 351,01 Дж у другому відштовхуванні й  = 2901,39, S = 312,91 Дж у третьому відштовхуванні;

● середня потужність відштовхування –  = 5850,62, S = 339,54 Вт у першому відштовхуванні,  = 5211,59, S = 496,93 Вт у другому відштовхуванні й  = 4449,98, S = 3360,03 Вт у третьому відштовхуванні.

**ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

Для кардинального поліпшення якості підготовки кваліфікованих спортсменів випливає:

* значно підвищити рівень їх технічної підготовленості в основному за рахунок підвищення ефективності дослідницької роботи в цьому напрямку;
* уніфікувати біомеханічну структуру змагальної діяльності у стрибку потрійним;
* розробити біомеханічні моделі кращих зразків техніки рухових дій у стрибку потрійним;
* створити методологію освоєння цих моделей, засновану на технології дидактичної біомеханіки й психомоторики, адекватну руховим навичкам кожного спортсмена;
* забезпечити систему об'єктивного педагогічного контролю процесу технічної підготовки й оцінки рівня технічної майстерності спортсменів;
* забезпечити спортсменів такими технічними й тренажерними засобами, формою та інвентарем, які відповідають вимогам ергономічної біомеханіки.

Виходячи з вище перерахованого, одним з основних напрямків підвищення якості тренувального процесу можна вважати розробку більш ефективних засобів і методів вдосконалювання технічної підготовки спортсменів на основі об'єктивних знань про системно-структурної організації змагальних вправ.

Основними параметрами, за якими необхідно підбирати тренувальні засоби й домагатися відповідності спеціальних вправ основному змагальному, є:

1) потужність відштовхування, похідними якої служать тривалість фази відштовхування, екстремуми сили і середня сила відштовхування;

2) кутові швидкості розгинання суглобів поштовхової ноги й згинання кульшового суглоба махової ноги при відштовхуванні;

3) «зона робочих кутів» у суглобах поштовхової ноги при відштовхуваннях, показниками якої є мінімальний кут у суглобі й амплітуда розгинання суглобів ( особливо гомілковостопного й колінного);

4) «координаційна структура» вправи. Даний показник слід розглядати, виходячи з необхідності дотримання принципів «динамічної відповідності», «сполученого розвитку фізичних якостей і вдосконалення спортивної техніки», «функціональної відповідності роботи м'язів при застосуванні спеціальних тренувальних засобів» [9, 11, 15].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

