

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ**

Факультет фізичного виховання та спорту  
Кафедра олімпійського та професійного спорту

**УДОСКОНАЛЕННЯ КРИТЕРІЇВ ОЦІНКИ ТЕХНІКИ ВИКОНАННЯ  
ЗМАГАЛЬНИХ ВПРАВ В ВАЖКІЙ АТЛЕТИЦІ З УРАХУВАННЯМ  
ОСОБЛИВОСТЕЙ ВАГОВИХ КАТЕГОРІЙ**

**Дипломна робота**

Студента 683 групи  
Діденко. Р.Ю.  
Науковий керівник  
Доктор біологічних наук  
Професор  
Коробейніков Г.В.

**Миколаїв 2022**

ЗГІДНО РІШЕННЯ КАФЕДРИ ОЛІМПІЙСЬКОГО ТА ПРОФЕСІЙНОГО  
СПОРТУ

Протокол № 8 від 17.01.2022 р.

дипломну роботу магістра

на тему: «Удосконалення критеріїв оцінки техніки виконання змагальних  
вправ в важкій атлетиці з урахуванням особливостей вагових категорій»  
рекомендувати до захисту.

Завідувач кафедри

Олег ОЛЬХОВИЙ

Декан факультету

Андрій ЧЕРНОЗУБ

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	4
<b>РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	8
1.1. Спеціалізовані системи реєстрації кінематичних і динамічних характеристик руху у важкій атлетиці.....	8
1.2. Фазовий склад і тимчасові показники руху штанги в ривку.....	16
1.3. Траєкторія руху штанги.....	17
1.4. Швидкість штанги.....	18
<b>РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛ, МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ</b> ..	23
2.1. Методи досліджень.....	23
2.2. Організація досліджень.....	25
<b>РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ</b> ..	26
3.1. Порівняльний аналіз кінематичних і динамічних показників руху штанги у важкоатлетів-чоловіків високої кваліфікації легких і важких вагових категорій.....	26
3.2. Порівняльний аналіз показників руху штанги в ривку у кваліфікованих важкоатлетів чоловіків і жінок в умовах змагань.....	36
3.3. Кінематичні і динамічні показники руху штанги в ривку у важкоатлетів жінок і чоловіків з різними типами траєкторії ЦМ снаряда.....	45
3.4. Кінематичні і динамічні показники руху штанги в ривку у жінок і чоловіків з різною динамікою швидкості ЦМ снаряда.....	49
3.5. Вимоги до раціональної техніці і основний фізичний механізм підйому штанги в класичному ривку.....	52
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	59
<b>ПОСИЛАННЯ</b> .....	62

## Вступ

**Актуальність теми дослідження.** Управління тренувальним процесом, спрямоване на підвищення технічної майстерності спортсменів, передбачає знання відповіді на питання про те, який спосіб виконання змагального вправи є найкращим з точки зору досягнення найвищих спортивних результатів. У більшості випадків тренери, відповідаючи на це питання, керуються особистим досвідом і суб'єктивними уявленнями про правильне виконання вправ. У біомеханіки спорту технічна майстерність визначають за допомогою двох основних показників - раціональності та ефективності техніки [26].

Раціональність техніки характеризує саме рухове дію - найкращий спосіб його виконання, за допомогою якого ведеться змагальна боротьба. Саме тому більшість досліджень в області біомеханіки спорту направлено на пошук науково обґрунтованих критеріїв раціональної спортивної техніки.

Ефективність техніки характеризує підготовленість самого спортсмена, яка визначається ступенем близькості його техніки до раціонального варіанту, і для її оцінки пропонують різні методи і підходи [2, 6, 51, 64, 75].

В даний час у важкій атлетиці накопичено багатий теоретичний і експериментальний матеріал з біомеханіки класичного ривка і поштовху. При цьому, якщо раніше дослідження проводилися переважно в лабораторних умовах, то в останні десятиліття інтерес вчених змістився в бік вивчення важкоатлетичних вправ в умовах змагань різного рівня [1, 5, 16, 46, 86, 97]. Результати таких робіт представляють особливий інтерес для науки і практики, оскільки вони збагачують вчених і тренерів новими знаннями про рухових діях спортсменів, які виконуються в екстремальних умовах спортивної боротьби.

Основна увага дослідники приділяли вивченню руху штанги, оскільки, на думку тренерів, в кінематичних і динамічних характеристиках руху снаряда відображена технічна підготовленість атлетів. Вивчалися різні показники траєкторії штанги, кінематики та динаміки її руху в умовах змагань [1, 6, 30,

46, 76, 87].

Накопичені в цьому напрямку експериментальні дані вимагають критичного аналізу, узагальнення та продовження досліджень з використанням сучасних вимірювальних систем в умовах змагань. На особливу увагу заслуговує розгляд способів реєстрації траєкторії штанги, оскільки від цього багато в чому залежить обґрунтованість висновків про рух снаряда.

**Об'єктом дослідження** є біомеханічні аспекти технічної підготовленості важкоатлетів.

**Предмет дослідження** - критерії раціональної техніки підйому штанги в ривку у важкоатлетів чоловіків і жінок.

**Гіпотеза дослідження** полягає в тому, що порівняльний аналіз кінематичних і динамічних показників руху центру мас штанги у важкоатлетів різної кваліфікації, вагових категорій, чоловіків і жінок дозволить визначити критерії раціональної техніки ривка, оцінити ефективність його виконання і виявити основний фізичний механізм, що лежить в основі виконання вправи .

**Мета дослідження** полягає у визначенні критеріїв раціональної техніки ривка і оцінки ефективності виконання цієї вправи важкоатлетами чоловіками різних вагових категорій і спортивної кваліфікації і важкоатлетами жінками в умовах змагань.

**Завдання дослідження.**

1. Провести порівняльний аналіз кінематичних і динамічних показників руху центру мас штанги у важкоатлетів легких і важких вагових категорій.
2. Провести порівняльний аналіз кінематичних і динамічних показників руху ЦМ штанги у кваліфікованих важкоатлетів - чоловіків і жінок.
3. Виявити критерії раціональної техніки ривка і пояснити основний фізичний механізм підйому штанги в цій вправі.
4. Визначити ефективність техніки ривка важкоатлетів різної кваліфікації за ступенем реалізації швидко-силових можливостей атлетів.

**Наукова новизна дослідження:**

- виявлені основні критерії раціональної техніки ривка, що визначають кінематику і динаміку руху центру мас штанги;
- визначені раціональна форма траєкторії і напрямок руху штанги і причини підйому штанги по нераціональній траєкторії;
- показано, що раціональна динаміка швидкості центру мас штанги в ривку характеризується відсутністю зменшення вертикальної складової швидкості в фазі амортизації і оптимальним розміром горизонтальної складової швидкості на початку фази фінального розгону, при цьому важкоатлети-жінки за цим критерієм відрізняються від чоловіків більш ефективною технікою ривка;
- складені рівняння регресії для оцінки реалізаційної ефективності техніки важкоатлетів різної кваліфікації в ривку, заснованої на використанні швидкісно-силових можливостей атлетів;
- розкрито основний фізичний механізм підйому штанги в ривку, який полягає в русі снаряда по криволінійній траєкторії в фазі фінального розгону за рахунок сили, що діє на снаряд;
- виявлено, що визначає роль оптимальної величини горизонтальної швидкості штанги, яку створюють атлети на початку фази фінального розгону, в фізичному механізмі підйому штанги в ривку.

**Теоретична значимість** дослідження полягає в подальшій розробці методів вивчення і оцінки технічної підготовленості спортсменів і, зокрема, методу біомеханічного обґрунтування будови спортивних рухових дій на прикладі важкої атлетики. Першим етапом застосування цього методу є розкриття фізичного механізму, що лежить в основі виконання змагального вправи.

Дані про закономірності зміни кінематичних і динамічних показників руху центру мас штанги доповнюють знання про рух спортивних снарядів в переміщують спортивних рухових діях, які виконуються з розгоном зовнішніх по відношенню до спортсмена тел.

**Практична значимість дослідження** полягає в тому, що виявлені критерії раціональної техніки виконання класичного ривка можуть бути використані при проведенні біомеханічного контролю технічної та швидкісно-силової підготовленості спортсменів у важкій атлетиці. Крім того, сформульовані на їх основі вимоги до раціональної техніці необхідно використовувати при відборі перспективних спортсменів для занять важкою атлетикою і формування резерву для спорту вищих досягнень.

В роботі отримані рівняння регресії, що дозволяють оцінити реалізаційну ефективність техніки ривка за ступенем використання швидкісно-силових можливостей атлетів чоловіків і жінок.

**Структура й обсяг роботи.** Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел (122). Загальний обсяг дипломної роботи складає 76 сторінок, вона містить 25 таблиць та 8 рисунків.

## РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

### 1.1. Спеціалізовані системи реєстрації кінематичних і динамічних характеристик руху у важкій атлетиці

Величезний внесок у розробку основ методики реєстрації та аналізу біомеханічних характеристик рухів внесли роботи професора Н.А. Бернштейна [4, 5, 6, 7]. В подальшому подібні дослідження отримали широкий розвиток в роботах таких видатних учених вітчизняної школи біомеханіки [26, 27, 28, 29, 76].

В останні десятиліття в біомеханіці спорту намітилася чітка тенденція в розробці спеціалізованих апаратно-програмних комплексів реєстрації рухів спортсменів і спортивних снарядів у конкретних видах спорту. Вузька спрямованість таких вимірювальних систем дозволяє не тільки автоматизувати процес збору та обробки даних, а й використовувати деякі з них під час офіційних змагань, що особливо важливо при проведенні оперативного і поточного біомеханічного контролю технічної і фізичної підготовленості спортсменів [9, 36, 50, 70] . Перевага спеціалізованих вимірювальних систем полягає в тому, що вони призначені для використання в конкретних видах спорту, і з їх допомогою можна реалізувати принцип отримання термінової інформації про стан спортсмена [87].

У важкій атлетиці створення спеціалізованих систем реєстрації руху штанги і атлета в класичних вправах передували численні дослідження з використанням різних механічних, механо-електричних, оптичних і оптико-електронних пристроїв, які дозволили накопичити великий експериментальний матеріал з кінематики і динаміці руху штанги, в тому числі в умовах змагань [4, 26, 27, 54, 77, 95,]. Однак для підвищення ефективності управління тренувальним процесом необхідно створювати такі вимірювальні системи, які повинні вирішувати завдання підготовки спортсменів в конкретному виді спорту і які повинні стати складовою



частиною тренувального процесу. Вирішення цієї проблеми пов'язано з певними труднощами організаційного, технічного та методичного характеру [42].

Спеціалізована методика реєстрації кінематичних і динамічних характеристик руху штанги була створена в Ізраїлі. Апаратно-програмний комплекс V-Score VS-120 складається з чотирьох основних частин [66]:

1. Сенсори ( «TOWERS»), що складаються з випромінювачів і приймачів. Розташовані на відстані один від одного на передній стороні кейса ці пристрої в імпульсному режимі випромінюють інфрачервоне світло, а приймачі отримують трансформований з інфрачервоного ультразвукової сигнал.

2. Транспондер ( «BUTTON») - пристрій, що перетворює інфрачервоне світло, отриманий від сенсорних випромінювачів в ультразвукової сигнал. Транспондер (маса 10 г) кріпиться на торці грифа штанги і повністю повторює траєкторію його руху.

3. Мікропроцесор - пристрій, що управляє роботою сенсорів, здійснює контроль збору даних, виконує аналого-цифрове перетворення сигналів, що надходять з транспондера. Пристрій дозволяє за допомогою трьох сенсорів отримати дані про траєкторію штанги в тривимірному просторі.

4. Персональний комп'ютер з програмним забезпеченням V-Score. Програмне забезпечення дозволяє виконати деякі настройки збору даних, а також розрахувати кінематичні і динамічні характеристики руху штанги, такі як швидкість, прискорення і сила.

Схематично апаратно-програмний комплекс V-Score VS-120 представлений на рис. 1.1. Під час зйомки кейс з сенсорами розташовується на столі висотою 72 см збоку від спортсмена. Сенсори спрямовані в бік випробуваного. На гриф штанги кріпився транспондер. Відстань від транспондера до сенсорів становить приблизно 5 м. Дані від сенсорів через мікропроцесор надходять в послідовний порт комп'ютера. Частота збору даних про стан транспондера становить 66 Гц.

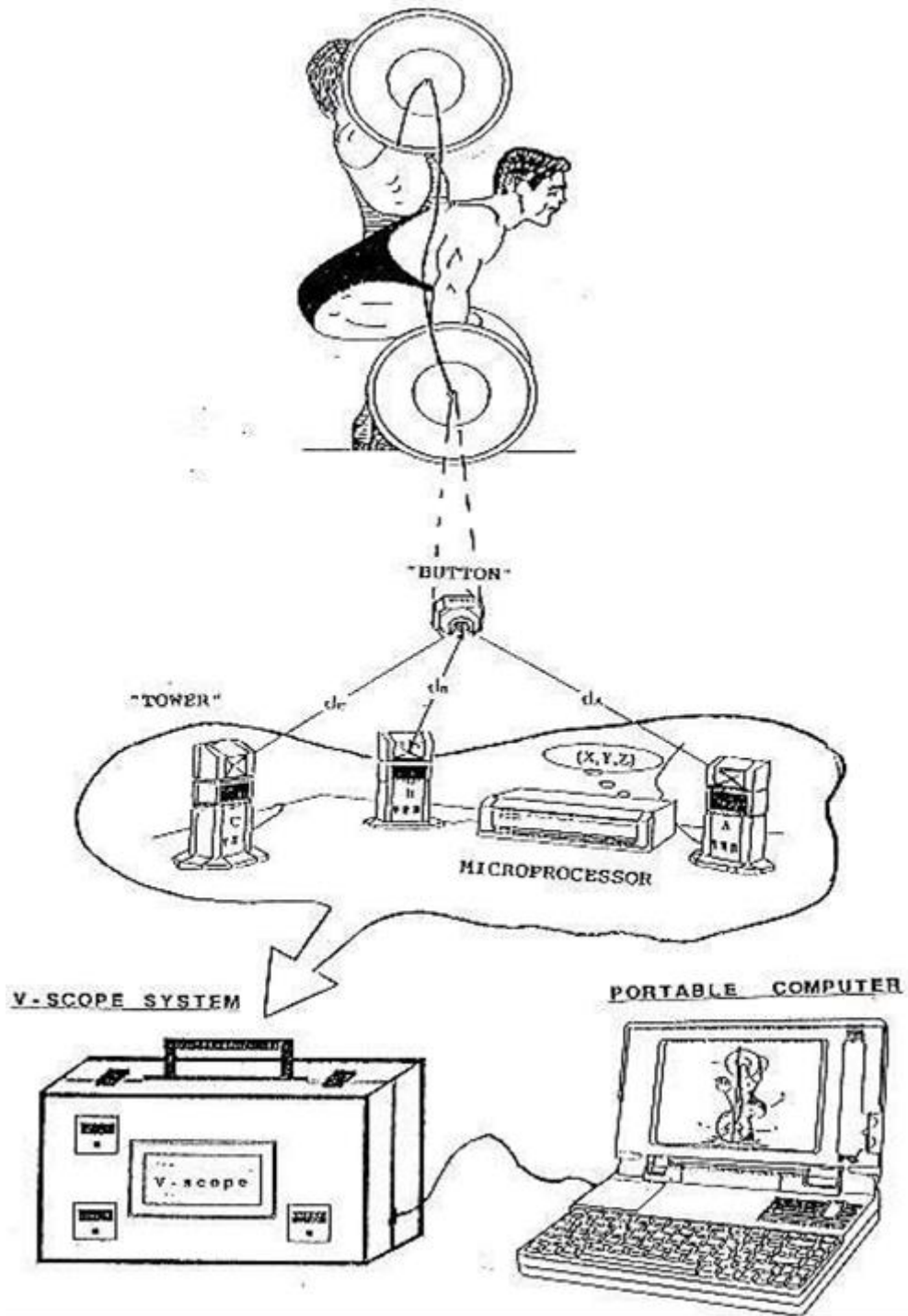


Рис. 1.1. Схематичне уявлення апаратно-програмного комплексу V-Scope VS-120 [82]

Наочне представлення даних про рух торця грифа штанги реалізовано в програмі в меню View пункт Slide-Show. У цьому пункті меню є 5 слайдів з графічним представленням різних показників руху штанги.

На рис.1.2 представлений один з слайдів, на якому показана траєкторія

штанги і наступні кінематичні показники: Ліва колонка ( $V_y$ ) - вертикальна швидкість; Права колонка ( $Y$ ) - вертикальне переміщення; Траєкторія штанги; Таблиця праворуч - параметри руху штанги: о в момент максимуму швидкості (швидкість, висота, час, загальний 3D- шлях) в момент максимальної висоти (висота, час, загальний 3D-шлях) в момент фіксації снаряда (висота, загальний час, загальний 3D-шлях).

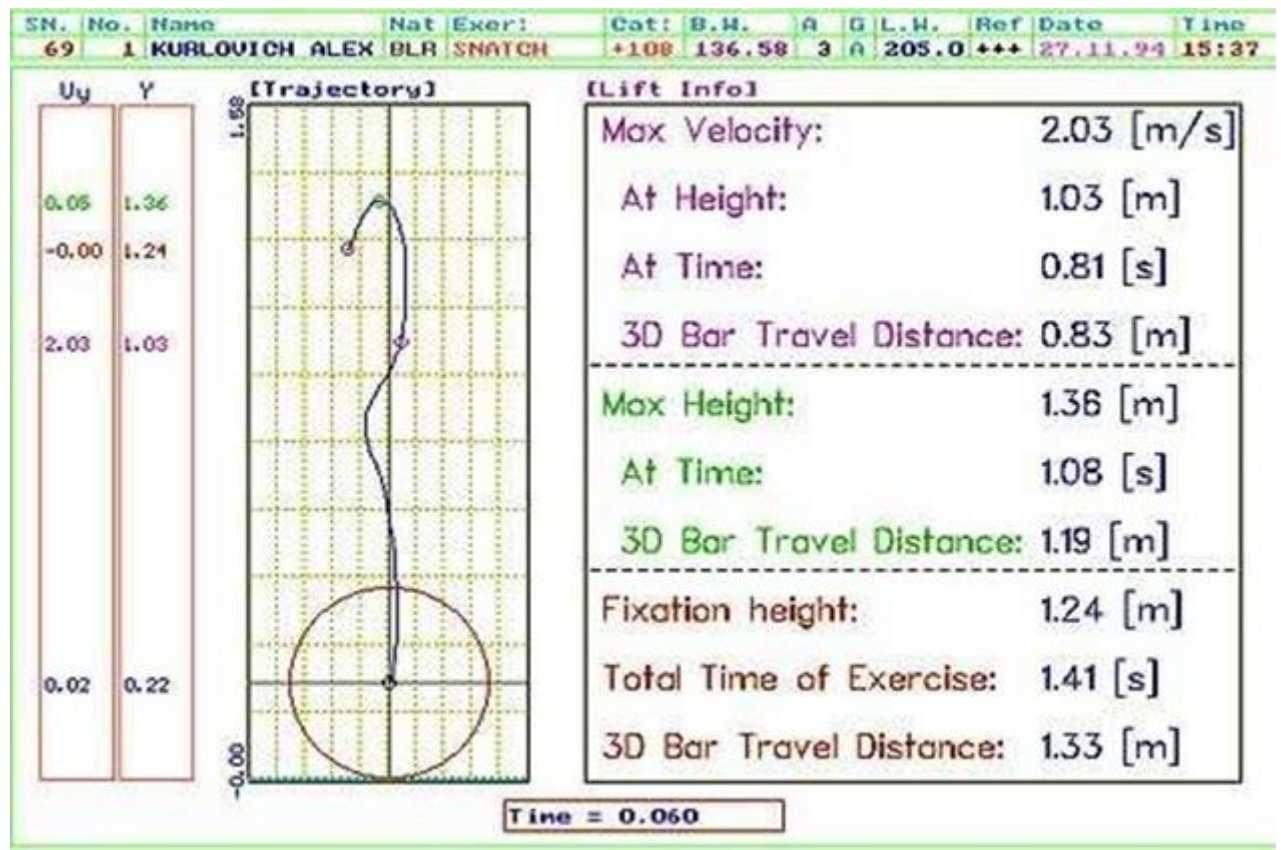


Рис. 1.2. Зовнішній вигляд слайда представлення даних [82]

На рис. 1.3 представлений ще один слайд з траєкторією і графіками вертикальної швидкості і прискорення штанги

Практичне використання апаратно-програмного комплексу V-Score VS-120 виявило ряд істотних недоліків в його роботі. По-перше, заявлена розробниками частота збору даних 66 Гц не забезпечувала надійну роботу комплексу, система працювала без збоїв тільки при частоті 33 Гц, що явно

недостатньо [82]. По-друге, відсутність відеозображення штангіста не дозволяв зіставити об'єктивні дані про рух штанги з візуальною суб'єктивною оцінкою виконаного вправи, що для тренера дуже важливо.

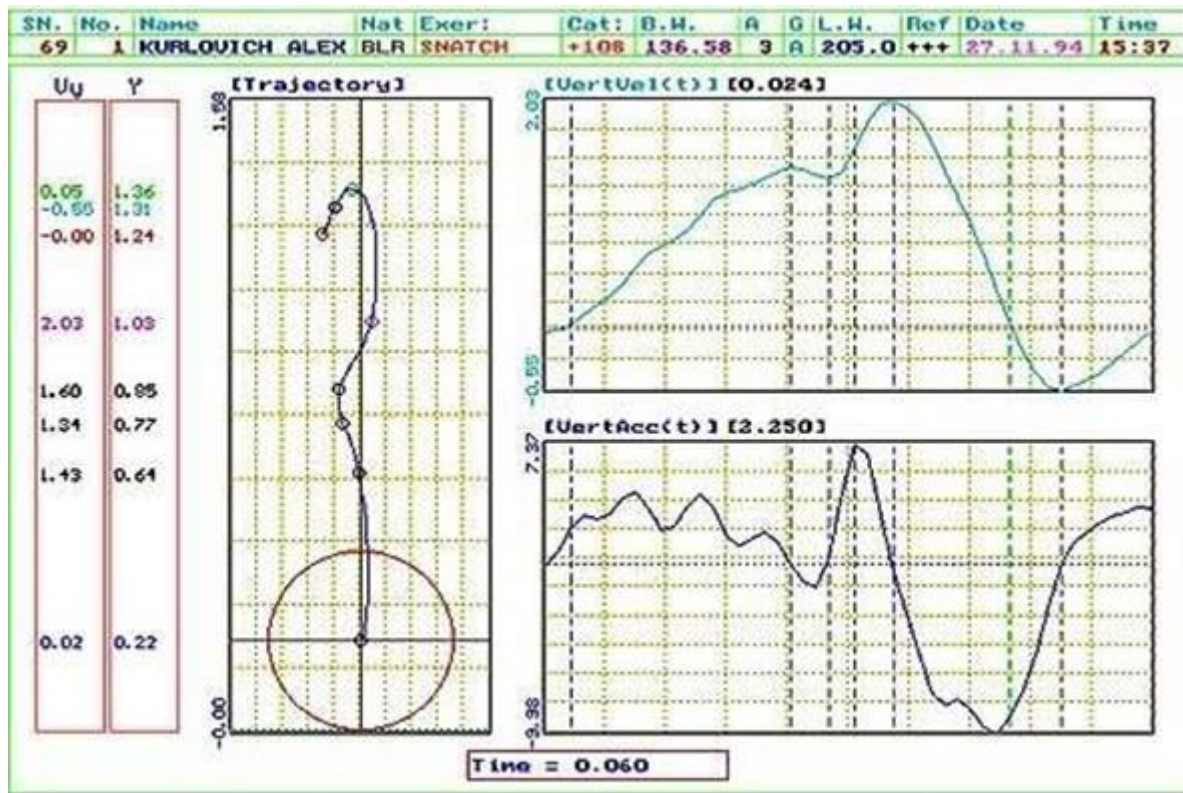


Рис. 1.3. Зовнішній вигляд слайда представлення даних [82]

Ці недоліки були усунені в іншій вимірювальній системі «Weightlifting Analyzer 3.0», розробленої в Німеччині [19]. До її складу входить цифрова відеокамера «Panasonic», поєднана з персональним комп'ютером, і спеціальне програмне забезпечення, що складається з п'яти модулів:

- 1) модуль введення даних, що дозволяє сортувати дані за категоріями (спортсмен, назва змагання, вправу);
- 2) модуль калібрування системи «спортсмен-штанга», що дозволяє калібрувати діаметр диска штанги і задавати масштаб відео, яке буде оброблятися;
- 3) модуль визначення координат точок щодо системи відліку;
- 4) модуль розрахунку біомеханічних характеристик рухової дії з



координатами моделі штанги; програмні можливості модуля дозволяють розраховувати кінематичні і динамічні характеристики руху штанги; імпульси сили в окремих фазах руху;

5) модуль побудови графіків траєкторії, швидкості і потужності руху снаряда (Рис. 1.4).

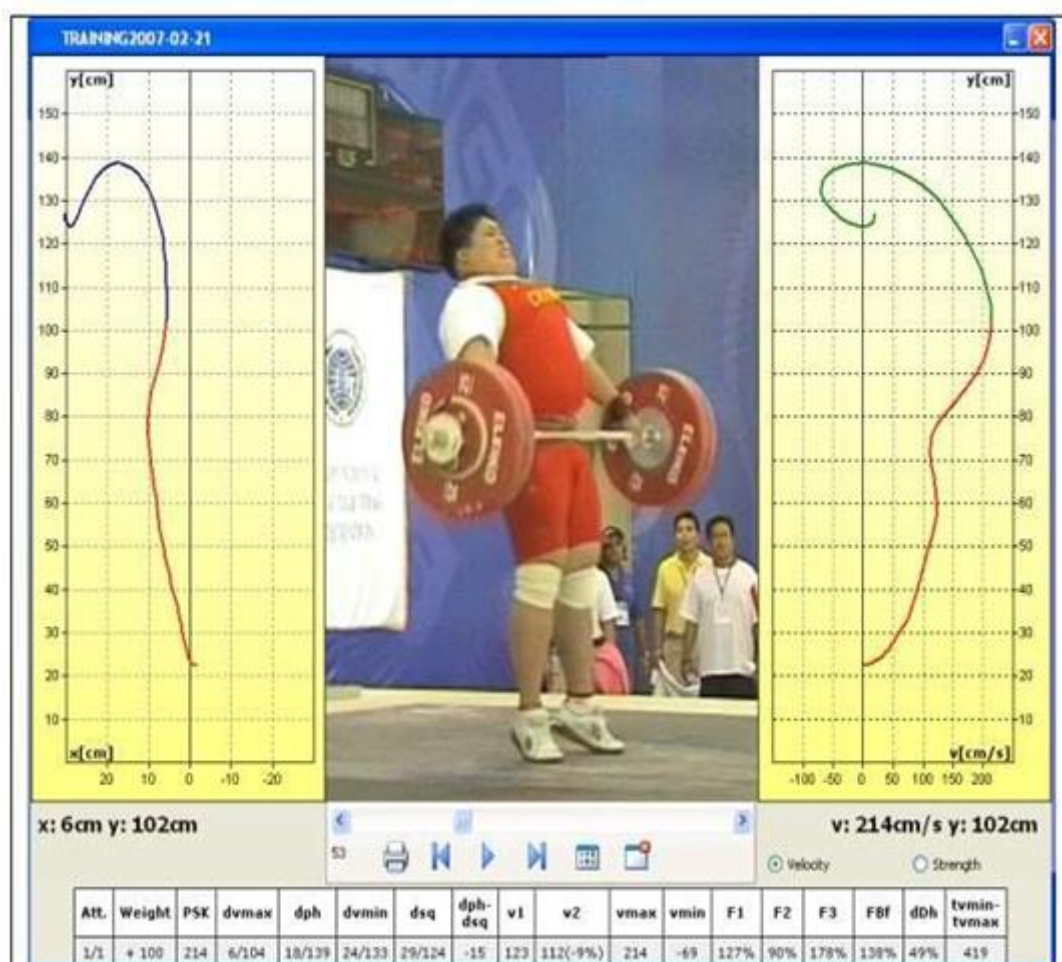


Рис. 1.4. Результати обробки даних методики «Weightlifting Analyzer 3.0» [19]

Розглянуті вище методики реєстрації кінематичних і динамічних характеристик руху штанги мають один спільний недолік.

Реєстрація руху штанги з якої-небудь однієї точки на снаряді (торець грифу або місце хвата за гриф) не дозволяє однозначно інтерпретувати дані про рух штанги як цілого. Відомо, що складний рух твердого тіла є сумою

двох простих рухів - поступального і обертального. Звідси, щоб повністю описати рух штанги, потрібно виміряти рух її центру мас і обертання щодо осей, що проходять через цю точку. Оскільки штанга конструктивно влаштована так, що її обертанням щодо поздовжньої осі грифу можна знехтувати, то залишається тільки обертання снаряда щодо вертикальної і сагітальної осей.

Обговорювана проблема вирішувалася в ряді досліджень шляхом використання білатеральної відеозйомки [9, 25, 37, 40, 51, 63], реєстрування руху правого і лівого торців грифу штанги за допомогою двох відеокамер, і за цими даними визначення руху ЦМ снаряда.

Для реєстрації руху штанги вдосконалили раніше створену методику біомеханічного контролю технічної та швидкісно-силової підготовленості важкоатлетів «ГЦОЛФК-2012» [9, 15, 70]. До складу методики включили другу відеокамеру «Canon», що дозволило розрахувати рух ЦМ снаряда. На торцях грифу штанги кріпилися пасивні маркери. Відеокамери розташовувалися з двох сторін важкоатлетичного помосту на відстані 7,5 м від кінців грифа штанги. Оптичні осі камер спрямовані перпендикулярно площині зйомки на висоті 1,2 м від поверхні помосту. Частота зйомки - 50 кадрів в секунду. Спільна робота відеокамер забезпечувалася пристроєм синхронізації, яке встановлювалося в поле зору обох відеокамер. Для збору і обробки даних створені дві комп'ютерні програми. Перша програма призначена для збору даних. Збір даних здійснюється протягом однієї хвилини, оскільки на змаганнях цей час відводиться для виклику на поміст іншій особі. Друга програма призначена для обробки даних, яка здійснюється протягом трьох хвилин. На відміну від попередньої версії в програму додана можливість визначати і демонструвати на екрані комп'ютера траєкторії з торців грифу і ЦМ штанги, а також визначати кути обертання снаряда відносно сагітальної та вертикальної осей, що проходять через центр мас снаряда.

Були оброблені кращі спроби в ривку у 13 важкоатлетів у вагових

категоріях 105 кг (7 осіб) і 105+ кг (6 осіб). Зростання атлетів -  $1,82 \pm 0,05$  м, маса тіла -  $117,6 \pm 20,44$  кг, вік -  $27,0 \pm 4,65$  років, результат в ривку -  $180,4 \pm 8,51$  кг.

Більш наочно знайдені закономірності видно при порівнянні траєкторій, зареєстрованих на кінцях грифу і ЦМ штанги, і даних про кути повороту штанги відносно сагітальної та вертикальної осей. На рис. 1.5 показані положення атлета в момент найбільшого відхилення штанги від вертикалі в фазі попереднього розгону (зліва вгорі), в момент найвищої точки підйому (справа вгорі), в момент фіксації (зліва внизу) і в кінці вправи (справа внизу).

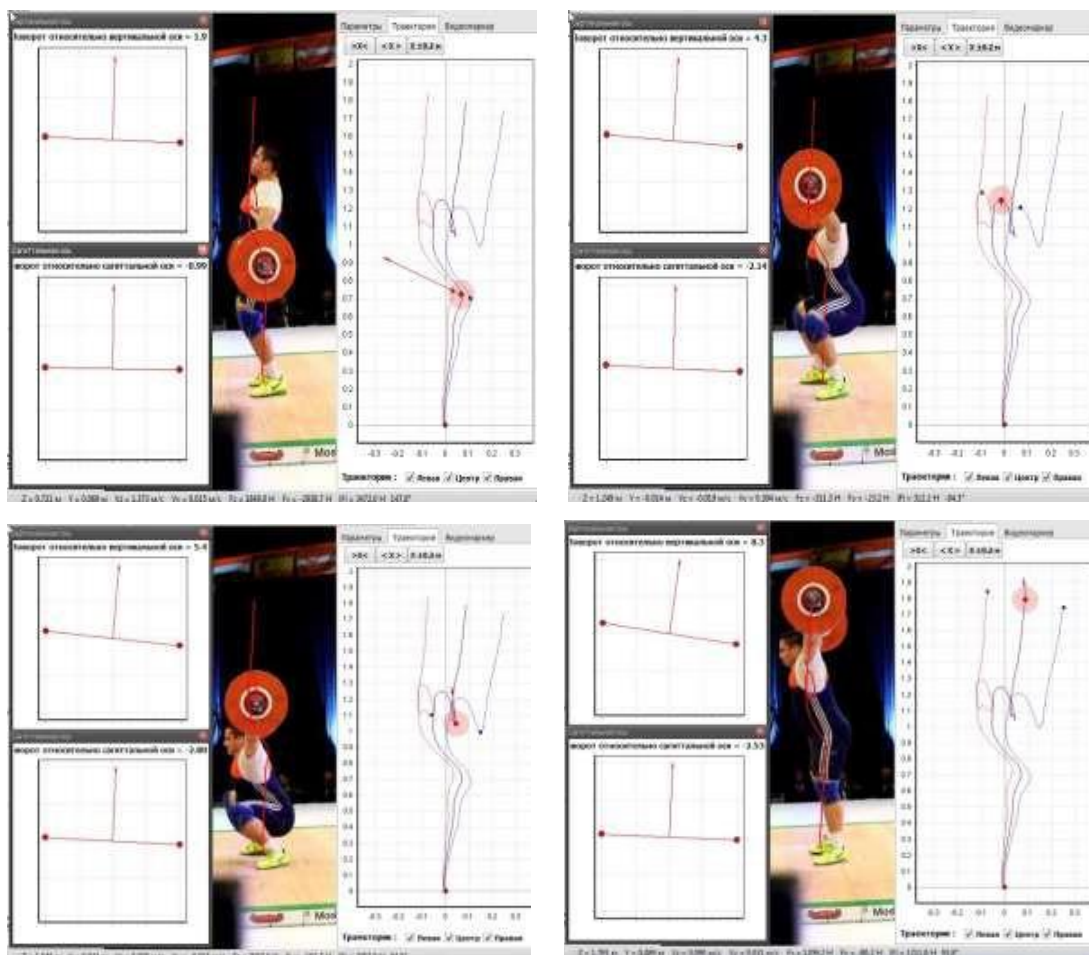


Рис. 1.5. Траєкторії руху ЦМ (середня) і торців грифа (ліва і права) штанги, кути повороту щодо вертикальної і сагітальної осей і положення атлета в ривку ([12])

На кожному з чотирьох кадрів показані траєкторії, поза тіла атлета і прямокутники, в яких схематично показані положення грифу штанги щодо вертикальної осі (вид зверху) і сагітальній осі (вид ззаду). Відзначимо, що при відсутності обертання штанги все три траєкторії ЦМ і торців грифу штанги повинні злитися в одну.

Використання двох відеокамер дозволяє зареєструвати рух ЦМ штанги і її обертання щодо вертикальної і сагітальної осей, що проходять через центр мас снаряда. Реєстрація траєкторії руху торця грифа штанги не дозволяє однозначно інтерпретувати результати вимірювань, особливо в горизонтальному напрямку, оскільки до поступального руху снаряда додається обертальний рух [10, 12, 13]. До таких же висновків прийшли і ряд інших зарубіжних і вітчизняних дослідників в своїх наукових роботах [16, 35, 49, 50, 61, 93].

## **1.2. Фазовий склад і тимчасові показники руху штанги в ривку**

Аналіз закономірностей зміни кінематичних і динамічних показників руху штанги в класичному ривку зручно проводити з урахуванням поділу вправи на періоди і фази [9, 10, 54, 64, 89, 91]. В даний час більшість фахівців з важкої атлетики дотримуються схеми поділу ривка на три періоди і шість фаз [55]. Однак важливо відзначити, що розподіл спортивних вправ на періоди і фази

- це не стільки наукове завдання, скільки питання домовленості дослідників і педагогів, оскільки вибір самих фаз і їх граничних моментів залежить від використовуваних вимірювальних пристроїв і реєстрованих характеристик руху [103]. Періоди і фази визначаються на основі вертикальної складової сили реакції опори, гоніограми колінних суглобів і положення грифу штанги над опорою [55]. Розподіл ривка на періоди і фази виглядає наступним чином.

Перший період (тяга) включає в себе дві фази. Перша фаза починається від моменту виникнення взаємодії спортсмена зі снарядом і закінчується в



момент відриву штанги від помосту. На жаль, в більшості досліджень цю фазу не розглядають, оскільки важко визначити її початок. Друга фаза (попередній розгін) триває від моменту відриву штанги від помосту до першого максимуму розгинання ніг в колінних суглобах. Її тривалість становить 0,40-0,50 с.

Другий період (підрив) включає в себе дві фази - амортизацію і фінальний розгін. Фаза амортизації (третья фаза) починається від моменту першого максимуму розгинання ніг в колінних суглобах і закінчується в момент їх найбільшого згинання. Ця фаза триває 0,11-0,14 с [89]. В англомовній літературі цю фазу називають «перехідною фазою» [110]. Четверта фаза (фінальний розгін) починається з моменту найбільшого згинання ніг в колінних суглобах і закінчується моментом найбільшого розгинання ніг у всіх суглобах. Тривалість цієї фази 0,15-0,20 с [89]. В англомовній літературі цю фазу називають «друга тяга» [110].

Третій період (підсід) складається з двох фаз (безопорний і опорний підсиди). Цей період починається в момент найбільшого розгинання в суглобах ніг, а закінчується моментом фіксації снаряда в підсід. Тривалість періоду 0,35-0,60 з [8,29]. Граничним моментом часу, що розділяє фази безопорного і опорного підсид, є максимальна висота підйому штанги. Відзначимо, що в багатьох роботах з біомеханіки ривка автори, особливо зарубіжні, не виділяють розглядаються фази підсіда, а сам період підсіда називають фазою [10, 39, 50, 74].

### **1.3. Траєкторія штанги**

Вивчення траєкторії штанги в більшості досліджень проводилося на основі реєстрації руху торця грифу снаряда в сагітальній площині і рідко - по руху центру мас штанги [5, 28, 49, 64].

Для вимірювання траєкторії штанги використовують показники, що описують її форму, положення щодо вертикальної лінії, проведеної в момент відриву снаряда від опори, а також висоту і горизонтальне переміщення

штанги [55, 68, 89].

На відміну від колишніх уявлень про те, що штангу в ривку і підйомі на груди в поштовху потрібно піднімати по прямолінійній траєкторії [15, 35, 49], в даний час все дослідники вважають, що траєкторія повинна мати S-подібну форму [9, 22, 47, 60, 73].