|  |  |
| --- | --- |
|  | *Ахметов Р.Ф.* Легка атлетика: Підручник / Р.Ф. Ахметов, Г.М. Максименко, Т.Б. Кутек. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2013. – 340 с. |
|  | *Біомеханіка спорту* / За ред. А.М. Лапутіна. – К.: Олімпійська література, 2005. – 320 с. |
|  | *Бобровник В. І.* Удосконалення технічної майстерності кваліфікованих стрибунів потрійним / В.І. Бобровник // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – Харків: ХДАДМ, 2005. – № 1. – С. 9–18. |
|  | *Легка атлетика*: Навчальна програма для ДЮСШ, СДЮСШОР, ШВСМ та СНЗСП / Бобровник В.І., Совенко С.П., Колот А.В. – К.: Логос, 2019. – 192 с. |
|  | *Легка атлетика*: теорія і методика тренерської діяльності: підручник: у 2 кн. / [Андрущенко Ю. М., Артюшеко О. Ф., Бех О. В. та ін.; за заг. ред. В. І. Бобровника, С. П. Совенка, А. В. Колота]. – К.: Олімп. л-ра, 2023. –Кн. 2. – 608 с. |
|  | *Оптимізація* фізичної та технічної підготовки у швидкісно-силових видах легкої атлетики: монографія / авт. кол.: Конестяпін В.Г., Свищ Я.С., Дунець-Лесько А.В. [та ін.]; за ред. В. Конестяпіна та Я. Свища. – Львів: ЛДУФК, 2016. – 220 с. |
|  | Платонов В.М. Сучасна система спортивного тренування / В. М. Платонов. – К.: Перша друкарня, 2020. – 704 с.: іл. |
|  | *Шкребтій Ю.М.* Управління тренувальними і змагальними навантаженнями спортсменів високого класу / Ю.М. Шкребтій. – К.: Олімпійська література, 2005. – 288 с. |
|  | *Ariel G.* High technology in athletic training and performance analysis / G. Ariel // California, CA, U.S.A. XII Intern. Symposium on Biomechanics in sports. – Budapest, 1994. – P. 104. |
|  | *Bauersfeld* K.-H.Grundlagen der Leichtathletik: Das Standardwerk für Ausbildung und Praxis / K.-H.Bauersfeld, G. Schroter: Meyer&Meyer Verlag, 2015. – 712 s. |
|  | *Brüggemann G.-P*. Biomechanical analysis of the triple jump: an approach towards a biomechanical profile of the world's best triple jumpers / G.-P. Brüggemann// International Athletic Foundation / International Amateur Athletic Federation Scientific Research Project at the Games of the XXIV Olympiad-Seoul 1988: Final Report (edited bu G.-P. Brüggemann and B. Glad), 1990. – P. 306–362. |
|  | *Humphrey S.* Triple jump can be easy / S. Humphrey// Trak & Field quart. Rev. – 1990. – № 4. – P. 8–10. |
|  | *Koh T.I.* Landing led motion and performance in the horizontal jumps. II. The triple jump / *T.I. Koh, I.G*. *Hay* // Intern. J. Sport Biomech. – 1990. – № 4. – P. 361–373. |
|  | *Miller S.* The triple jump / S. Miller, S. Bennett // The Athletics Congress's track and field coaching manual. 2 nd ed. Champaign, Leisure Press, 1989. – P. 131–144. |
|  | *Sorenson S*. Men`s Triple jump Comparative Horizontal Speed Retention Analysis / S. Sorenson// Arena. – 1996. – № 4. – P. 47–55. |
|  | *Speed* in the jumping events // New Studies in Athletics. – 1996. – № 2–3. – Р. 9–20. |
| 1. Aura O., Vitasalo J. Biomechanical Characteristic of jumping // Intern. J. Sport Biomech. – 1989. – V. 5. – № 1. – P. 89–98. | | |
| 1. Bauersfeld M., Voß G. Neue wege in schnelligkeitstraining. – Münster: Philipphia, 1992. – 110 p. | | |
| 1. Behrend R. Trainingsexperimentelle und Modelluntersuchungen von schnelligkeitsorientierten Sprungübungen im leichtathletischen Aufbautraining der Disziplingruppe Sprung // Theorie und Praxis des Leistungssports. – Berlin 27, 1989. – № 2. – P. 126–135. | | |
| 1. Bennet S. Teaching the triple jump // Trak & Field quart. Rev. – 1989. – № 4. – P. 11–13. | | |
| 1. Berger J. Die Struktur des Trainingsprozesses // Trainingswissenschaft. – Berlin: Sportverlag, 1994. – S. 419–431. | | |
| 1. Billater B., Hoppeler H. Muscular basis of strength // Strength and power in Sport. – Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1992. – P. 39–63. | | |
| 1. Biomechanical Diagnosis and analysis of top chinese high jumpers // Pro-ceedings of the XVI ISBS Symposium. University of Konstanz, Germany, 1998. – P. 137–138. | | |
| 1. Bompa T. Periodisation of strenght. – Canada. Toronto: York University, 1995. – P. 173–180. | | |
| 1. Bompa T. Periodisation – Theory and Methodology of Training. – Fourth Edidion, Champdign (IL), 1999. – 412 p. | | |
| 1. Brüggemann G.-P. Biomechanical analysis of the triple jump: an approach towards a biomechanical profile of the world's best triple jumpers // International Athletic Foundation / International Amateur Athletic Federation Scientific Research Project at the Games of the XXIV Olympiad-Seoul 1988: Final Report (edited bu G.-P. Brüggemann and B. Glad), 1990. – P. 306–362. | | |
| 1. Brüggemann G.-P., Koszewski D., Müller H. Triple Jump: Biomechanical Research Project Athens 1997 Final Report. – Oxford: Meyer & Meyer Sport (UK) Ltd., 1999. – P. 114–129. | | |
| 1. Coh M., Kugovnik O., Dolenec A. Kinematisch-dynamische Analyse der Absprungaktion beim Weitsprung // Leistungssport. – 1997. – № 2. – P. 47–49. | | |
| 1. Costill D., Sharp R., Troup J. Muscle strngth: Contributions to sprint swimming // Biokinetic Strength Training: Copyright. – 1980. – Vol. 1. – P. 55–59. | | |
| 1. De Vries H.A., Housh T.J. Physiology of Exercise. – Madison: Brown and Benchmark, 1994. – 636 p. | | |
| 1. Dickwach H. Leichtatletik: Sprung. Analysen und Empfelungen für die Disziplinen Hochsprung, Stabhochsprung, Weitsprung und Dreisprung. – Berlin: Sportverlang, 1991. – 120 p. | | |
| 1. Donati A. The association between the development of strength and speed // New Studies in Athletics. – 1996. – № 2–3. – P. 51–58. | | |
| 1. Doyle T. Longer triple jumps Through dynamic hops // Trak & Field quart. Rev. – 1990. – № 4. – P. 14–16. | | |
| 1. Ecker T. Hop, step and jump rations in world class triple jumping // Track Technique, 1987. – P. 3126–3127. | | |
| 1. Frick U., Schmidtbleicher D., Woern C. Verleich Biomechanischer zur bestimmung der sprunghoene bei vertikalsprungen // Leistungssport. – 1991. – № 2. – Р. 17–22. | | |
| 1. Grosso Marc Training theory: Arimer on periodization // The Coach. – ISSUE 33 Spring. – 2006. – P. 25–33. | | |
| 1. Harre D. Principles of Sports Training. – Berlin: Sportverlag, 1982. – 232 s. | | |
| 1. Harre D., Hauptmann M. Schnelligkeit und Schnelligkeitstraining // Theorie und Praxis der Körperkulur. –1987. – № 3. – P. 198–204. | | |
| 1. Harre D. Kraftfähigkeite // Trainingswissenschaft. – Berlin: Sportverlag, 1994. – P. 159–167. | | |
| 1. Hay I.G. and Miller J.A. Techniques used in the triple jump // Intern. J. Sports Biomech. – 1985. – № 1. – P. 185–196. | | |
| 1. Hay I.G. The biomechanics of the triple jump // J.Sport Sci. Rev. – 1992. – № 10. – P. 343–378. | | |
| 1. Hollman W., Hettinger T. Sportmedizin Arbeite – und Тrainingsrundlagen. – Stuttgard – New Jork, 1980. – 774 р. | | |
| 1. Humphrey S. Triple jump can be easy // Trak & Field quart. Rev. – 1990. – № 4. – P. 8–10. | | |
| 1. Jacoby Ed, Fraley Bob Complete Book of Jumps. – Human Kineties, 1995. – 148 p. | | |
| 1. Jin H. The ground reaction force in the Triple Jump // Sports sci., Beijing 9. – 1989. – № 4. – P. 64–67. | | |
| 1. Johnson C. The elastic strength development of Jonathan Edwards // New Studies in Athletics. – 1996. – № 2–3. – P. 63–70. | | |
| 1. Kennedy U., Wright D.L., Smith G.A. Comparison of Film and Video Technigues for three Limensional DLT reproductions // Intern. J. Sport Biomech. – 1989. – Vol. 5. – № 4. – P. 457–460. | | |
| 1. Koh T.I., Hay I.G. Landing led motion and performance in the horizontal jumps. II. The triple jump // Intern. J. Sport Biomech. – 1990. – № 4. – P. 361–373. | | |
| 1. Kreyer V. Preparation method in the triple jump // The jumps: contemporary theory, technique and training. – Los Angeles: Tafnews Press, 1988. – P. 119–121. | | |
| 1. Kreyer V. From Rome-Seoul towards Barcelona – A triple jumg analysis // Mod. Athlete & Coach, Adelaide 29, 1991. – P. 3–8. | | |
| 1. Laputin A., Bobrovnik V. Biomechanical control of highly skilled long jumpers in gravitational training // Proceedings of Third Annual Congress of the Eur. College of Sport Sci.: From Community Health To Elite Sport. – 1998. – P. 342. | | |