К. Bartonietz [107] виділив два типу траєкторій в ривку (Рис. 1.6). У першому штанга двічі перетинає вертикальну лінію, проведену в момент її відриву від помосту. У другому, штанга не перетинає цю лінію і рухається в напрямку тіла атлета. І в тому і в іншому випадку траєкторії мають S-подібну форму.

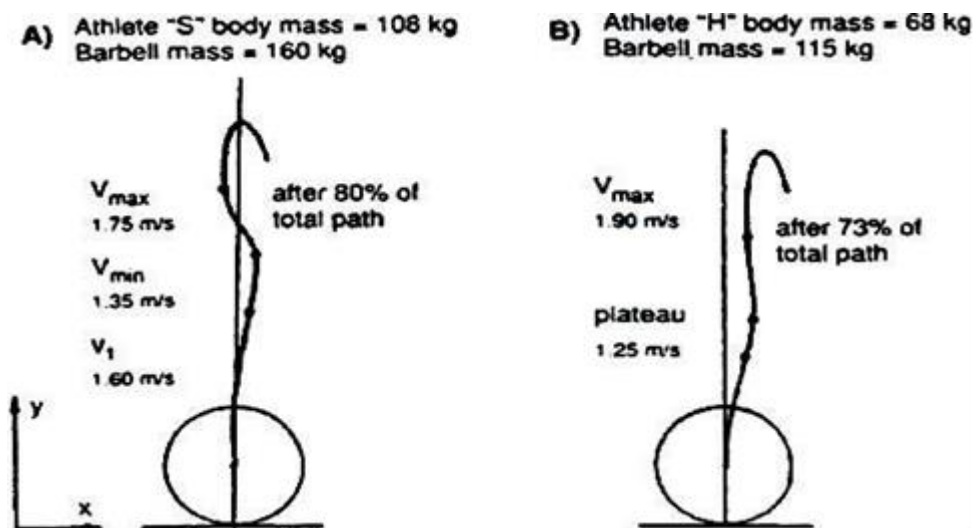


Рис. 1.6. Найбільш типові траєкторії штанги і значення її швидкості в граничні моменти фаз руху в ривку ([17])

#### 1.4 Швидкість штанги

Ривок класичний, з точки зору біомеханіки, відноситься до переміщує руховим діям, мета яких полягає в тому, щоб розігнати спортивний снаряд до оптимальної швидкості і підняти його на оптимальну висоту [1, 4, 10, 33]. Тому в даному руховому дії велике значення має динаміка швидкості штанги, тобто зміна швидкості, як функції часу або висоти її підйому [10, 41].

Причому основна увага дослідників була зосереджена на вивченні вертикальної складової швидкості штанги.

Перший максимум швидкості спостерігається в фазі попереднього розгону снаряда. У фазі амортизації швидкість зменшується, а в фазі фінального розгону знову збільшується і досягає свого максимального значення. Падіння швидкості в перехідній фазі (фазі амортизації) викликано згинанням ніг в колінних суглобах і переходом тулуба в більш вертикальне положення, що зменшує силу, що прикладається до снаряду.

R. Епока [110] пояснює зменшення швидкості згинанням колін під час переходу від попереднього розгону до фінального розгону штанги в фазі амортизації. Такий рух ніг і тулуба дозволяє спортсмену використовувати енергію пружної деформації м'язів - розгиначів колінних суглобів, які під час амортизації скорочуються в поступається режимі.

На рис. 1.7 наведено приклади графіки вертикальних складових сили і швидкості ЦМ штанги, траєкторії, положення атлетів і величини порівнюваних показників двох спортсменок з різними типами зміни вертикальної швидкості штанги в ривку. Зліва спортсменка без зменшення вертикальної швидкості в фазі амортизації, праворуч - із зменшенням швидкості на 0,32 м / с.

Були виміряні зміни положення тулуба в основних фазах підйому штанги в ривку. У фазі попереднього розгону положення тулуба вимірювали через кожні 100 мс, в фазах амортизації і фінального розгону - через 20 мс. Координати тазостегнового (т) і плечового (п) суглобів визначалися в системі координат, пов'язаної зі знімком. Початок координат знаходиться в торці грифу штанги в момент її відриву від помосту. Всього опрацьовано п'ять спроб спортсменок з втратами і п'ять спортсменок без втрат вертикальної швидкості.

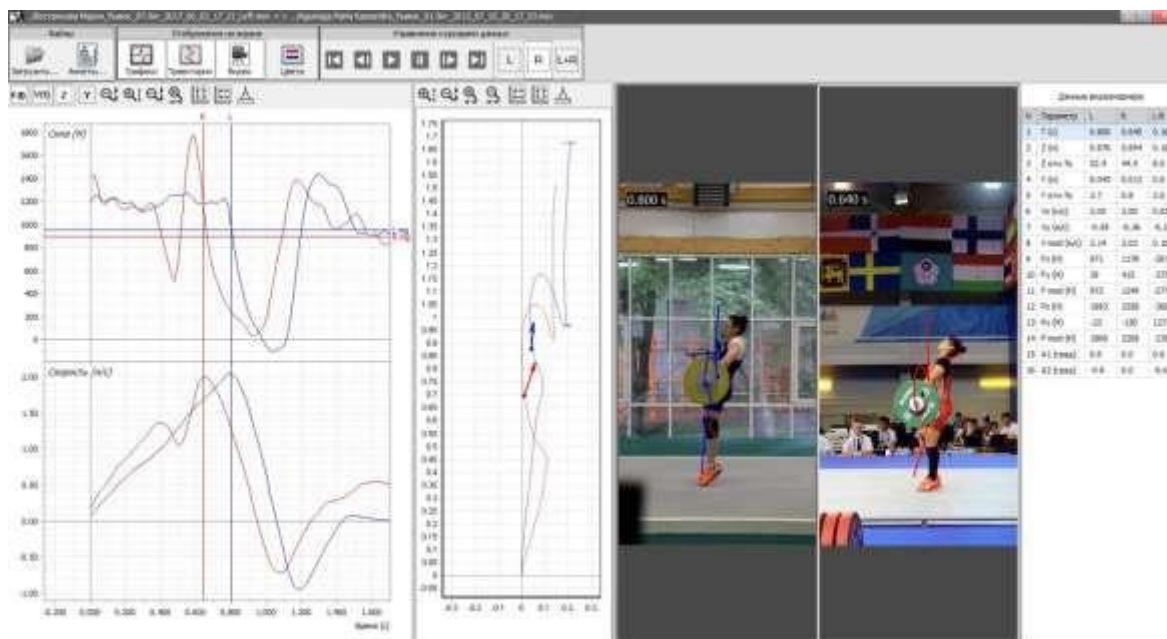


Рис. 1.7. Результати порівняння двох спортсменок з різною динамікою вертикальної швидкості ЦМ штанги в ривку. Положення спортсменок відповідають максимуму вертикальної швидкості в фазі фінального розгону ([99])

На рис. 1.8 показаний приклад обробки спроби в ривку спортсменки (МСМК), яка показала результат 97 кг і не має втрат вертикальної швидкості

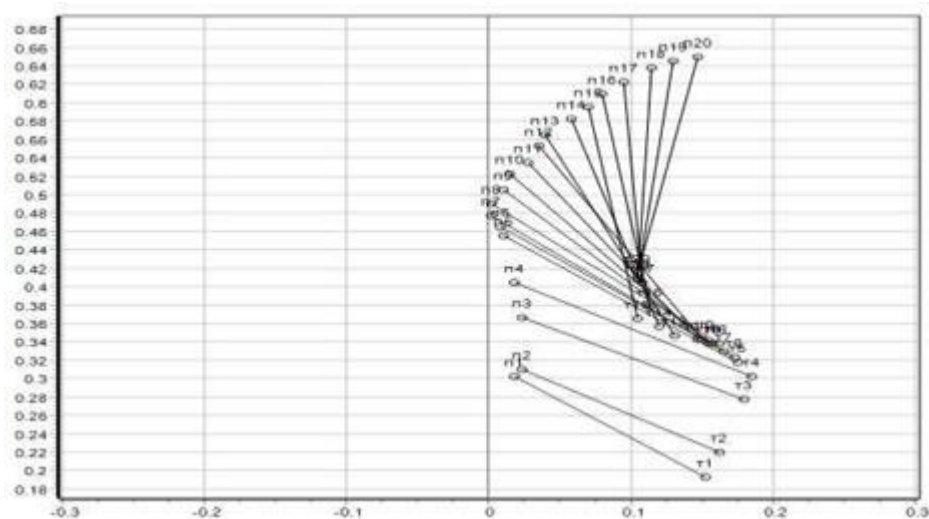


Рис. 1.8. Зміна положення тулуба в фазах попереднього розгону (кадри 1-5), амортизації (кадри 6-11) і фази фінального розгону (кадри 12-20) в ривку (97 кг) у спортсменки, яка не має втрат вертикальної швидкості ([99])

Видно, що в фазі попереднього розгону (з 1 по 5 кадр) тулуб рухається переважно поступально. У фазі амортизації тулуб обертається за годинниковою стрілкою, а миттєва вісь обертання знаходиться в області близькою до тазостегнового суглобу (з 6 по 11 кадр). При цьому тазостегновий суглоб рухається вперед і піднімається в вертикальному напрямку. У фазі фінального розгону (з 12 по 20 кадр) тулуб продовжує обертатися за годинниковою стрілкою, відхиляючись від вертикалі. Іншими словами, тулуб активно рухається вгору-назад.

Аналіз можливостей спеціалізованих апаратно-програмних комплексів, які використовуються для реєстрації кінематичних і динамічних характеристик руху штанги, показав, що для об'єктивної оцінки технічної майстерності і однозначної інтерпретації результатів необхідно вимірювати рух центру мас штанги. Оцінка техніки спортсменів з руху будь-якої іншої точки снаряда, наприклад, по торця грифу, може привести до неоднозначного, а іноді і помилковою інтерпретації результатів вимірювань, оскільки штанга не тільки рухається поступально, а й обертається відносно сагітальної та вертикальної осей, що проходять через ЦМ снаряда. Щоб уникнути можливих помилок, необхідно використовувати вимірювальні системи, що дозволяють розраховувати рух ЦМ штанги, зокрема, білатеральну відеозйомку торців грифу штанги. Крім того, з практичної точки зору, використання систем відеоаналізу рухів розширює можливості тренера, дозволяючи порівняти об'єктивні дані з суб'єктивною оцінкою виконаного атлетом руху.

Аналіз спеціальної літератури з кінематики і динаміці руху штанги в ривку у спортсменів високої кваліфікації, які виконували вправу на змаганнях, дозволив виявити найбільш інформативні показники руху, які можуть використовуватися в якості критеріїв раціональної техніки ривка. Слід зазначити, що в більшості випадків ці критерії отримані в експериментах на важкоатлетів-чоловіків.

До таких критеріїв належать якісні і кількісні показники траєкторії

снаряда. Перший з них - форма і положення траєкторії щодо вертикальної лінії, проведеної в момент відриву штанги від помосту. У рекордних спробах у більшості спортсменів траєкторія не перетинає цієї лінії під час усього підйому, тобто штанга рухається в напрямку тіла атлета, і при цьому форма траєкторії зберігає S-подібний характер.

Наступними критеріями раціональної техніки ривка є висота штанги в момент максимуму вертикальної швидкості, максимальна висота підйому снаряда і його висота під час фіксації штанги в подсед. Чим менше величини цих показників, тим більш технічні виконано рух.

Особливе значення має динаміка вертикальної швидкості ЦМ штанги, її максимальна величина в фазі фінального розгону і відсутність зменшення швидкості в фазі амортизації. Показано, що спортсмени з раціональною технікою ривка розганяють снаряд більш рівномірно і до меншої вертикальної швидкості. Практично відсутні дані про роль горизонтальної складової швидкості ЦМ штанги.

Найбільшою інформативністю, на думку більшості фахівців, має максимальна вертикальна потужність, що розвивається атлетами при розгоні штанги в ривку. Вивчення міжіндивідуальних і внутрішньодивідуальних закономірностей зміни цього показника з ростом спортивного результату свідчить про те, що успіх в класичному ривку в значній мірі залежить від швидко-силових здібностей атлетів.

На закінчення слід зазначити, що вивчення особливостей руху штанги в ривку і техніці виконання цієї вправи тяжелоатлетами-жінками приділено недостатньо уваги.

## **РОЗДІЛ 2.**

### **МАТЕРІАЛ, МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ**

#### **2.1. Методи дослідження**

Для вирішення поставлених завдань використано такі методи дослідження:

1. Аналіз науково-методичної літератури.
2. Природний експеримент.
3. Методи математичної статистики.

##### **2.1.1 Аналіз науково-методичної літератури**

За темою дослідження було проаналізовано 111 літературних джерела. Аналіз літератури проводився в двох основних напрямках.

Перший напрям пов'язаний з оглядом існуючих спеціалізованих вимірювальних систем реєстрації руху штанги, особливо в умовах змагань. Необхідно було з'ясувати переваги і обмеження у використанні цих систем і в достовірності одержуваної інформації.

Другий напрямок пов'язаний з розглядом закономірностей зміни кінематичних і динамічних характеристик руху штанги в залежності від кваліфікації, ваговій категорії, статі, віку та інших характеристик атлетів. Крім того, необхідно було виявити інформативні показники техніки підйому штанги в ривку.

##### **2.1.2 Природний експеримент**

Для вивчення закономірностей зміни кінематичних і динамічних показників руху штанги використаний варіант методики біомеханічного контролю технічної та швидко-силової підготовленості у важкій атлетиці «ГЦОЛІФК-2012» [10], призначений для реєстрації руху штанги в умовах змагань. Цей варіант методики заснований на білатеральній відеозйомці руху торців грифу штанги. В складу методики входять дві дзеркальні фотокамери

«Canon EOS 80D» з функцією відеозйомки, система синхронізації роботи камер, два ноутбука з програмним забезпеченням.

Обробка даних здійснюється в два етапи. Спочатку з бази даних вибирається файл конкретного спортсмена, отриманий базовою камерою, встановлюється хрестик на маркер знаходиться на торці грифу штанги і прямокутне вікно на лівий нижній кут кадру, де під час обробки з'являється світловий сигнал від синхронізатора. В процесі обробки визначається номер кадру, в якому з'являється світловий імпульс і координати маркера, закріпленого на кінці грифу штанги. Аналогічна процедура проводиться з даними додаткової камери

Згладжування координат маркера по осях  $Z$  і  $Y$  проводилося рекурсивним цифровим фільтром з частотою зрізу 20 Гц. Після диференціювання координат величини швидкостей і прискорень додатково згладжувались рекурсивними цифровими фільтрами низьких частот з частотою зрізу 10 Гц. Для усунення фазових зрушень при фільтрації, фільтрація даних проводилася в прямому, а потім у зворотному напрямку (від кінця даних до початку). При цьому всі фазові зрушення в результаті застосування фільтрів взаємно знищуються.

Після обробки даних з двох камер програма формує підсумковий файл результатів вимірювань, які виводяться на екран дисплея базового комп'ютера.

### **2.1.3 Методи математичної статистики**

Обробка отриманих даних проводилася традиційними методами математичної статистики. Статистична значимість відмінностей між середніми для малих вибірок проводилася з використанням непараметричного критерію Манна-Уїтні і однофакторного дисперсійного аналізу по Фрідману. Крім того застосовувався  $t$ -критерій Стьюдента. Для оцінки ступеня зв'язку між змінними використовували коефіцієнти кореляції Брава-Пірсона та Спірмена.



## 2.2 Організація дослідження

Для вирішення перших двох завдань дослідження проведено порівняльний аналіз кінематичних і динамічних показників руху ЦМ штанги у важкоатлетів високої кваліфікації легких і важких вагових категорій.

Для дослідження закономірностей зміни показників руху ЦМ штанги в ривку у кваліфікованих важкоатлетів (від I розряду до МС) був проведений порівняльний аналіз цих показників у чоловіків і жінок. В експерименті взяли участь 32 атлета різних вагових категорій. В результаті проведених експериментів вдалося виявити критерії раціональної техніки підйому штанги в ривку і сформулювати на їх основі вимоги до раціональної техніці.

Для з'ясування причин раціональних і нераціональних варіантів техніки виконання ривка проведено ще один експеримент за участю спортсменів різної кваліфікації (від I юнацького розряду до МС). В експерименті взяли участь 154 спортсмена (77 чоловіків і 77 жінок).

У першому випадку спортсмени були розділені на три групи, в відповідність з трьома типами траєкторій ЦМ штанги, які за результатами власних досліджень та результатами інших дослідників вважаються раціональними, менш раціональними і нераціональними.

У другому випадку спортсмени були розділені на дві групи з різною динамікою вертикальної швидкості ЦМ штанги. До першої групи увійшли атлети, у яких не було зменшення вертикальної швидкості в фазі амортизації, а в другу групу - спортсмени з зменшенням швидкості. Втрати швидкості у жінок склали  $0,19 \pm 0,17$  м / с, а у чоловіків -  $0,18 \pm 0,14$  м / с.

В обох випадках в обробку бралися спроби з найкращим результатом в ривку.

## РОЗДІЛ 3

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

#### **3.1. Модель підвищення рівня технічної підготовленості кваліфікованих боксерів на основі інтеграційного підходу до тренування**

Результати досліджень закономірностей зміни кінематичних і динамічних характеристик руху штанги в класичному ривку, отримані під час змагань, в основному ставилися до реєстрації руху торця грифу штанги і не враховували впливу обертання снаряда щодо осей, що проходять через його центр мас. Тому, критерії технічної майстерності, виявлені в цих дослідженнях, особливо на спортсменах високої кваліфікації, вимагають додаткової перевірки, для чого необхідне використання вимірювальних систем, що дозволяють розраховувати рух ЦМ штанги, зокрема, білатеральній відеозйомки.

Крім того, вивчення закономірностей руху ЦМ штанги у важкоатлетів різної кваліфікації, вагових категорій, чоловіків і жінок дозволить виявити основний фізичний механізм руху снаряда і пояснити причини правильного виконання підйому штанги в класичних важкоатлетичних вправах.

#### **3.2 Порівняльний аналіз кінематичних і динамічних показників руху штанги у важкоатлетів-чоловіків високої кваліфікації легких і важких вагових категорій**

Зі збільшенням ваги спортсменів зростають абсолютні силові можливості атлетів і, як наслідок цього, збільшуються результати в класичних вправах. Крім того, з ростом вагової категорії збільшуються тотальні розміри штангістів, що може знайти своє відображення в зміні показників руху штанги.

У цій частині дослідження проведено порівняння кінематичних і динамічних показників руху штанги у важкоатлетів-чоловіків високої кваліфікації, представників найлегших і найважчих вагових категорій з

використанням білатеральної відеозйомки (Таблиця 3.1). Ці дані дозволять уточнити значимість виявлених раніше інформативних показників руху штанги і розкрити основний фізичний механізм підйому цього снаряда в ривку.

Таблиця 3.1

### Характеристика випробовуваних

Показник	Легка вага (56 и 62 кг), n=10		Важковаговики (105 и 105+ кг), n=10		р
Зріст, м	1,62	0,05	1,82	0,05	<0,001
Маса, кг	58,9	2,9	119,4	20,3	<0,001
Результат в ривку, кг	101,5	11,4	181,1	8,9	<0,001

У таблиці 3.2 наведені значення фаз і періодів, на які прийнято ділити класичні важкоатлетичні вправи [55]. Не було виявлено статистично значущих відмінностей між порівнюваними атлетами за більшістю часових показників. Виняток становить тривалість фази попереднього розгону в ривку, величина якої у спортсменів важких вагових категорій статистично значимо більше ( $0,45 \pm 0,03$  с у легковаговиків і  $0,50 \pm 0,05$  с у важкоатлетів,  $p < 0,01$ ).