| 1. Laputin A., Bobrovnik V. Biomechanical peculiarities of the body’s orthograde pose in highly skilled long jumpers // Proceedings of the XVI ISBS’ Intern. Symp. on Biomech. in Sports, July 21–25, 1998. – University of Kon-stanz. – Germany: Department of sport science. – P. 168. | | |
| 1. Madella A. Speed in the horizontal jumps: Muscular properties or cognitive treatment? // New Studies in Athletics. – 1996. – № 2–3. – P. 127–132. | | |
| 1. Maraj B. Evidence for Programmed and Visually Controlled Phases of the Triple Jump Approach Run // New Studies in Athletics. – 1999. – № 3. – P. 51–56. | | |
| 1. Martin D., Karl K., Lehnertz K. Handbuch Trainingslehre. – Schorndorf: Verlag Hofmann, 1991. – 354 p. | | |
| 1. Meyers B. Jump Training theory and applications // Track&Field quart. Rev. – 1990. – № 4. – P. 4–5. | | |
| 1. Miller J.A. and Hay I.G. Kinematics of a world record and other worlds-class performances in the triple jump // Intern. J. Sports Biomech. – 1986. – № 2. – P. 272–288. | | |
| 1. Miller S., Bennett S. The triple jump // The Athletics Congress's track and field coaching manual. 2 nd ed. Champaign, Leisure Press, 1989. – P. 131–144. | | |
| 1. Moura N.A., Moura T.F. de Paula Training principles for jumpers: implications for special Strength development // New Studies in Athletics. – 2001. – № 4. – P. 51–61. | | |
| 1. Müller H., Hommel H. Biomechanical Research Project at the VIth  World Championships in Athletics, Athens 1997: Preliminary Report // New Studies in Athletics. – 1997. – № 2–3. – P. 43–73. | | |
| 1. Paish Wilf The development of strength and power // New Studies in Athletics. – 1992. – № 2. – P. 45–54. | | |
| 1. Platonov V.N., Bulatova M.M. A Preparacao Fisica. – Rio de Janeiro: Sprint, 2003. – 388 p. | | |
| 1. Popov V. Pover training for long jumpers // The jumps: contemporary theory, technique and training. 3 rd ed. – Los Angeles: Tafnews Press, 1988. – P. 90–92. | | |
| 1. Schnöder W., Harre D., Bauersfeld M. Fundamentals and methods of strength training // Principles of Sports Training. – Berlin: Sportverlag, 1982. – P. 108–124. | | |
| 1. Sorenson S. Men`s Triple jump Comparative Horizontal Speed Retention Ana-lysis // Arena. – 1996. – № 4. – P. 47–55. | | |
| 1. Sosanski H., ZaporozanowW. Kierowanie jako czynnik optymalizacji treningu. – Warszawa: RCMSzKFiS, 1993. – P. 42–101. | | |
| 1. Sozanski H. (red) Podstawy teorii treningu. – Warszawa: RCMSzKFiS, 1993. – P. 174–193. | | |
| 1. Sozanski H., Tomaszewski R. Skoki lekkoatletyczne: Programm Szkolenia dzieci i mtodzieźy. – Warszawa, 1995. – 164 p. | | |
| 1. Spahr Martin Thomas The use of a three-dimensional real-time movement analysis sys­tem in sport. – New Studies in Athletics. – 1999. – № 1. – P. 43–56. | | |
| 1. Speed in the jumping events // New Studies in Athletics. – 1996. – № 2–3. – Р. 9–20. | | |
| 1. The relation ships between antropometrik body dimensions and the force-time structure of vertical jump / F. Vaverka, M. Januka, M. Elfmuk, J. Salinger // XVI Inter. ISBS Symp. on Biomech. In Sports. Proceeding. – Universitätsverlag Konstanz, Germany, 1998. – P. 257–260. | | |
| 1. Verсhoshanskij J.V. Speed Training for high level athletes // New Studies in Athletics. – 1996. – № 2–3. – P. 39–49. | | |
| 1. Verchoshanskij J.V. The end of “periodisation” of training in top-class sport // New Studies in Athletics. – 1999. – № 2. – P. 47–55. | | |
| 1. Verchoshanskij J. The Skills of programming the training process // New Stu-dies in Athletics. – 1999. – № 4. – P. 45–54. | | |
| 1. Voss G. Zur Gestaltung eines azyklischen Schnelligketstrainings in den Sprungdisziplinen // Lehre der Leichtarhletik. – Köln 29, 1990. – № 32. – P. 21–22. | | |
| 1. Wilmore J.H. (1974). Alterations in strength, body composition and anthropometric measurements consequent to a 10-week weight training program // Med. and Sci. in Sports. – 1974. – № 6. – P. 133–138. | | |
| 1. Zintl F. Biologische Grundlagen zum Training von Kraft-, Schnellkraft- und Schnelligkeitsleistungen in der Leichtathletik // Die Lehre der Leichtathletik. – Berlin (West) 28, 1989. – № 21/22. – P. 1–4. | | |
|  | | |

ДОДАТКИ

Додаток А

Середні значення й стандартні відхилення біомеханічних показників потрійного стрибка у чоловіків (n=30)

| Біомеханічний показник | | Значення | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1-е відштовхування | 2-е відштовхування | 3-е відштовхування |
| Маса тіла, кг |  | 77,53 | 77,53 | 77,53 |
| S | 3,1 | 3,1 | 3,1 |
| Довжина тіла, м |  | 1,84 | 1,84 | 1,84 |
| S | 0,33 | 0,33 | 0,33 |
| Мінімальний кут у тазостегновому суглобі опорної ноги у фазі відштовхування від опори, град |  | 100,57 | 101,09 | 99,68 |
| S | 3,28 | 2,01 | 7,97 |
| Кутова швидкість розгинання в тазостегновому суглобі опорної ноги у фазі відштовхування від опори, рад·с-1 |  | 14,44 | 11,42 | 12,36 |
| S | 1,01 | 0,91 | 0,99 |
| Амплітуда розгинання в тазостегновому суглобі опорної ноги у фазі відштовхування від опори, град |  | 43,99 | 32,93 | 37,22 |
| S | 0,75 | 2,63 | 2,98 |
| Горизонтальна складова сили реакції опори у фазі відштовхування, Н |  | 6244,52 | 1582,73 | 799,11 |
| S | 499,56 | 126,62 | 63,93 |
| Вертикальна складова сили реакції опори у фазі відштовхування, Н |  | 1679,03 | 1778,20 | 3054,82 |
| S | 117,53 | 142,26 | 244,38 |
| Результуюча сила реакції опори у фазі відштовхування, Н |  | 6459,61 | 2810,23 | 3215,18 |
| S | 516,77 | 224,82 | 257,21 |
| Тривалість фази відштовхування, с |  | 0,11 | 0,12 | 0,16 |
| S | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Максимальний кут згинання в колінному суглобі опорної ноги у фазі відштовхування від опори, град |  | 128,49 | 126,57 | 123,97 |
| S | 7,06 | 8,86 | 9,92 |
| Кутова швидкість розгинання в колінному суглобі опорної ноги при відштовхуванні від опори, рад·с-1 |  | 9,33 | 6,45 | 8,52 |
| S | 0,65 | 0,45 | 0,68 |
| Амплітуда розгинання в колінному суглобі опорної ноги у фазі відштовхування від опори, град |  | 18,34 | 18,81 | 16,97 |
| S | 1,47 | 1,32 | 1,36 |
| Кутова швидкість згинання в суглобі стопи опорної ноги у фазі відштовхування від опори, рад·с-1 |  | 13,80 | 6,13 | 12,58 |
| S | 0,97 | 0,43 | 1,13 |
| Амплітуда згинання в суглобі стопи опорної ноги у фазі відштовхування від опори, град |  | 42,61 | 51,50 | 57,41 |
| S | 6,31 | 4,12 | 4,59 |
| Відстань від центру тазостегнового суглоба до опори, см |  | 108,08 | 106,03 | 101,16 |
| S | 4,13 | 5,26 | 4,63 |