Таблиця 3.2

### Тривалість періодів і фаз в ривку у спортсменів різних вагових категорій

Показник	Вагові категорії		р
	Легка вага	Важковаговики	
Результат, кг	101,4±11,5	181,1±8,94	<0,001
Фаза попереднього розгону, з	0,45±0,03	0,50±0,05	<0,01
Фаза амортизації, з	0,14±0,03	0,12±0,03	нет
Фаза фінального розгону, з	0,14±0,03	0,15±0,03	нет
Період підриву, з	0,29±0,04	0,27±0,04	нет
Фаза безопорного підсіда, з	0,25±0,04	0,26±0,03	нет
Фаза опорного підсіда, з	0,38±0,07	0,41±0,06	нет
період підсіда	0,63±0,09	0,68±0,08	нет

Найбільші статистично значущі відмінності між порівнюваними атлетами виявлені в показниках траєкторії ЦМ штанги.

Відмінності в абсолютних значеннях висоти підйому штанги пояснюються істотними відмінностями в розмірах тіла атлетів (Таблиця 3.1). Відносні показники практично однакові у порівнюваних груп спортсменів (Таблиця 3.3).

Таблиця 3.3

**Абсолютні і відносні показники руху ЦМ штанги в вертикальному напрямку в ривку у спортсменів різних вагових категорій**

Показник	Вагові категорії		p
	Легка вага	Важковаговики	
Висота в момент максимуму горизонтальної швидкості в фіналі, м	0,732±0,077	0,863±0,043	<0,001
Висота в момент максимуму вертикальної швидкості в фіналі, м	0,809±0,049	0,949±0,070	<0,001
Максимум висоти в фінальному розгоні, м	1,124±0,069	1,262±0,072	<0,001
Висота в момент фіксації, м	0,925±0,053	1,057±0,058	<0,001
Зменшення висоти в фазі опорного підсіда, м	0,198±0,152	0,209±0,022	нет
Відносна висота в момент максимуму горизонтальної швидкості в фіналі,%	44,8±4,1	47,0±1,6	нет
Відносна висота в момент максимуму вертикальної швидкості в фіналі,%	50,3±2,4	51,9±2,7	нет
Максимум відносної висоти в фіналі,%	69,4±2,8	69,3±2,5	нет
Відносна висота в момент фіксації,%	56,9±3,02	57,79±1,995	нет
Відносне зменшення висоти в фазі опорного підсіда,%	12,5±3,4	11,52±1,050	нет

Що стосується горизонтального переміщення ЦМ штанги, то значущі відмінності відносяться як до абсолютних, так і до відносних показників

(Таблиця 3.4). Відзначимо, що позитивні значення відхилення штанги від вертикальної лінії, проведеної в момент відриву штанги від помосту, відповідають руху штанги в напрямку до тіла атлета. Негативні значення свідчать про те, що ЦМ штанги перетинає вертикаль і рухається від тіла атлета.

Таблиця 3.4

**Абсолютні і відносні показники руху ЦМ штанги в горизонтальному напрямку в ривку у спортсменів різних вагових категорій**

Показник	Вагові категорії		p
	Легка вага	Важковаговики	
Максимум відхилення від вертикалі в фазі попереднього розгону, м	0,086±0,016	0,062±0,015	<0,01
Максимум відхилення від вертикалі в фазі фінального розгону, м	0,019±0,035	-0,042±0,028	<0,001
Відхилення від вертикалі при максимальній висоті підйому, м	0,057±0,053	-0,002±0,032	<0,001
Відхилення від вертикалі в момент фіксації, м	0,159±0,079	0,064±0,047	<0,01
Максимум відносного відхилення від вертикалі в попередньому розгоні,%	5,3±1,2	3,4±0,8	<0,001
Максимум відносного відхилення від вертикалі в фінальному розгоні,%	1,2±2,2	-2,3±1,5	<0,001
Відносне відхилення від вертикалі при максимальній висоті підйому,%	4,2±2,4	-0,08±1,7	<0,001
Відносне відхилення від вертикалі в момент фіксації,%	9,9±5,1	3,6±2,6	<0,01

Як відомо, в ривку ЦМ штанги рухається по S-образної траєкторії. При цьому в порівнюваних групах атлетів виділяються два способи підйому штанги (Рис. 3.1). У першому способі штанга рухається по S-образної траєкторії, але жодного разу не перетинає вертикальну лінію, проведеною в момент відриву штанги від помосту. Цей тип траєкторії характерний для атлетів легких вагових категорій (Рис. 3.1-А) і всі показники горизонтального

руху штанги мають позитивні значення (Таблиця 3.4). У другому способі ЦМ снаряда двічі перетинає вертикальну лінію. Цей спосіб підйому штанги характерний для спортсменів важких вагових категорій (Рис. 3.1-Б).

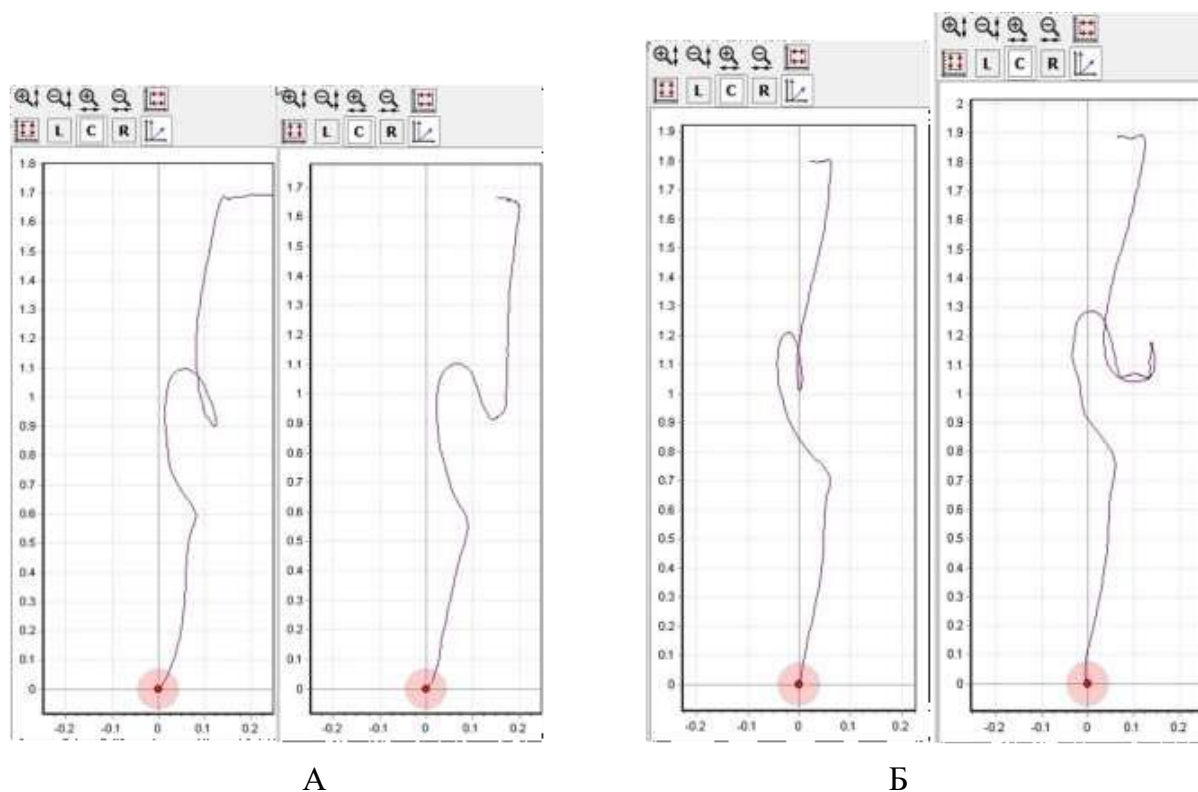


Рис. 3.1. Типові траєкторії ЦМ штанги в ривку у важкоатлетів різних вагових категорій (А – легка вага, Б - важковаговики)

Говорячи про форму траєкторії штанги в ривку, важливо підкреслити, що спосіб її виміру має принципове значення. Як вже зазначалося в огляді спеціальної літератури, в більшості випадків траєкторію реєстрували по руху торця грифу штанги.

Отримані нами дані, засновані на використанні білатеральної відеозйомки, показують, що якщо орієнтуватися на рух торця грифу снаряда можна отримати будь-який тип траєкторії. Якщо під час підйому штанга обертається, то правий і лівий торці грифу описують різні за формою траєкторії (Рис. 3.2).

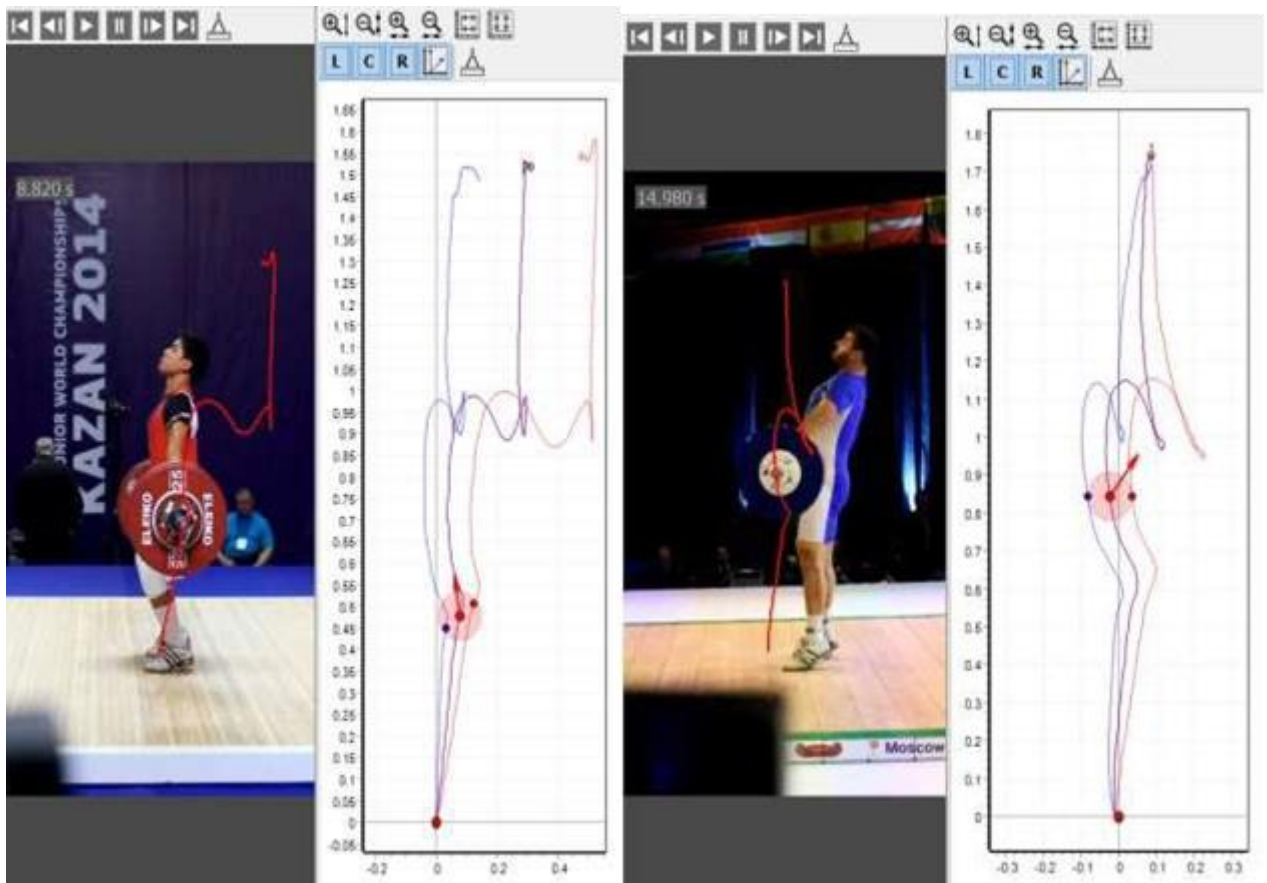
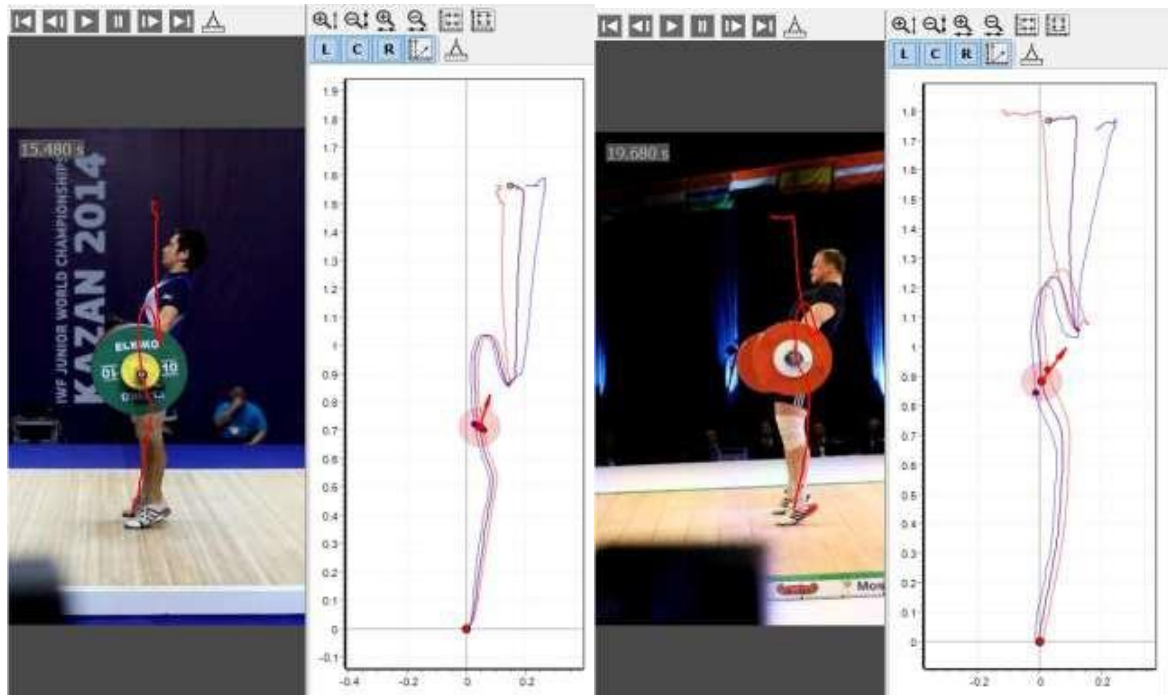


Рис. 3.2. Траєкторії руху штанги в ривку у двох атлетів з обертанням снаряда під час підйому. Ліві траєкторії відповідають руху правого торця грифу, середні траєкторії - центру мас снаряда, а праві траєкторії - лівого торця грифу штанги

Якщо штанга рухається без обертання, то все три траєкторії повинні злитися в одну, оскільки снаряд рухається поступально. На рис. 3.3 показані траєкторії двох спортсменів, у яких штанга рухається з невеликим обертанням щодо вертикальної і сагітальної осей. Обидва спортсмени піднімають штангу по раціональній траєкторії, не перетинає вертикаль, проведену в момент її відриву від помосту, незалежно від того, яким способом виміряна траєкторія.

Таким чином, для однозначної інтерпретації закономірностей зміни показників руху штанги необхідно вимірювати траєкторію ЦМ снаряда.



**Рис. 3.3. Рух штанги в ривку у двох атлетів при незначному обертанні снаряда**

Перейдемо до розгляду показників динаміки швидкості ЦМ штанги в ривку. На рис. 3.4 наведені результати обробки спроби у спортсмена легкій ваговій категорії з типовою для легковаговиків динамікою швидкості, а в таблиці 3.5 представлені показники швидкості ЦМ штанги. З таблиці видно, що атлети легких вагових категорій практично не мають втрат вертикальної швидкості в фазі амортизації. Лише у двох спортсменів ці втрати склали 0,1 і 0,16 м / с.

Друга особливість зміни вертикальної швидкості ЦМ штанги полягає в тому, що легковаговиків відрізняє більш рівномірне збільшення швидкості в фазі попереднього розгону. Максимум швидкості в кінці попереднього розгону дорівнює  $1,21 \pm 0,41$  м / с, що становить 57,1% від максимального вертикального швидкості в фазі фінального розгону.



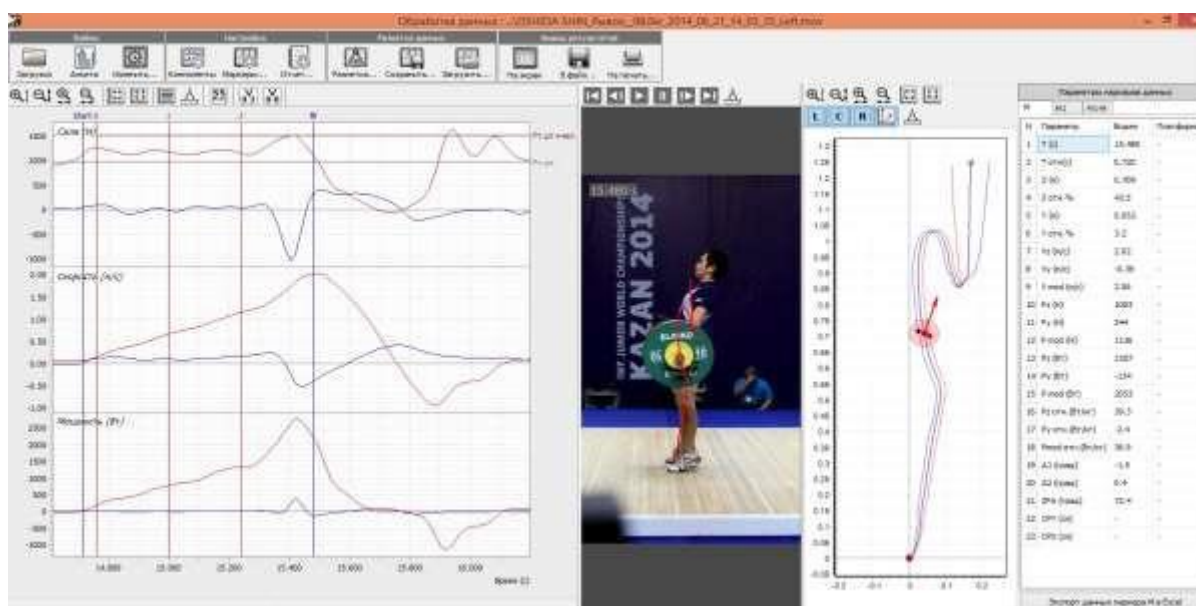


Рис. 3.4. Типові криві динаміки швидкості ЦМ штанги у спортсменів легких вагових категорій (середні графіки зліва)

Таблиця 3.5

**Показники динаміки швидкості ЦМ штанги в ривку у спортсменів різних вагових категорій**

Показник	Вагові категорії		р
	Легка вага	Важкова-говики	
Максимум горизонтальної швидкості в попередньому розгоні, м / с	0,26±0,06	0,32±0,15	<0,001
Максимум вертикальної швидкості в попередньому розгоні, м / с	1,21±0,41	1,59±0,13	<0,001
Максимум горизонтальної швидкості у фінальному розгоні, м / с	-0,63±0,14	-0,95±0,18	<0,001
Максимум вертикальної швидкості в фінальному розгоні, м / с	2,12±0,13	2,08±0,10	нет
Зменшення вертикальної швидкості в фазі амортизації, м / с	0,01±0,04	0,06±0,06	<0,05
Горизонтальні швидкості в момент максимуму висоти підйому, м / с	0,30±0,06	0,25±0,18	нет
Горизонтальні швидкості в момент фіксації, м / с	0,08±0,04	0,04±0,02	нет
Час до максимуму вертикальної швидкості в попередньому розгоні, с	0,45±0,03	0,50±0,05	<0,01
Час до максимуму горизонтальної швидкості в фінальному розгоні, с	0,70±0,07	0,72±0,05	нет
Час до максимуму вертикальної швидкості в фінальному розгоні, з	0,74±0,05	0,77±0,06	нет

Час до максимуму модуля швидкості в фінальному розгоні, с	0,73±0,06	0,73±0,05	нет
---	-----------	-----------	-----

Особливий інтерес представляє динаміка горизонтальної складової швидкості ЦМ штанги. У фазі попереднього розгону снаряд рухається прискорено в сторону тіла атлета. Легкої ваги атлети розганяють штангу до меншій швидкості ( $0,26 \pm 0,06$ ,  $0,26 \pm 0,06$  м / с), ніж важкоатлети ( $0,32 \pm 0,15$  м / с,  $p < 0,001$ ). Потім в фазі фінального розгону ЦМ снаряда прискорено рухається від тіла атлета, при цьому атлети важких вагових категорій розганяють штангу до більшої горизонтальної швидкості ( $-0,95 \pm 0,18$  м / с), ніж легкої ваги спортсменів ( $-0,63 \pm 0,14$  м / с,  $p < 0,001$ ).