*Продовження додатка А*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Біомеханічний показник | | Значення | | |
| 1-е відштовхування | 2-е відштовхування | 3-е відштовхування |
| Мінімальний кут розгинання в тазостегновому суглобі махової ноги у фазі відштовхування від опори, град |  | 118,43 | 94,17 | 92,51 |
| S | 10,65 | 5,00 | 5,04 |
| Кутова швидкість згинання в тазостегновому суглобі махової ноги у фазі відштовхування від опори, рад·с-1 |  | 33,30 | 32,67 | 27,75 |
| S | 2,02 | 1,92 | 1,61 |
| Амплітуда розгинання в тазостегновому суглобі махової ноги у фазі відштовхування від опори, град |  | 17,93 | 122,30 | 105,26 |
| S | 1,61 | 9,78 | 8,42 |
| Середня горизонтальна складова швидкості ЦМ махової ноги у відштовхуванні, м·с-1 |  | 14,11 | 12,27 | 10,59 |
| S | 0,57 | 0,98 | 0,67 |
| Мінімальний кут розгинання в колінному суглобі махової ноги у фазі відштовхування від опори, град |  | 123,25 | 91,55 | 91,22 |
| S | 9,17 | 7,32 | 7,29 |
| Амплітуда розгинання в колінному суглобі махової ноги у фазі відштовхування від опори, град |  | 9,84 | 19,92 | 14,03 |
| S | 0,79 | 1,39 | 1,12 |
| Кут відштовхування, град |  | 50,52 | 49,58 | 52,51 |
| S | 2,69 | 3,27 | 3,36 |
| Горизонтальна складова швидкості ЗЦМТ на початку відштовхування, м·с-1 |  | 10,46 | 9,41 | 8,44 |
| S | 0,94 | 0,24 | 0,67 |
| Горизонтальна складова швидкості ЗЦМТ наприкінці відштовхування, м·с-1 |  | 9,58 | 8,99 | 7,25 |
| S | 0,05 | 0,16 | 0,58 |
| Вертикальна складова швидкості ЗЦМТ на початку відштовхування, м·с-1 |  | -0,53 | -1,31 | -0,59 |
| S | 0,04 | 0,09 | 0,05 |
| Вертикальна складова швидкості ЗЦМТ наприкінці відштовхування, м·с-1 |  | 2,98 | 1,83 | 3,11 |
| S | 0,27 | 0,16 | 0,25 |
| Швидкість ЗЦМТ у розбігу перед відштовхуванням, м·с-1 |  | 10,51 | 9,64 | 8,68 |
| S | 0,17 | 0,30 | 0,69 |
| Швидкість вильоту ЗЦМТ у момент відриву від опори, м·с-1 |  | 10,01 | 9,15 | 7,70 |
| S | 0,08 | 0,09 | 0,51 |
| Кут вильоту ЗЦМТ, град |  | 16,79 | 12,95 | 18,67 |
| S | 1,31 | 1,04 | 0,41 |
| Максимальна кінетична енергія тіла спортсмена у фазі відштовхування, Дж |  | 5951,55 | 4235,80 | 4628,58 |
| S | 416,61 | 260,79 | 370,29 |
| Максимальна потенційна енергія тіла спортсмена у фазі відштовхування, Дж |  | 810,20 | 790,57 | 814,14 |
| S | 64,82 | 60,89 | 65,13 |
| Максимальна повна енергія тіла спортсмена у фазі відштовхування, Дж |  | 6676,44 | 4963,79 | 5288,36 |
| S | 534,11 | 397,11 | 423,07 |

*Продовження додатка А*

| Біомеханічний показник | | Значення | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1-е відштовхування | 2-е відштовхування | 3-е відштовхування |
| Середня кінетична енергія тіла спортсмена у фазі відштовхування, Дж |  | 5078,01 | 3661,88 | 3232,14 |
| S | 355,46 | 329,57 | 258,57 |
| Середня потенційна енергія тіла спортсмена у фазі відштовхування, кДж |  | 732,62 | 725,72 | 679,25 |
| S | 65,96 | 42,84 | 7,99 |
| Середня повна енергія руху тіла спортсмена у фазі відштовхування, Дж |  | 5810,63 | 4387,60 | 3911,39 |
| S | 464,85 | 351,01 | 312,91 |
| Максимальна потужність витрат кінетичної енергії тіла спортсмена у фазі відштовхування, Вт |  | 56519,45 | 40295,72 | 29410,74 |
| S | 4521,56 | 2607,929 | 2352,86 |
| Максимальна потужність витрати потенційної енергії у фазі відштовхування, Вт |  | 7716,93 | 7520,39 | 5150,74 |
| S | 617,35 | 608,93 | 412,06 |
| Максимальна потужність витрат повної енергії у фазі відштовхування, Вт |  | 63425,29 | 47219,89 | 33592,84 |
| S | 4439,77 | 3777,59 | 2687,43 |
| Середня потужність витрат кінетичної енергії у фазі відштовхування, Вт |  | 4155,17 | 5531,09 | 2036,38 |
| S | 332,41 | 354,17 | 162,91 |
| Середня потужність витрат потенційної енергії у фазі відштовхування, Вт |  | 695,45 | 680,50 | 423,81 |
| S | 48,68 | 54,44 | 33,9 |
| Середня потужність відштовхування, Вт |  | 4850,62 | 6211,59 | 2459,98 |
| S | 339,54 | 496,93 | 33,60 |
| Результат, м |  | 15,80 | 15,80 | 15,80 |
| S | 0,64 | 0,64 | 0,64 |