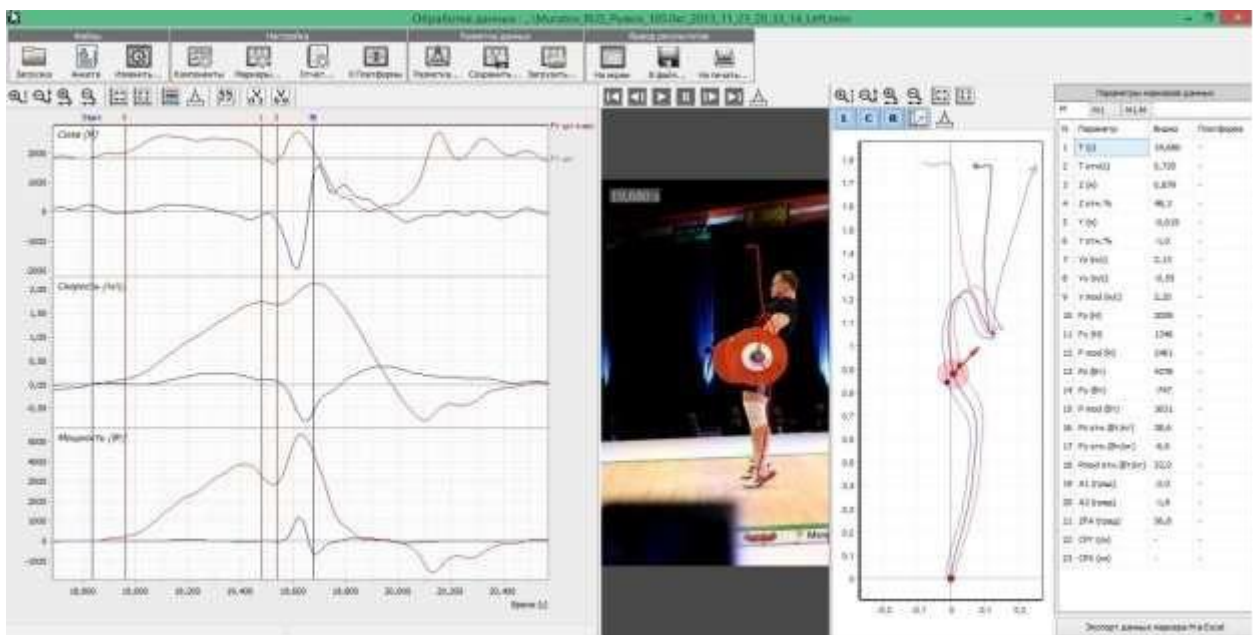


Рис. 3.5. Типові криві динаміки швидкості ЦМ штанги у спортсменів важких вагових категорій

Відмінності в кінематичних показниках руху штанги обумовлені істотними відмінностями в динамічних характеристиках руху снаряда.

Найбільші відмінності між порівнюваними спортсменами спостерігаються в абсолютних величинах динамічних показників руху штанги (Таблиця 3.6), що пов'язано з великими вагами, що піднімаються в

ривку, а також з великими швидкісно-силовими можливостями атлетів важких вагових категорій. Тому основна увага зосередимо на порівнянні відносних динамічних показників руху штанги, більшість з яких статистично значимо відрізняються один від одного.

Таблиця 3.6

**Динамічні показники руху штанги в ривку у спортсменів різних вагових категорій**

Показник	Вагові категорії		p
	Легка вага	Важко-ваговики	
Максимум вертикальної сили в фінальному розгоні, Н	1628±290,3	2792±288,5	<0,001
Максимум горизонтальної сили в фінальному розгоні, Н	-1341±218,2	-3086±786,1	<0,001
Максимум модуля сили в фінальному розгоні, Н	2079±299,7	4453±1333,4	<0,001
Потенційна енергія, Дж	807±9,0	1699,7±159,3	<0,001
Кінетична енергія, Дж	237±39,4	451,3±60,8	<0,001
Повна енергія, Дж	1015±174,5	2150,9±196,6	<0,001
Середня абсолютна потужність, Вт	1381±150,5	2725±233,7	<0,001
Середня відносна потужність, Вт / кг	23,2±1,7	23,7±1,7	нет
Максимум вертикальної потужності в фінальному розгоні, Вт	3149±601,1	5302±667,9	<0,001
Максимум відносної вертикальної потужності в фінальному розгоні, Вт / кг	53,3±8,7	45,1±6,3	<0,05
Максимум горизонтальній потужності в фінальному розгоні, Вт	678±232,2	2163±940,7	<0,001
Максимум відносної горизонтальної потужності в фінальному розгоні, Вт / кг	11,5±3,9	17,5±5,9	<0,001
Максимум сумарної потужності в фінальному розгоні, Вт	3719±711,8	7408±1136,2	<0,001
Максимум відносної сумарної потужності в фінальному розгоні, Вт / кг	62,9±10,4	62,5±7,5	нет

У ривку легкоатлети розвивають великі величини максимальної відносної вертикальної потужності в фінальному розгоні ( $53,3 \pm 8,7$  Вт / кг у легковаговиків і  $45,1 \pm 6,3$  Вт / кг у важкоатлетів,  $p < 0,05$ ) і менші величини

цієї потужності в горизонтальному напрямку ( $11,5 \pm 3,9$  Вт / кг і  $17,5 \pm 5,9$  Вт / кг, відповідно,  $p < 0.001$ ). При цьому сумарні величини, як середньої, так і максимальної відносної потужності були однакові. Таким чином, атлети важких вагових категорій витрачають більше енергії на рух штанги в горизонтальному напрямку, ніж легкоатлети.

### 3.2 Порівняльний аналіз показників руху штанги в ривку у кваліфікованих важкоатлетів чоловіків і жінок в умовах змагань

У попередній частині дослідження були представлені результати порівняльного аналізу кінематичних і динамічних показників руху ЦМ штанги в ривку у висококваліфікованих важкоатлетів-чоловіків легких і важких вагових категорій. Були виявлені принципові відмінності в техніці виконання вправи у порівнюваних спортсменів і визначені модельні характеристики техніки ривка.

У цій частині дослідження представлені результати порівняльного аналізу руху штанги у чоловіків і жінок, представників різних вагових категорій і різної кваліфікації. Логічно припустити, що особливості будови жіночого організму, відмінності в будові опорно-рухового апарату і фізичних можливостях важкоатлетів повинні знайти своє відображення в величинах показників, що описують кінематику і динаміку руху ЦМ штанги.

У таблиці 3.7 представлені середні дані важкоатлетів різної кваліфікації (від I розряду до МСМК) і вагових категорій.

Таблиця 3.7

#### Характеристика випробовуваних

Показник	Жінки (58, 63, 69,75 и 75+ кг), n=16		Чоловіки (85,94, 105 і 105+ кг), n=16		p
Зріст, м	165,3	5,3	179,5	6,3	<0,001
Маса, кг	65,3	7,4	97,5	8,6	<0,001
Результат в ривку, кг	76,8	13,8	129,7	18,6	<0,001

Незважаючи на значні відмінності в ваго-ростових показниках атлетів, нами не виявлено статистично значущих відмінностей між спортсменами в тривалості фаз в ривку (Таблиця 3.8).

Таблиця 3.8

### Тривалість фаз в ривку у жінок і чоловіків

Показник	Ривок	
	Жінки	Чоловіки
Фаза передчасного розгону, с	0,539±0,089	0,542±0,074
Фаза амортизації, с	0,098±0,044	0,111±0,047
Фаза фінального розгону, с	0,166±0,048	0,163±0,027

Статистично значимі відмінності виявлені в абсолютних показниках висоти підйому штанги (Таблиця 3.9), що пояснюється суттєвими відмінностями в розмірах тіла атлетів.

Таблиця 3.9

### Абсолютні і відносні показники руху ЦМ штанги в вертикальному напрямку в ривку у жінок і чоловіків

Показник	Жінки	Чоловіки	P
Висота в момент максимуму вертикальної швидкості в фіналі, м	0,810 ±0,045	0,914 ±0,050	<0,001
Максимум висоти в фінальному розгоні, м	1,136 ±0,070	1,208 ±0,068	<0,001
Висота в момент фіксації, м	0,934 ±0,066	1,036 ±0,064	<0,001
Зменшення висоти в фазі опорного підседа, м	0,201 ±0,028	0,172 ±0,039	<0,001
Відносна висота в момент максимуму вертикальної швидкості в фіналі, %	47,1 ±7,6	50,9 ±1,8	<0,001
Максимум відносної висоти в фіналі, %	68,7 ±3,5	67,3 ±3,0	Нет
Відносна висота в момент фіксації, %	56,5 ±3,1	57,7 ±2,9	Нет
Відносне зменшення висоти в фазі опорного підседа, %	12,2 ±1,8	9,6 ±2,2	<0,01

Що стосується відносних показників висоти підйому, то жінки піднімають штангу на меншу відносну висоту в момент максимуму вертикальної швидкості в фінальному розгоні -  $47,1 \pm 7,6\%$ , в порівнянні з чоловіками -  $50,9 \pm 1,8\%$  ( $p < 0,001$ ). Відзначимо, що жінок за цим показником відрізняє дуже висока міжіндивідуальна варіативність. Крім того, під час опорного підсіда штанга у жінок опускається на велику величину, ніж у чоловіків.

Більшість показників горизонтального переміщення ЦМ штанги статистично значимо різняться, як за абсолютними, так і за відносними величинами (Таблиця 3.10).

Таблиця 3.10

**Абсолютні і відносні показники руху ЦМ штанги в горизонтальному напрямку в ривку у жінок і чоловіків**

Показник	Жінки	Чоловіки	p
Максимум відхилення від вертикалі в фазі попереднього розгону, м	0,061 $\pm 0,026$	0,050 $\pm 0,042$	нет
Максимум відхилення від вертикалі в фазі фінального розгону, м	-0,006 $\pm 0,038$	0,068 $\pm 0,033$	<0,001
Відхилення від вертикалі при максимальній висоті підйому, м	0,022 $\pm 0,099$	0,064 $\pm 0,070$	нет
Відхилення від вертикалі в момент фіксації, м	0,078 $\pm 0,075$	0,039 $\pm 0,070$	нет
Максимум відносного відхилення від вертикалі в попередньому розгоні, %	3,7 $\pm 1,5$	1,8 $\pm 2,3$	<0,01
Максимум відносного відхилення від вертикалі в фінальному розгоні, %	0,4 $\pm 2,3$	3,0 $\pm 1,8$	<0,001
Відносне відхилення від вертикалі при максимальній висоті підйому, %	0,03 $\pm 3,3$	2,9 $\pm 2,9$	<0,01
Відносне відхилення від вертикалі в момент фіксації, %	4,8 $\pm 4,6$	2,2 $\pm 3,9$	<0,05

Відзначимо, що позитивні значення відхилення штанги від вертикалі, відповідають руху снаряда в напрямку до тіла атлета. Негативні значення

свідчать про те, що ЦМ штанги перетинає вертикаль і рухається від атлета. Слід підкреслити, що наявність високої міжіндивідуальної варіативності більшості показників горизонтального переміщення штанги є причиною значних відмінностей у формі і положенні траєкторії ЦМ штанги у важкоатлетів. Так, наприклад, в ривку 6 спортсменок мають перший тип траєкторії, 4 - другий і 6 - третій. У чоловіків 7 атлетів мають перший тип траєкторії, 3 спортсмена другий і 6 атлетів виконують ривок по третьому типу траєкторії.

Аналіз кореляційних залежностей показників вертикального і горизонтального руху ЦМ штанги з результатами в ривку (Таблиця 3.11) показав наступне.

Таблиця 3.11

**Кореляція результатів в ривку з показниками вертикального руху штанги і тривалістю фаз в ривку**

Показники	Стать	r
Висота в момент максимуму вертикальної швидкості в фіналі, м	Ж	-0,32
	Ч	-0,24
Максимум висоти в фінальному розгоні, м	Ж	-0,61
	Ч	-0,58
Висота в момент фіксації, м	Ж	-0,51
	Ч	-0,50
Зменшення висоти в фазі опорного підсіда, м	Ж	-0,28
	Ч	-0,35
Відносна висота в момент максимуму вертикальної швидкості в фіналі, %	Ж	0,05
	Ч	-0,38
Максимум відносної висоти в фіналі,%	Ж	-0,62
	Ч	-0,72
Відносна висота в момент фіксації,%	Ж	-0,56
	Ч	-0,50
Відносне зменшення висоти в фазі опорного підсіда,%	Ж	-0,24
	Ч	-0,36
Фаза попереднього розгону. с	Ж	-0,40
	Ч	0,38

Фаза амортизації, с	Ж	0,56
	Ч	-0,06
Фаза фінального розгону, с	Ж	-0,57
	Ч	0,10

Знайдена статистично значуща негативна кореляція між результатом в ривку і абсолютної, і особливо, відносної максимальною висотою штанги в фінальному розгоні у жінок (-0,60 і -0,62, відповідно) і чоловіків (-0,58 і -0,72, відповідно) і висотою ЦМ штанги в момент фіксації снаряда у жінок (-0,51 і -0,56, відповідно) і у чоловіків (-0,50 і -0,50, відповідно). Виявлені закономірності збігаються з внутрішньо-індивідуальними закономірностями зміни аналогічних показників при виконанні ривка одним і тим же спортсменом зі зростаючою вагою снаряда [82, 111]. Іншими словами, більш високих результатів у ривку відповідає менша висота підйому штанги.

У жінок виявлена позитивна кореляція (0,56) тривалості фази амортизації і результату в ривку і негативна кореляція (-0,57) тривалості фази фінального розгону з результатом в ривку.

Що стосується показників горизонтального переміщення штанги, то тільки величина відносного відхилення максимуму висоти підйому ЦМ штанги у чоловіків корелює з результатом в ривку (0,58). Обговорювані коефіцієнти кореляції значимі при  $P < 0,05$ .

Порівняльний аналіз показників динаміки вертикальної швидкості ЦМ штанги показав, що у жінок раціональний спосіб розгону штанги в ривку, при якому немає зменшення швидкості в фазі амортизації, відзначений у 11 спортсменок. У решти спортсменок втрати в швидкості склали 0,01 / с, 0,01 м / с, 0,06 м / с, 0,07 м / с і 0,13 м / с, тобто практично тільки у трьох спортсменок швидкість у фазі амортизації істотно зменшувалася.

У чоловіків тільки 4 атлета розганяли штангу в ривку без зменшення вертикальної швидкості, а у трьох спортсменів ці втрати склали 0,26 м / с, 0,27 м / с і 0,33 м / с.

У таблиці 22 наведені середні результати показників вертикальної і



горизонтальної швидкості ЦМ штанги у жінок і чоловіків. З таблиці видно, що жінки піднімають штангу в фазі попереднього розгону з меншою вертикальною і горизонтальною швидкістю, ніж чоловіки, а в фазі амортизації мають менші втрати вертикальної швидкості ( $0,02 \pm 0,028$  м / с і  $0,11 \pm 0,11$  м / с, відповідно, при  $p < 0,01$ ). Відзначимо, що максимум вертикальної швидкості в фазі фінального розгону і час його досягнення практично однакові у порівнюваних спортсменів (відповідно  $2,05 \pm 0,13$  м / с і  $0,800 \pm 0,099$  с у жінок і  $2,03 \pm 0,12$  м / с і  $0,806 \pm 0,062$  с у чоловіків).

Таблиця 3.12

**Показники динаміки швидкості ЦМ штанги в ривку у жінок і чоловіків**

Показник	Жінки	Чоловіки	p
Максимум горизонтальної швидкості в попередньому розгоні, м / с	$0,12 \pm 0,15$	$0,25 \pm 0,18$	$< 0,05$
Максимум вертикальної швидкості в попередньому розгоні, м / с	$1,27 \pm 0,18$	$1,47 \pm 0,19$	$< 0,001$
Максимум горизонтальної швидкості в фінальному розгоні, м / с	$-0,74 \pm 0,18$	$-0,88 \pm 0,14$	$< 0,05$
Максимум вертикальної швидкості в фінальному розгоні, м / с	$2,05 \pm 0,13$	$2,03 \pm 0,12$	Нет
Зменшення вертикальної швидкості в фазі амортизації, м / с	$0,02 \pm 0,028$	$0,11 \pm 0,11$	$< 0,01$
Час до максимуму вертикальної швидкості в фінальному розгоні, с	$0,800 \pm 0,099$	$0,806 \pm 0,062$	Нет

Ще одна відмінна риса полягає в тому, що в фазі фінального розгону максимум горизонтальної швидкості штанги у жінок менше ( $-0,74 \pm 0,18$  м / с), ніж у чоловіків ( $-0,88 \pm 0,14$  м / с). Відмінності статистично значущі при  $p < 0,05$ .

Аналіз кореляційних залежностей показників динаміки швидкості штанги з результатами в ривку (Таблиця 3.13) виявив наступне.

У чоловіків максимум горизонтальної швидкості в фінальному розгоні

негативно корелює з результатами в ривку (-0,67).

У жінок і чоловіків час досягнення максимуму вертикальної швидкості штанги негативно корелює з результатом. Коефіцієнти кореляції відповідно рівні -0,50 і -0,76 ( $p < 0,05$ ).

Таблиця 3.13

**Кореляція результатів в ривку і поштовху з показниками динаміки швидкості штанги**

Показатели	Пол	r
Максимум горизонтальної швидкості в попередньому розгоні, м / с	Ж	0,14
	Ч	0,20
Максимум вертикальної швидкості в попередньому розгоні, м / с	Ж	0,10
	Ч	-0,07
Максимум горизонтальної швидкості в фінальному розгоні, м / с	Ж	-0,36
	Ч	-0,67
Максимум вертикальної швидкості в фінальному розгоні, м / с	Ж	0,19
	Ч	0,22
Зменшення вертикальної швидкості в фазі амортизації, м / с	Ж	0,05
	Ч	0,32
Час до максимуму вертикальної швидкості в фінальному розгоні, с	Ж	-0,50
	Ч	-0,76

Таким чином, з точки зору вимог до раціональної техніки ривка, жінок в більшості випадків відрізняє більш раціональна техніка підйому штанги. Перейдемо до розгляду динамічних показників руху штанги (Таблиця 3.14).

Таблиця 3.14

**Показники механічної енергії і середньої потужності в ривку у жінок і чоловіків**

Показник	Жінки	Чоловіки	p
Потенційна енергія, Дж	609±105	1101±269	<0,001
Кінетична енергія, Дж	169±27	278±27	<0,001
Повна енергія, Дж	777±125	1440±182	<0,001
Середня абсолютна потужність, Вт	940±222	1731±282	<0,001
Середня відносна потужність, Вт/кг	14,4±2,7	18,0±2,6	<0,001

Показники механічної енергії і середньої потужності, представлені в таблиці 3.14, значно більше у чоловіків, ніж у жінок, що пояснюється більшою вагою снаряда і великими ваго-ростовими даними атлетів. Відзначимо, що величини потенційної енергії штанги, як у жінок, так і у чоловіків, істотно більше, ніж кінетичної енергії. Відповідні величини цих показників у жінок в ривку становлять 78,2% і 21,8% від величини повної механічної енергії, а у чоловіків - 80,7% і 19,3%. Таким чином важкоатлети більшу частину енергії витрачають на підйом снаряда і меншу частину на його розгін до максимальної вертикальної швидкості.

Аналогічні закономірності відзначені в зміні показників максимальної абсолютної і відносної потужності у жінок і чоловіків в ривку (Таблиця 3.15).

Таблиця 3.15

**Показники максимальної потужності в ривку у жінок і чоловіків**

Показник	Жінки	Чоловіки	p
Максимум вертикальної потужності в фінальному розгоні, Вт	2156±313	3728±548	<0,001
Максимум горизонтальній потужності в фінальному розгоні, Вт	564±329	1363±416	<0,001
Максимум сумарної потужності в фінальному розгоні, Вт	2444±390	4504±764	<0,001
Максимум відносної вертикальної потужності в фінальному розгоні, Вт / кг	33,1±3,6	38,9±6,8	<0,01
Максимум відносної горизонтальної потужності в фінальному розгоні, Вт / кг	8,7±4,8	14,1±4,2	<0,01
Максимум відносної сумарної потужності в фінальному розгоні, Вт / кг	37,5±4,8	47,1±10,1	<0,01

Співвідношення між максимальними величинами вертикальної і горизонтальної складовими потужності у порівнюваних груп спортсменів рівні 76,9% і 23,1% у жінок і 69,7% і 30,3% у чоловіків. Великі величини горизонтальної потужності у чоловіків обумовлені не тільки великою вагою снаряда, але і більшою горизонтальною швидкістю ЦМ штанги в фінальному

розгоні. Аналіз кореляційних залежностей обговорюваних показників з результатами в ривку показав наступне. Величини потенційної і повної механічної енергії високо корелюють зі спортивним результатом (Таблиця 3.16). Дещо менша кореляція знайдена між величинами кінетичної енергії і результатом в ривку.

Таблиця 3.16

**Кореляція результату в ривку з показниками механічної енергії і середньої потужності**

Показники	Стать	r
Потенційна енергія, Дж	Ж	0,95
	Ч	0,94
Кінетична енергія, Дж	Ж	0,69
	Ч	0,58
Повна енергія, Дж	Ж	0,95
	Ч	0,92
Середня абсолютна потужність, Вт	Ж	0,87
	Ч	0,91
Середня відносна потужність, Вт/кг	Ж	0,73
	Ч	0,76

Абсолютна величина середньої потужності також високо корелює з результатом, що узгоджується даними, отриманими J. Garhammer [5]. Відносні показники середньої потужності корелюють з результатами на середньому рівні.

У таблиці 3.17 представлені коефіцієнти кореляції між показниками максимальної абсолютної і відносної потужності з результатами в ривку. З таблиці видно, що максимальна абсолютна вертикальна потужність досить високо корелює з результатами в ривку у жінок (0,85), тоді як у чоловіків цей зв'язок має середню величину (0,54). Величина відносної вертикальної потужності у жінок в ривку також значимо корелює (0,50) з результатом в цій вправі. Розглянуті показники коефіцієнтів кореляції значимі при  $P < 0,05$ .

Таким чином, в порівнюваних групах спортсменів закономірності зміни динамічних показників руху ЦМ штанги і їх взаємозв'язок з результатом в ривку багато в чому збігаються. Відмінності в основному пов'язані з величинами розглянутих показників.

Таблиця 3.17

### Кореляція результатів в ривку з показниками максимальної потужності

Показник	Стать	R
Максимум вертикальної потужності в фінальному розгоні, Вт	Ж	0,85
	Ч	0,54
Максимум горизонтальній потужності в фінальному розгоні, Вт	Ж	0,13
	Ч	0,24
Максимум сумарної потужності в фінальному розгоні, Вт	Ж	0,84
	Ч	0,53
Максимум відносної вертикальної потужності в фінальному розгоні, Вт / кг	Ж	0,50
	Ч	0,26
Максимум відносної горизонтальної потужності в фінальному розгоні, Вт / кг	Ж	0,00
	Ч	0,09
Максимум відносної сумарної потужності в фінальному розгоні, Вт / кг	Ж	0,50
	Ч	0,25

### 3.3 Кінематичні і динамічні показники руху штанги в ривку у важкоатлетів жінок і чоловіків з різними типами траєкторії ЦМ снаряда

Основне завдання цієї частини дослідження полягала в тому, щоб виявити причини підйому штанги в ривку по раціональним і нераціональним траєкторіях ЦМ штанги. Для цього важкоатлети були розділені на три групи в залежності від того, з якої з виділених трьох типів траєкторій піднімається штанга в ривку.

Порівняння ваго-ростових показників атлетів не знайшло статистично значущих відмінностей в групах з різними типами траєкторій, як у жінок, так і у чоловіків (Таблиця 3.18). Середні показники ваги і зростання чоловіків у всіх групах були більше, ніж у жінок, що цілком природно. Аналогічні закономірності відзначені при порівнянні середніх результатів у ривку.

Таблиця 3.18

**Характеристика випробовуваних і середні результати в ривку у жінок  
(Ж) і чоловіків (Ч)**

Показник	І тип		ІІ тип		ІІІ тип	
	Ж n=30	Ч n=32	Ж n=16	Ч n=20	Ж n=31	Ч n=25
Маса тіла, кг	60,3 ±13,6	73,6 ±13,5	67,7 ±19,0	81,7 ±17,1	57,7 ±9,6	69,2 ±14,6
Зріст, см	160,9 ±8,5	174,2 ±5,4	163,9 ±5,4	176,7 ±5,6	162,7 ±8,4	171,4 ±9,1
Вік, лет	15,6 ±4,0	18,5 ±3,8	16,7 ±3,4	17,3 ±3,8	17,9 ±4,3	17,4 ±3,6
Результат, кг	57,0 ±19,3	100,6 ±28,9	63,9 ±21,9	96,7 ±29,4	54,5 ±15,2	91,0 ±27,9

Показники траєкторії ЦМ штанги, представлені в таблиці 3.19, характеризують висоту і горизонтальне переміщення снаряда, виражені у відсотках від довжини тіла атлетів.

Таблиця 3.19

**Відносні показники висоти підйому і горизонтального переміщення ЦМ  
штанги в ривку у жінок (Ж) і чоловіків (Ч)**

Показник	І тип		ІІ тип		ІІІ тип	
	Ж	Ч	Ж	Ч	Ж	Ч
Висота на початку фази фінального розгону,%	<b>37,2</b> ±4,4	37,1 ±3,8	<b>35,4</b> ±2,3	36,2 ±2,4	<b>34,7</b> ±3,6	34,9 ±3,2
Висота в момент максимуму вертикальної швидкості,%	49,8 ±2,3	49,5 ±2,5	50,2 ±1,6	50,6 ±2,6	50,1 ±2,8	49,5 ±2,0
Максимум висоти підйому в фазі фінального розгону,%	70,0 ±4,3	67,6 ±3,9	69,1 ±2,7	68,3 ±4,4	70,1 ±3,1	66,5 ±2,8
Висота в момент фіксації в кінці підсіда,%	55,7 ±5,2	55,8 ±4,0	56,4 ±3,6	58,2 ±6,9	56,8 ±4,0	55,1 ±4,9
Горизонтальне переміщення на початку фази фінального розгону,%	<b>5,3</b> ±1,6	4,9 ±1,4	<b>4,1</b> ±1,6	4,1 ±1,2	<b>3,1</b> ±1,4	2,1 ±1,7
Горизонтальне переміщення в момент максимуму вертикальної швидкості,%	<b>1,7</b> ±1,7	1,7 ±1,7	<b>-0,9</b> ±1,2	-1,4 ±0,8	<b>-2,9</b> ±2,9	-3,0 ±2,8
Горизонтальне переміщення в момент максимуму висоти,%	<b>3,7</b> ±2,8	4,5 ±2,3	<b>1,4</b> ±1,1	1,5 ±1,8	<b>-2,8</b> ±3,5	-3,7 ±3,4

Горизонтальне переміщення в момент фіксації, %	<b>10,6</b> <b>±5,0</b>	<i>10,2</i> <i>±2,3</i>	<b>6,3</b> <b>±2,1</b>	<i>5,9</i> <i>±2,2</i>	<b>2,1</b> <b>±3,5</b>	<i>-0,6</i> <i>±4,6</i>
--	----------------------------	----------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	----------------------------

Серед показників висоти підйому штанги найбільший інтерес представляє закономірність зміни висоти штанги на початку фази фінального розгону. Тільки цей показник статистично значимо відрізняється в порівнюваних групах спортсменів. Відзначимо, що на відміну від загального правила визначення граничного моменту між фазами амортизації і фінального розгону, що визначається зі зміни кутів в колінних суглобах, в даному випадку цей момент часу визначався по початку зростання горизонтальної складової швидкості ЦМ снаряда, спрямованої від тіла атлета. У жінок і у чоловіків величина цього показника закономірно зменшується при порівнянні раціонального, менш раціонального і нераціонального типів траєкторії ЦМ штанги. Так, наприклад, у жінок в першому типі траєкторії середня висота ЦМ штанги дорівнює  $37,2 \pm 4,4\%$ , у другому типі  $35,4 \pm 2,3\%$ , а в третьому -  $34,7 \pm 3,6\%$ . Відзначимо, що в цій і наступних таблицях показники, які мають статистично значущі відмінності, у жінок виділені жирним шрифтом, а у чоловіків курсивом. Що стосується зміни обговорюваного показника у жінок і чоловіків, то його величини статистично значуще не відрізняються.

Відносні показники горизонтального переміщення ЦМ штанги, виміряні щодо вертикальної лінії, проведеної з початкового положення ЦМ снаряда, статистично значимо різняться в порівнюваних групах атлетів. Причому середні величини цих показників у жінок і чоловіків практично збігаються. Відзначимо, що позитивні значення показників говорять про рух штанги праворуч від вертикалі, а негативні зліва.

У атлетів з раціональною траєкторією штанги в фазах попереднього розгону і амортизації ЦМ снаряда переміщається на більшу величину в сторону тіла спортсмена, ніж у атлетів з нераціональною траєкторією ( $p < 0,05$ ). Відповідні значення показника у жінок рівні  $5,3 \pm 1,6\%$  і  $3,1 \pm 1,4\%$ ,

а у чоловіків -  $4,9 \pm 1,4\%$  і  $2,1 \pm 1,7\%$ . В кінці фази фінального розгону ЦМ штанги в групі атлетів з нераціональною траєкторією більше переміщується від тіла атлета і навіть перетинає вертикальну лінію, що змушує багатьох атлетів робити стрибок вперед в фазі безопорного підседа. Аналогічним чином змінюється переміщення ЦМ штанги в точці максимальної висоти підйому. Величина цього показника може служити критерієм раціональності техніки підйому штанги в ривку. Наприклад, горизонтальне переміщення ЦМ штанги в момент максимальної висоти підйому у жінок з раціональною траєкторією снаряда одно  $3,7 \pm 2,8\%$ , з менш раціональної -  $1,4 \pm 1,1\%$ , а з нераціональною -  $2,8 \pm 3,5\%$  ( $p < 0,05$ ).

Порівняльний аналіз показників швидкості, потужності і сили, прикладеної до штанги, виявив тільки один показник, який статистично значимо різниться в порівнюваних групах атлетів (Таблиця 3.20). Це максимальна горизонтальна швидкість ЦМ штанги у фазі фінального розгону. У спортсменів з раціональною траєкторією ЦМ штанги величина швидкості статистично значимо менше, ніж в двох інших групах спортсменів. Наприклад, у жінок з раціональною траєкторією ЦМ штанги максимум горизонтальної швидкості дорівнює  $0,65 \pm 0,19$  м / с, а з нераціональною -  $0,92 \pm 0,23$  м / с ( $p < 0,001$ ).

Таблиця 3.20

**Кінематичні і динамічні показники руху штанги в ривку у жінок (Ж) і чоловіків (Ч)**

Показник	І тип		ІІ тип		ІІІ тип	
	Ж	Ч	Ж	Ч	Ж	Ч
максимум вертикальної швидкості, м / с	2,06 ±0,15	2,01 ±0,12	2,04 ±0,12	2,03 ±1,16	2,05 ±0,12	1,96 ±0,11
Зменшення швидкості в перехідній фазі, м / с	0,03 ±0,08	0,05 0,11	0,09 ±0,14	0,19 ±0,16	0,06 ±0,14	0,08 ±0,11
максимум горизонтальної швидкості, м / с	<b>0,65</b> <b>±0,19</b>	0,60 ±0,19	<b>0,87</b> <b>±0,23</b>	0,91 ±0,18	<b>0,92</b> <b>±0,23</b>	0,89 ±0,19
максимум абсолютної потужності, Вт	1636 ±526	2840 ±841	1892 ±634	2893 ±680	1629 ±433	2503 ±775



максимум відносної потужності, Вт / кг	27,4 ±7,0	37,7 ±6,8	27,6 ±4,8	36,0 ±7,3	28,0 ±5,6	35,9 ±7,5
максимум абсолютної вертикальної сили, Н	896 ±275	1554 ±512	1093 ±417	1633 ±392	872 ±229	1419 ±448
максимум відносної вертикальної сили, %	162,6 ±20,9	156,5 ±17,8	170,8 ±17,6	175,2 ±21,8	166,1 ±22,7	157,7 ±22,3

### 3.4 Кінематичні і динамічні показники руху штанги в ривку у жінок і чоловіків з різною динамікою швидкості ЦМ снаряда

У цій частині дослідження проведено порівняльний аналіз показників руху штанги у важкоатлетів з різною динамікою вертикальної складової швидкості ЦМ снаряда. Спортсмени були розділені на дві групи. До першої групи увійшли атлети, у яких не було зменшення вертикальної швидкості в фазі амортизації, а в другу групу - спортсмени з зменшенням швидкості. Втрати швидкості у жінок склали  $0,19 \pm 0,17$  м / с, а у чоловіків  $0,18 \pm 0,14$  м / с. У таблиці 3.21 представлена характеристика випробовуваних і середні результати атлетів в ривку.

З таблиці видно, що жінок, які піднімають штангу в ривку без втрат вертикальної швидкості, істотно більше, ніж чоловіків. Більш того, атлетів-чоловіків з раціональної технікою ривка менше, ніж з нераціональною.

Таблиця 3.21

#### Характеристика випробовуваних і середні результати в ривку у жінок (Ж) і чоловіків (Ч)

Показник	Ні втрат		Є втрати	
	Ж n=55	Ч n=38	Ж n=22	Ч n=42
Маса тіла, кг	59,8±12,9	67,8±11,3	65,3±17,7	79,4±16,9
Зріст, см	161,0±8,0	170,9±7,2	164,7±6,9	176,1±6,5
Вік, лет	17,0±4,3	17,0±2,8	16,7±3,7	18,4±4,3
Результат, кг	56,3±19,1	89,2±25,7	57,9±17,5	101,3±27,6

Порівняння показників висоти і горизонтального переміщення ЦМ штанги не виявило статистично значущих відмінностей між групами атлетів, крім відносної висоти штанги на початку фази фінального розгону (Таблиця 3.22).

Таблиця 3.22

**Відносні показники висоти підйому і горизонтального переміщення ЦМ штанги в ривку у жінок (Ж) і чоловіків (Ч)**

Показник	Ні втрат		Є втрати	
	Ж	М	Ж	М
Висота на початку фази фінального розгону,%	<b>36,6</b> <b>±3,9</b>	36,9 ±4,1	<b>34,1</b> <b>±3,4</b>	34,6 ±2,6
Висота в момент максимуму вертикальної швидкості,%	50,1 ±2,7	49,7 ±2,4	50,2 ±2,0	49,8 ±2,4
Максимум висоти підйому в фазі фінального розгону,%	70,0 ±3,9	67,8 ±3,6	69,9 ±2,8	66,9 ±3,9
Висота в момент фіксації в кінці підсіда,%	56,0 ±4,7	55,5 ±5,0	57,1 ±3,8	56,8 ±5,3
Горизонтальне переміщення на початку фази фінального розгону,%	4,1 ±1,8	3,5 ±2,2	4,3 ±1,5	4,1 ±1,4
Горизонтальне переміщення в момент максимуму вертикальної швидкості,%	-0,2 ±2,6	0,02 ±3,5	-2,1 ±3,4	-1,2 ±1,8
Горизонтальне переміщення в момент максимуму висоти,%	0,9 ±4,1	0,8 ±5,3	-0,3 ±4,2	1,3 ±3,2
Горизонтальне переміщення в момент фіксації,%	6,7 ±5,4	5,5 ±7,2	5,0 ±5,3	5,8 ±4,4

Відзначимо, що в цій та наступній таблиці показники, які мають статистично значущі відмінності, у жінок виділені жирним шрифтом, а у чоловіків курсивом. Відмінності значущі при  $p < 0,01$  і  $p < 0,001$ . У жінок і чоловіків величина цього показника більше у атлетів, які не мають втрат швидкості. Наприклад, у жінок висота ЦМ штанги, розрахована щодо їх зростання, дорівнює  $36,6 \pm 3,9\%$ , а у спортсменок з втратами швидкості -  $34,1 \pm 3,4\%$  ( $p < 0,01$ ). Візуальне порівняння атлетів з раціональної і нераціональної технікою ривка показує, що перші починають фінальний розгін штанги на

висоті, приблизно відповідної пахової області тіла спортсмена, тоді як атлети з нераціональною технікою починають фінальний розгін, коли гриф штанги знаходиться на рівні 2/3 стегна. Важливо підкреслити, що для підйому штанги по S- подібною траєкторією необхідно розігнати снаряд в горизонтальному напрямку до оптимальної, а не максимальної, швидкості і в напрямку «Вгору-назад».

Порівняльний аналіз показників швидкості, потужності і сили, прикладеної до штанги, виявив наявність статистично значущих відмінностей у всіх показників, крім максимальної вертикальної швидкості ЦМ штанги в фінальному розгоні (Таблиця 3.23).

Таблиця 3.23

**Кінематичні і динамічні показники руху штанги в ривку у жінок (Ж) і чоловіків (Ч)**

Показник	Ні втрат		Є втрати	
	Ж	Ч	Ж	Ч
максимум вертикальної швидкості, м / с	2,05 ±0,14	1,99 ±0,13	2,07 ±0,11	2,08 ±0,13
Зменшення швидкості в перехідній фазі, м / с	<b>0,76</b> ±0,22	0,67 ±0,21	<b>0,92</b> ±0,25	0,86 ±0,22
максимум горизонтальної швидкості, м / с	<b>1620</b> ±513,2	2376 ±657,6	<b>1965</b> ±606,4	3026 ±809,7
максимум абсолютної потужності, Вт	<b>26,6</b> ±5,9	34,7 ±6,3	<b>30,3</b> ±6,1	38,0 ±7,6
максимум відносної потужності, Вт / кг	<b>861</b> ±275,9	1301 ±367,2	<b>1103</b> ±352,6	1707 ±476
максимум абсолютної вертикальної сили, Н	<b>158,0</b> ±15,3	149,4 ±14,4	<b>184,9</b> ±23,4	173,8 ±20,4

Спортсмени, жінки і чоловіки, які не мають втрат швидкості, розганяють штангу в горизонтальному напрямку до меншій швидкості і виявляють меншу потужність і силу, щоб розігнати снаряд до потрібної вертикальної швидкості. Спортсмени з нераціональною технікою змушені компенсувати втрати вертикальної швидкості, виявляючи велику абсолютну і відносну потужність і силу.

У жінок середня різниця в максимальній вертикальній потужності в групі спортсменок з втратами швидкості і без втрат становить 345 Вт, а у чоловіків 650 Вт. Така додаткова потужність потрібна спортсменам, щоб компенсувати зменшення швидкості в фазі амортизації.

### **3.5 Вимоги до раціональної техніці і основний фізичний механізм підйому штанги в класичному ривку**

Порівняльні дослідження, проведені на важкоатлетів (чоловіків) високої кваліфікації - представників легких і важких вагових категорій, а також результати порівняльного аналізу показників кінематики та динаміки руху ЦМ штанги в ривку спортсменів різної кваліфікації чоловіків і жінок, які брали участь в офіційних змаганнях, дозволили сформулювати основні вимоги до раціональної техніці підйому штанги в ривку.

Для того щоб успішно виконати спробу в ривку, необхідно повідомити снаряду оптимальну вертикальну швидкість і висоту підйому штанги, які забезпечать спортсмену успішне виконання безопорного і опорного підсіда. Крім того, необхідно зберегти стійке положення тіла під час фіксації штанги. Виникає питання, за рахунок чого це можна зробити і який фізичний механізм лежить в основі правильного виконання підйому штанги в ривку. Під фізичним механізмом рухів розуміється процес зміни рухів в результаті прикладених сил, в тому числі і м'язових сил, обумовлений дією законів механіки. Необхідно за фактом зміни рухів встановити причини цих змін, знайти відповідні сили і закон їх застосування.

Таким чином, при оцінці технічної майстерності важкоатлетів за інформативним показником руху штанги слід орієнтуватися на вимоги, що пред'являються до раціонального способу виконання ривка, які зводяться до наступного.

У ривку необхідно розганяти штангу вгору-назад по S-образній траєкторії, яка не перетинає вертикаль, проведену через її ЦМ в момент відриву штанги від помосту. Такий рух дозволяє більшою мірою реалізувати

силові можливості атлетів, особливо в періоді підриву, в відміню від менш раціонального способу, коли ЦМ штанги перетинає цю лінію і рухається переважно вгору або вгору-вперед.

У фазі попереднього розгону ЦМ штанги повинен рухатися в сторону тіла атлета на 8-9 см ( $5,1 \pm 1,5\%$  від довжини тіла), а на початку фази фінального розгону штанга повинна знаходитися на висоті, приблизно відповідної пахової області атлета.

Раціональна техніка ривка характеризується відсутністю зменшення вертикальної швидкості ЦМ штанги в фазі амортизації. Це досягається активним розгинанням тулуба на тлі згинання ніг в колінних і гомілковостопних суглобах. Характерна помилка, особливо початківців спортсменів, полягає в тому, що вони «підсаджуються» під штангу без активного розгинання тулуба, тим самим зменшуючи силу, діючу на снаряд. Як наслідок цього, відбувається зменшення вертикальної швидкості, яке потрібно компенсувати в фінальному розгоні штанги [99].

На початку фази фінального розгону необхідно повідомити штанзі оптимальну, а не максимальну, горизонтальну швидкість в напрямку від тіла спортсмена (0,4-0,7 м / с). Це досягається розгоном штанги без різкої зміни траєкторії її руху в горизонтальному напрямку, яке називають «подбивом». Оптимальна для кожного спортсмена величина горизонтальної швидкості штанги в фінальному розгоні необхідна для реалізації фізичного механізму, що лежить в основі її підйому.

В кінці фази фінального розгону спортсмени гальмують рух штанги в горизонтальному напрямку і розганяють снаряд в напрямку власного тіла. ЦМ штанги, рухаючись вгору-назад, описує своєрідну петлю і, досягаючи найвищої точки підйому, опускається вниз. Зміна напрямку руху штанги в фінальному розгоні спортсмени виконують за рахунок активного розгинання тулуба при повністю випрямлених руках. Такий рух призводить до виникнення сили, яка додається до штанги, що утримує снаряд на криволінійній траєкторії.

Після того, як штанга досягає максимуму вертикальної швидкості в фінальному розгоні, спортсмени виконують безопорний і опорний підсід. В цей час атлети продовжують діяти на штангу аж до досягнення нею максимальної висоти підйому. В результаті цього снаряд піднімається на велику висоту, ніж якби він рухався за інерцією. Розрахунки показують, що різниця між дійсною і теоретичною висотою підйому ЦМ штанги у чоловіків в ривку становить  $0,101 \pm 0,027$  м, а у жінок -  $0,095 \pm 0,032$  м (Таблиця 3.24). Таким чином, за рахунок даного фізичного механізму підйому штанги в ривку спортсмени піднімають снаряд приблизно на 30% вище, ніж якби штанга рухалася за інерцією.

Таблиця 3.24

**Висота підйому штанги по інерції і реальний рух ЦМ снаряда після максимуму вертикальної швидкості в ривку**

Показник	Середнє	Ст. відх.
Чоловіки (n=77)		
Розрахункова $\Delta H$ , м	0,203	0,028
Дійсна $\Delta H$ , м	0,304	0,042
Різниця висоти, м	0,101	0,027
Жінки (n=77)		
Розрахункова $\Delta H$ , м	0,208	0,021
Дійсна $\Delta H$ , м	0,303	0,045
Різниця висоти, м	0,095	0,032

Найбільш важливим підсумком цих досліджень стало визначення основного фізичного механізму підйому штанги, розуміння якого відкриває нові можливості до вдосконалення тренувального процесу і підвищення його ефективності. Мова йде не тільки про пошук більш ефективних спеціально-допоміжних вправ для вдосконалення техніки ривка, а й про більше обґрунтованому відборі перспективних спортсменів, що відрізняються більш досконалою технікою класичних важкоатлетичних вправ.

У чому ж полягає фізичний механізм розгону штанги в ривку?

Відповідь на це питання полягає в ролі горизонтальної сили, потужності і швидкості ЦМ штанги, а також необхідності піднімати снаряд по S-образної траєкторії. Як вже зазначалося вище, в фазі попереднього розгону і фазі амортизації в ривку штанга рухається в напрямку тіла атлета. У фазі фінального розгону напрямок руху штанги змінюється на протилежне, і їй повідомляється горизонтальна швидкість, спрямована від тіла атлета. Надалі спортсмени гальмують рух штанги і потім розганяють снаряд в напрямку власного тіла. ЦМ штанги, рухаючись вгору-назад, описує своєрідну петлю і, досягаючи найвищої точки підйому, опускається вниз. Зміна напрямку руху штанги спортсмени виконують за рахунок активного розгинання тулуба при повністю випрямлених руках. Ніякого підйому плечей за рахунок скорочення трапецієподібних м'язів, як це вважалося раніше, не відбувається. Навпаки, руки повинні бути натягнуті як трос, щоб забезпечити можливо великі доцентрові сили, які утримують штангу на криволінійній траєкторії. При цьому м'язи верхнього плечового пояса і рук скорочуються в ізометричному режимі і здатні розвивати великі сили тяги. Іншими словами, спортсмени спочатку розганяє штангу від себе, а потім як би накидає її на себе.

Таким чином, основний фізичний механізм розгону штанги в ривку полягає не в активному підйомі плечей з виходом на шкарпетки в вертикальному напрямку в кінці підриву, як це вважали раніше, а в розгоні штанги по криволінійній траєкторії за рахунок активного розгинання ніг і особливо тулуба з виходом на шкарпетки. Основну роль в цьому русі відіграє горизонтальна швидкість штанги в напрямку від тіла атлета. Крім того, ключовим моментом техніки ривка є відсутність втрат вертикальної швидкості штанги в фазі амортизації, яке у атлетів легких вагових категорій досягається активним розгинанням тулуба під час згинання ніг в колінних суглобах в фазі амортизації, так зване «підведення колін». Атлети легких вагових категорій починають ці рухи раніше, ніж важкоатлети. Попередній розгін штаги, фаза амортизації і фінальний розгін виконуються разом, як єдине ціле.

Виявлені закономірності дають підставу по-новому поглянути на техніку виконання ривка, на підбір відповідних тренувальних вправ і розробку тренажерів, що дозволяють реалізувати описаний фізичний механізм підйому штанги в класичному ривку.

Поряд з перерахованими вимогами до раціональної техніці ривка пропонується спосіб оцінки її реалізаційної ефективності, заснований на використанні швидко-силових можливостей атлетів. В даному випадку використаний підхід до оцінки техніки атлетів в ривку, запропонований в роботі [95], коли техніка і швидко-силові можливості оцінюються не в різних вправах, а в кращій спробі під час змагань. Були розраховані рівняння регресії між результатом в ривку і максимальною потужністю, яку розвивають спортсмени в фазі фінального розгону. Коефіцієнт ефективності техніки являє собою різницю між результатом в класичному вправі, показаним на змаганні, і середнім результатом в цій вправі, розрахованим за рівнянням регресії.

Оцінку реалізаційної ефективності техніки атлета можна виконати наступним чином. У рівняння регресії в якості аргументу підставляється значення максимальної потужності, показане спортсменом в кращій спробі, тим самим розраховується теоретичний результат в ривку, який повинен показати спортсмен виходячи зі своїх швидко-силових можливостей. Отриманий результат порівнюється з дійсним результатом, показаним на змаганнях. Якщо спортсмен показав у ривку результат більше розрахункового, то його техніка краще середнього рівня, а якщо менше розрахункового, то, відповідно, гірше середнього рівня. Чим різниця більше по абсолютній величині, тим ефективність техніки вище або нижче середнього рівня.

1. Виявлено принципові відмінності в показниках руху ЦМ штанги у висококваліфікованих важкоатлетів легких і важких вагових категорій.

Порівняння форми і положення траєкторій ЦМ штанги щодо вертикалі, проведеної в момент її відриву від опори, показало, що легковаговиків відрізняє більш раціональний тип траєкторії, яка не перетинає вертикаль,



проведену в момент відриву снаряда від опори, при цьому штанга рухається вгору-назад. Спортсмени важких вагових категорій піднімають штангу переважно вгору, а траєкторія двічі перетинає вертикальну лінію.

Більшість легковаговиків рівномірно розганяють штангу в вертикальному напрямку, не мають втрат швидкості в фазі амортизації, а на початку фази фінального розгону повідомляють штанзі меншу швидкість в горизонтальному напрямку. Спортсменів важких вагових категорій відрізняє двотактний ритм підйому снаряда з втратами вертикальної швидкості в фазі амортизації і великими витратами сил і потужності в горизонтальному напрямку.

Показано, що вивчення кінематичних і динамічних характеристик руху штанги слід проводити з використанням вимірювальних систем, що дозволяють розраховувати рух ЦМ снаряда. Дані, отримані з руху торця грифу штанги, не дозволяють робити однозначні висновки, оскільки в більшості випадків штанга обертається щодо осей, що проходять через її ЦМ.

2. Результати порівняльного аналізу показників руху ЦМ штанги у кваліфікованих важкоатлетів чоловіків і жінок виявили ще один тип траєкторії ЦМ снаряда, який характеризується рухом штанги переважно вгору-вперед і є нераціональним.

Більшість жінок розганяють штангу без зменшення вертикальної швидкості в фазі амортизації і мають менші величини максимальної горизонтальної швидкості ЦМ штанги на початку фази фінального розгону, ніж чоловіки.

Як чоловіки, так і жінки більшу частину енергії витрачають на підйом снаряда і меншу частину на його розгін до максимальної вертикальної швидкості.

3. З'ясовано причина підйому штанги в ривку по раціональній і нераціональній траєкторії.

Спортсмени з раціональною траєкторією на початку фази фінального розгону виконують «підбивши» штанги на більшій висоті і при більшому

горизонтальному переміщенні снаряда в сторону тіла атлета, розганяючи штангу до меншої горизонтальної швидкості.

Спортсмени з нераціональною траєкторією піднімають штангу на меншу висоту, менше переміщують снаряд в сторону тіла, що змушує робити не «підбивши», а «відбивши» штанги з більшою, ніж необхідно, горизонтальною швидкістю снаряда.

4. Важкоатлети, жінки і чоловіки, які не мають втрат вертикальної швидкості в фазі амортизації, розганяють штангу в горизонтальному напрямку до меншій швидкості і виявляють меншу потужність і силу, щоб розігнати снаряд до потрібної вертикальної швидкості. Спортсмени з нераціональною технікою змушені компенсувати втрати вертикальної швидкості, виявляючи велику абсолютну і відносну потужність і силу.

5. Сформульовано основні вимоги до раціональної техніці підйому штанги в ривку, засновані на результатах власних досліджень і аналізі спеціальної літератури з біомеханіки важкоатлетичних вправ.

Запропоновано метод оцінки реалізаційної ефективності техніки в ривку за ступенем використання швидкісно-силових можливостей атлетів.

6. Результати порівняльного аналізу кінематичних і динамічних показників руху ЦМ штанги дозволили розкрити основний фізичний механізм підйому штанги в ривку.

## ВИСНОВКИ

1. В результаті порівняння закономірностей зміни кінематичних і динамічних показників руху ЦМ штанги у важкоатлетів різної кваліфікації, вагових категорій, чоловіків і жінок виявлено критерії і основні вимоги до раціональної техніці підйому штанги в ривку.

2. Критеріями раціональної траєкторії ЦМ штанги є форма і кінематичні показники її руху. Траєкторія штанги в ривку повинна мати S-подібну форму, не перетинати вертикальну лінію, проведену в момент відриву снаряда від помосту, а підйом штанги спрямований вгору-назад. В кінці фази амортизації атлети повинні піднімати штангу на висоту  $37,1 \pm 3,8\%$  і переміщати її в сторону власного тіла на  $4,9 \pm 1,4\%$  від довжини тіла, а на початку фази фінального розгону повідомляти штанзі оптимальну горизонтальну швидкість вперед рівну  $0,65 \pm 0,19$  м / с.

Підйом штанги по нераціональній траєкторії, яка перетинає вертикальну лінію, а підйом штанги спрямований вгору-вперед, обумовлений тим, що атлети в кінці фази амортизації піднімають штангу на меншу висоту ( $34,7 \pm 3,6\%$ ) і менше переміщують снаряд в сторону власного тіла ( $3,1 \pm 1,4\%$ ), а на початку фази фінального розгону штанзі повідомляється більша, ніж необхідно горизонтальна швидкість ( $0,92 \pm 0,23$  м/с). Аналогічні закономірності характерні для важкоатлетів-жінок.

3. Критерієм раціональної техніки підйому штанги в ривку є відсутність зменшення вертикальної швидкості ЦМ штанги в фазі амортизації. Атлети з нераціональною технікою ривка змушені компенсувати втрати швидкості за рахунок більшої вертикальної потужності і сили, прикладеної до снаряду в фазі фінального розгону.

Висококваліфіковані важкоатлети-чоловіки легких вагових категорій відрізняються від атлетів важких вагових категорій відсутністю втрат вертикальної швидкості в фазі амортизації і більш рівномірним збільшенням швидкості під час підйому снаряда. Спортсменів важких вагових категорій

відрізняє двотактний ритм підйому штанги з невеликими втратами вертикальної швидкості, великими величинами вертикальної швидкості в кінці фази попереднього розгону снаряда і більшою тривалістю цієї фази.

Кваліфікованих важкоатлетів-жінок від чоловіків відрізняє більша кількість спортсменок, які не мають втрат вертикальної швидкості в фазі амортизації. Незважаючи на менші силові можливості техніка ривка у жінок за даним критерієм краще, ніж у чоловіків.

4. Після того, як штанга досягає максимуму вертикальної швидкості в фінальному розгоні, спортсмени продовжують діяти на штангу аж до досягнення нею максимальної висоти підйому. В результаті цього снаряд піднімається на велику висоту, ніж якби він рухався за інерцією. Різниця між дійсною і теоретичною висотою підйому ЦМ штанги у чоловіків в ривку становить  $0,101 \pm 0,027$  м, а у жінок -  $0,095 \pm 0,032$  м.

5. Найбільш інформативним критерієм технічної та швидкісно-силової підготовленості важкоатлетів чоловіків і жінок є максимальна вертикальна потужність, що розвивається атлетами в фазі фінального розгону. У кваліфікованих важкоатлетів коефіцієнти кореляції між цим показником і результатом в ривку рівні 0,89 і 0,91 ( $p < 0,001$ ), відповідно у чоловіків і жінок.

6. Найбільші величини механічної енергії у жінок і чоловіків витрачаються на підйом штанги на потрібну висоту, а найменші на розгін снаряда до максимальної швидкості. Відповідні величини потенційної і кінетичної енергії у жінок в ривку становлять 78,2% і 21,8% від величини повної механічної енергії, а у чоловіків - 80,7% і 19,3%. Кореляція потенційної енергії з результатом в ривку у чоловіків 0,95, а у жінок 0,94. Величина кінетичної енергії пов'язана з результатом на рівні 0,58 і 0,69 ( $p < 0,01$ ), відповідно.

7. Запропоновано метод оцінки реалізаційної ефективності техніки атлетів в ривку, заснований на використанні швидкісно-силових можливостей атлетів. Коефіцієнти ефективності техніки визначаються величиною регресійних залишків, які представляють собою різницю між

дійсно показаним результатом під час змагань і теоретичним результатом, розрахованим по рівнянню регресії між максимальною вихідною потужністю і результатом в ривку.

8. Результати дослідження дозволили розкрити основний фізичний механізм підйому штанги в ривку, який полягає в русі снаряда по криволінійній траєкторії в фазі фінального розгону за рахунок сили. Основну роль в цьому русі відіграє оптимальна величина горизонтальної швидкості штанги, яку створюють атлети на початку фази фінального розгону.

## ПОСИЛАНИЯ

1. Агашин, Ф.К. Биомеханика ударных движений / Ф.К. Агашин. – М. : Физкультура и спорт, 1977. – 207 с.
2. Агудин, В.П. Влияние величины отягощения на биомеханические показатели траектории движения грифа штанги и на рост спортивных результатов тяжелоатлетов : автореф. дис. ... канд. пед. наук/ Агудин В.П. ; [Тартус. гос. ун-т.] Тарту, 1972. – 33 с.
3. Балахничев, В.В. Особенности техники бега на 110 м с барьерами и повышение ее эффективности у спортсменов высокого уровня мастерства : автореф. дис. канд. пед. наук. – М., 1982. – 26 с.
4. Бернштейн, Н.А. О ловкости и ее развитии / Н.А. Бернштейн. – М. : Физкультура и спорт, 1991. – 288 с.
5. Бернштейн, Н.А. О построении движений / Н.А. Бернштейн. – М. : Медгиз, 1947. – 255 с.
6. Бернштейн, Н.А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности / Н.А. Бернштейн. – М.: Медицина, 1966. – 231 с.
7. Бернштейн, Н.А. Физиология движений и активность / Н.А. Бернштейн ; под. ред. акад. О.Г. Газенко. – М. : Наука, 1990. – 495 с.
8. Болховских, Р.Н. Формирование модели скорости вылета штанги с применением лазерных и компьютерных технологий / Р.Н. Болховских, В.Н. Мишустин // Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Комплексное сопровождение подготовки высококвалифицированных спортсменов», 27 марта 2013 г.: итоговый сб. / М-во спорта РФ, Федер. науч. центр физ. культуры и спорта. – М., 2013. – С. 213–219.
9. Воробьев, А. Н. Тяжелоатлетический спорт: Очерки по физиологии и спортивной тренировке / А.Н. Воробьев – М. : Физкультура и спорт, 1977. – 255 с.: ил.
10. Воробьев, А.Н. Современные представления о некоторых закономерностях техники классических упражнений / А.Н. Воробьев // Теория

и практика физической культуры. – 1972. – С. 11–14.

11. Воробьев, А. Н. Тяжелая атлетика : учебник для институтов физкультуры / А.Н. Воробьев. – М. : Физкультура и спорт, 1972. – 248 с.

12. Воробьев, А.Н. Научное обоснование основных положений спортивной тренировки и техники тяжелоатлетов / А.Н. Воробьев // Теория и практика физ. культуры. – 1978. – N 5. – С. 8–11.

13. Воронович, Ю.В. Биомеханический анализ техники рывка в тяжелой атлетике : дис. ... магистра пед. наук : 12.08.80 / Ю.В. Воронович. – Могилев, 2011. – 60 с.

14. Воронович, Ю.В. Использование бесконтактных методов регистрация движения в контроле технической деятельности тяжелоатлетов / Ю.В. Воронович

1. // Актуальные проблемы физической культуры, спорта, туризма и рекреации : материалы студенческой межрегиональной науч.-практ. конф., посвящ. 135-летию Томского гос. ун-та, 75-летию кафедры физ. воспитания, 50-летию оздоровительно-учебного центра, Томск, 25 апр. 2013 / Томский гос. ун-т; редкол. В.Г. Шилько [и др.]. – Томск, 2013. – С. 255–259.

15. Воронович, Ю.В. Сравнительный биомеханический анализ основных динамических характеристик техники рывка в тяжелой атлетике / Ю.В. Воронович, Д.А. Лавшук, В.И. Загrevский // Мир спорта. – 2013. – № 1 (50). – С. 35–40.

16. Воронович, Ю.В. Сравнительный биомеханический анализ пространственных показателей движения штанги в рывке у спортсменов высокой и средней спортивной квалификации / Ю.В. Воронович // Ученые записки университета имени П.Ф.Лесгафта. – 2018. № 5 (159). – С. 44-46.

17. Воронович, Ю.В. Срочная педагогическая коррекция техники рывка в тяжелой атлетике / Ю.В. Воронович, Д.А. Лавшук, В.И. Загrevский // Мир спорта. 2016. – № 3 (64). – С. 35–39.

18. Гавердовский, Ю.К. Сложные гимнастические упражнения и обучение им : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04 / Гавердовский Юрий

Константинович; [Гос. центральный ордена Ленина ин-т физ. культуры]. – М., 1985. – 33 с.

19. Ге, Н.Д. Методика обучения технике тяжелоатлетических упражнений : автореф. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / Н.Д. Ге ; [Гос. центральный Орден Ленина ин-т физ. культуры]. – М. , 1991. – 19 с.

20. Ге, Н.Д. Техническая подготовка тяжелоатлетов: Техника, обучение, совершенствование. Новая концепция подготовки тяжелоатлетов. – Алма-Аты, 1999. – 120с.

21. Годик, М.А. Педагогические основы нормирования и контроля соревновательных и тренировочных нагрузок : автореф. дис. докт. пед. наук: 53 13.00.04 / Годик Марк Александрович; [Гос. центр. Ордена. Ленина ин-т физ. культуры]. – М., 1982. 48 с..

22. Гультияев, А.К. Имитационное моделирование в среде Windows: практическое пособие / А.К. Гультияев. – СПб.: Корона принт, 1999. – 288 с.

23. Дворкин Л.С. Тяжелая атлетика: учеб. для студентов вузов, осуществляющих образоват. деятельность по направлению 521900 Физ.культура и спец. 022300 Физкультура и спорт: доп. Гос. ком. РФ по физ. Культуре и спорту / Л.С. Дворкин. – М. : Сов. Спорт, 2005. – 597 с.: ил.

24. Дмитриев, С. В. Закономерности формирования и совершенствования систем движений спортсменов в контексте проблем теории решения двигательных задач : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04 / Дмитриев Станислав Владимирович. – М., 1991. – 26 с.

25. Дмитриев, С.В. Двигательная задача в контексте идей Н.А. Бернштейна / С.В. Дмитриев // Тез. докл. 111 Всерос. конф. по биомеханике, посвящ. 100-летию со дня рождения Н.А. Бернштейна (1-4 окт. 1996 г.). – Н. Новгород, 1996. – Т. 2. – С. 25.

26. Донской, Д.Д. Биомеханика : учеб. для ин-тов физ. культ / Д.Д. Донской, В.М. Зациорский. – М. : Физкультура и спорт, 1979. – 264 с.

27. Донской, Д.Д. Биомеханика с основами спортивной техники / Д.Д. Донской. – М. : Физкультура и спорт, 1971. – 288 с.



28. Донской, Д.Д. Биомеханика физических упражнений : учеб. пособие для студентов физкультурных учеб. заведений / Д.Д. Донской. – М. : ФиС, 1960. – 240 с.
29. Донской, Д.Д. Биомеханика : учеб. пособие для студентов факультетов физ. воспитания пед. ин-тов / Д.Д. Донской. – М., 1975. – 239 с.
30. Донской, Д.Д. Законы движений в спорте / Д.Д. Донской. – М. : Физкультура и спорт, 1968. – 175 с.
31. Донской, Д.Д. Теория строения движений / Д.Д. Донской // Теория и практика физической культуры. – 1991. – № 3. – С. 9-12.
32. Дроздов, В.Ф. Оценка технико-тактических действий тяжелоатлетов в условиях соревновательной деятельности / В.Ф. Дроздов, М.Д. Костов // Проблемы спорта высших достижений и подготовки спортивного резерва: Тез. докл. респ. научно-практ. конф. – Минск, 1994. – С. 62-63.
33. Дружинин, В.А. Оптимальные параметры техники рывка и толчка и последовательности первоначального обучения : автореф. дис. ...канд. пед. наук / В.А. Дружинин; [Гос. центр. Ордена. Ленина ин-т физ. культуры] – М., 1972. – 22 с.
34. Жеков, И.П. Биомеханика тяжелоатлетических упражнений / И.П. Жеков. – М. : Физкультура и спорт, 1976. – 192 с.
35. Загrevский, В.И. Биомеханика физических упражнений : учеб. пособие / В.И. Загrevский. – Могилев : МГУ им. А.А. Кулешова, 2003. – 140 с.
36. Загrevский, В.И. Компьютерная программа построения расчетных моделей анализа движения биомеханических систем / В.И. Загrevский, О.И. Загrevский // Теория и практика физической культуры. – 2014. – № 7. – С. 66-68.
37. Загrevский, В.И. Модели анализа движений биомеханических систем / В. И. Загrevский. – Томск : Изд-во Том.ун-та, 1990. – 124 с.
38. Загrevский, В.И. Построение оптимальной техники спортивных упражнений в вычислительном эксперименте на ПЭВМ : монография / В.И.

Загrevский, Д.А. Лавшук, О.И. Загrevский. – Могилев : МГУ им. А.А. Кулешова, 2000. – 190 с.

39. Загrevский, В.И. Программирование обучающей деятельности спортсменов на основе имитационного моделирования движений человека на ЭВМ : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04; 01.02.08 / Загrevский Валерий Иннокентьевич. – М., 1994. – 48 с.

40. Загrevский, В.И. Расчетные модели кинематики и динамики биомеханических систем / В. И. Загrevский. – Томск : Том. гос. пед. ун-т, 1999. – 156 с.

41. Запорожанов, В.А. Комплексный контроль в современном спорте / В.А. Запорожанов // Теория и практика физической культуры. – 1982. С. 41-43.

42. Захаров, А.А. Организационно-методические и научно-педагогические составляющие биомеханического контроля в спорте / А.А. Захаров, А.А. Шалманов, Е.А. Лукунина // Физкультура и спорт: воспитание, образование, тренировка. – 2018. – № 5. – С. 26-29.

43. Зациорский, В.М. Биомеханика двигательного аппарата человека / В.М. Зациорский, А.С. Аруин, В.Н. Селуянов. – М. : Физкультура и спорт, 1981. – 143 с.

44. Зациорский, В.М. Двигательные качества спортсменов (исследования по теории и методике воспитания) : автореф. дис. ... д-ра пед. наук / Зациорский Владимир Михайлович; [Гос. центр. Ордена. Ленина ин-т физ. культуры]. – М., 1968. – 71 с.

45. Зациорский, В.М. Методы экспериментальных исследований в современной биомеханике спорта / В.М. Зациорский // Материалы первой Всесоюзной науч. конф. по биомеханике спорта : в 2 ч. / Ч. I. – М., 1974. – С. 35.

46. Зверев, В.Д. Анализ основных биомеханических характеристик техники движения атлета и снаряда в соревновательных упражнениях тяжелоатлета / В.Д. Зверев, А.Н. Сурков // Сб. науч. тр. кафедры атлетизма /

Санкт-Петербургская гос. акад. физ. культуры им. П.Ф. Лесгафта. – СПб. : б.и., 2000. – С. 12–13.

47. Иванова, Г.П. Биомеханика ударных взаимодействий в спорте : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : / Г.П. Иванова; Рига, 1991. – 29 с.

48. Кичайкина Н.Б. Структуризация режимов работы мышц при выполнении рывка штанги / Н.Б. Кичайкина, Н.А. Дьяченко, И.В. Косьмин // Культура физическая и здоровье. – 2015. – № 3. – С. 21–23.

49. Коренберг, В.Б. Основы качественного биомеханического анализа / В.Б. Коренберг. – М. : Физкультура и спорт, 1979. – 208 с.

50. Лавшук, Д.А. Поиск рациональной техники соревновательных упражнений в вычислительном эксперименте на ЭВМ / Д.А. Лавшук, Ю.В. Воронович // Актуальные проблемы физического воспитания, спорта и туризма : Материалы междунар. науч.-практ. конф., Мозырь, 11–13 окт. 2012 г. / УО МГПУ им. И.П. Шамякина ; редкол. : С.М. Блоцкий (отв. ред.) [и др.]. – Мозырь, 2012. – С. 220–222.

51. Ланка, Я.Е. Биомеханика толкания ядра / Я.Е. Ланка, Ан.А. Шалманов. – М. : ФиС, 1982. – 73 с.

52. Ланка, Я. Соотношение общего и индивидуального в изучении и оценке спортивной техники / Я. Ланка, А. Кондрадс, А. Шалманов // Наука в спорте. – 2006. – С. 103–113.

53. Лапутин, А.Н. Биомеханика физических упражнений. Лабораторные занятия / А.Н. Лапутин. – Киев : Вища школа, 1976. – 88 с.

54. Лукашев, А.А. Временная структура межмышечных координаций при выполнении рывка тяжелоатлетами высокой квалификации / А.А. Лукашев // Теория и практика физической культуры. – 1970. – № 12. – С. 15–13.

55. Лукашев, А.А. Анализ техники выполнения рывка тяжелоатлетами высокой квалификации : автореф. дис. канд. пед. наук / А.А. Лукашев; [Гос. центр. Ордена Ленина ин-т физ. культуры]. – М., 1972. – 35 с.

56. Лукашов, А.А. Анализ техники выполнения классического толчка

тяжелоатлетами высокой квалификации : автореф. дис. ... канд. пед. наук / А.А. Лукашов ; [Белорус. гос. ун-т физ. культуры Ордена Ленина]. – Минск, 1972. – 23 с.

57. Лукьянов, М.Г. Тяжелая атлетика для юношей : учеб. пособие / М.Г. Лукьянов. – М. : Физкультура и спорт, 1967. – 237 с.

58. Малютина, А.Н. Значение ритмо-временной структуры техники рывка у женщин-тяжелоатлетов : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / А.Н. Малютина ; [Москов. гос. акад. физ. культуры]. – Малаховка, 2008. – 24 с.

59. Маркизов, В.В. Прибор для измерения скоростно-силовых качеств спортсменов / В.В. Маркизов, Г.С. Туманян, М.А. Якубович // Теория и практика физической культуры. – 1974. – С. 70–72.

60. Мартьянов, С.С. Компенсаторные приспособления в движениях тяжелоатлетов / С.С. Мартьянов, Г.И. Попов // Теория и практика физической культуры. – 1991. – С. 48–51.

61. Мартьянов, С.С. Совершенствование техники движений тяжелоатлетов с помощью технических средств / С.С. Мартьянов, Г.И. Попов // Формирование двигательных действий в физическом воспитании: Межвузовский сборник научных трудов. – М. : МОЕШ им. Н.К. Крупской, 1988. – С. 61–71.

62. Масальгин, Н.А. Математико-статистические методы в спорте / Н.А. Масальгин. – М. : Физкультура и спорт, 1974. – 151 с.

63. Масловский, Е.А. Управление технической подготовкой метателей молота на основе срочной информации о биомеханических характеристиках метания / Е.А. Масловский, В.И. Загревский // Вісн. Чернігів. нац. пед. ун-ту. Сер. пед. науки. фіз. вихов. та спорт. – 2012. – Вип. 102. – С. 73–78.

64. Медведев, А.С. Биомеханика классического рывка и толчка и основных специально-подготовительных рывковых и толчковых упражнений : монография для спортсменов и тренеров, слушателей ВШТ, ФПК,

аспирантов и студентов, обучающихся по программам бакалавра и магистра / А.С. Медведев. – Ижевск : Олимп Лтд, 1997. – 32 с.: ил.

65. Медведев, А.С. Система многолетней тренировки в тяжелой атлетике / А.С. Медведев. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – 271 с.

66. Покатилов, А.Е. Биомеханика взаимодействия спортсмена с упругой опорой / А.Е. Покатилов; под ред. В.И. Загrevского. – Минск : Изд. центр БГУ, 2006. – 351 с.

67. Полетаев, П.А. Моделирование кинематических характеристик соревновательного упражнения «рывок» у тяжелоатлетов высокой квалификации : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Полетаев П.А. – М., 2006. – 22 с.

68. Полетаев, П.А. Анализ техники тяжелоатлетов в рывке при однократном и двукратном подъемах штанги с максимальным или близкой к максимальной нагрузкой / П. Полетаев, Х. Кампос, А. Квеста // Теория и практика физической культуры. – 2005. – № 11. – С. 53–60.

69. Попов, Г.И. Биомеханика двигательной деятельности : учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования / Г.И. Попов, А.В. Самсонова. – М. : Издательский центр «Академия», 2011. – 320 с.

70. Попов, Г.И. Биомеханические основы создания предметной среды для формирования и совершенствования спортивных движений : автореф. дис. д-ра пед. наук : 01.02.08, 13.00.04 / Попов Григорий Иванович ; [Гос. центральный ордена Ленина ин-т физ. культуры]. – М., 1992. – 48 с.

71. Ратов, И.П. Влияние научного подхода Н.А. Бернштейна на методологию и направления развития спортивной экспериментальной биомеханики / И.П. Ратов, Г.И. Попов // Теория и практика физической культуры. 1996. № П. – С. 53–56.

72. Ратов, И.П. Исследование спортивных движений и возможностей управления изменения их характеристик с использованием технических средств : автореф. дис. д-ра пед. наук / И.П. Ратов. – М., 1972. – 45 с.

73. Ратов, И.П. Концепция «искусственная управляющая среда», ее

основные положения и перспективы использования / И.П. Ратов // Науч. тр. 1995 года. – М. : ВНИИФК, 1996. – Т. 1. – С.129–148.

74. Ратов, И.П. Предмет, содержание и перспективы биомехатроники – синтезируемой научной дисциплины, разрабатывающей технологии конструирования и построения движений с заданной результативностью / И.П. Ратов, В.К. Бальсевич, В.Д. Кряжев // Теория и практика физической культуры. – 1993. – № 8. – С. 45–48.

75. Роман, Р.А. Подготовка тяжелоатлетов в вузе / Р.А. Роман // Тяжелая атлетика : Ежегодник. – М., 1972. – С. 40–58.

76. Роман, Р.А. Пространственная точность движений тяжелоатлета, ее совершенствование и значение двигательного анализатора : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Р.А. Роман ; [Гос. центр. Ордена Ленина ин-т физ. культуры]. – М., 1965. – 23 с.

77. Самсонова, А.В. Моторные и сенсорные компоненты биомеханической структуры физических упражнений : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 03.00.13, 13.00.04 / Самсонова Алла Владимировна ; [Санкт-петербургская гос. акад. физ. культуры им. П.Ф. Лесгафта]. – СПб., 1997. – 31 с.

78. Селуянов, В.Н. Методика определения масс-инерционных характеристик сегментов тела человека: метод. разработка по курсу биомеханики для студентов и слушателей ГЦОЛИФК / В.Н. Селуянов. – М.: 1981. – 95 с.

79. Селуянов, В.Н. Методы построения физической подготовки спортсменов высокой квалификации на основе имитационного моделирования : автореф. дис. ... д-ра пед. наук / Селуянов В.Н.; [Гос. центр. Ордена Ленина ин-т физ. культуры]. – М., 1992. – 47 с.

80. Селуянов, В.Н. Научно-методическая деятельность : учебник по направлению 032100 – Физическая культура и специальностям 032101 – Физическая культура и спорт, 032102 – Физическая культура для лиц с отклонениями в состоянии здоровья (Адаптивная физическая культура) / В.Н.

Селуянов, М.П. Шестаков, И.П. Космина. – М. : Физическая культура, 2005. – 288 с.

81. Сивохин, И.П. Структура специально-вспомогательных упражнений при совершенствовании техники рывка штанги : автореф. дисс...канд. пед. наук/ И. П. Сивохин ; [Гос. центр. Ордена Ленина ин-т физ. культуры]. – М., 1990. – 23 с.

82. Скотников, В.Ф. Движение штанги у тяжелоатлетов высокой квалификации в условиях соревнований / В.Ф. Скотников, А.А. Шалманов, А.В. Панин // Теория и практика физической культуры. – 2014. – №2 . – С. 94-98

83. Сучилин, Н.Г. Оптико-электронные методы измерения движений человека / Н.Г. Сучилин, Н.Г. Соловьев, Г.И. Попов. – М. : ФОН, 2000. – 126 с.

84. Сучилин, Н.Г. Педагогико-биомеханический анализ спортивных движений на основе программно-аппаратного видеокomплекса / Н. Г. Сучилин, Л.Я. Аркаев, В.С. Савельев // Теория и практика физической культуры. – 1996. – № 4. – С. 12–20.

85. Сучилин, Н.Г. Становление и совершенствование технического мастерства в упражнениях прогрессирующей сложности : автореф. дис. д-ра пед. наук / Сучилин Николай Георгиевич ; [Московский областной государственный ин-т. физ. культуры]. – М., 1989. – 48 с.

86. Уткин, В.Л. Биомеханика физических упражнений : учеб. пособие для студентов фак-тов физ. воспитания пед. ин-тов / В.Л. Уткин. – М. : Просвещение, 1989. – 210 с.

87. Фарфель, В. С. Управление движениями в спорте / В. С. Фарфель. – М. : Физкультура и спорт, 1975. – 208 с.

88. Филин, В.П. Основы тяжелоатлетического спорта / В.П.Филин // Теория и практика физической культуры. – 1987.

89. Фролов, В.И. Анализ координационной структуры соревновательных и специально-вспомогательных тяжелоатлетических

упражнений: автореф. дис. ... канд. пед. наук / Фролов В.И.; [Гос. центр. Ордена Ленина ин-т физ. культ]. – М., 1976. – 29 с.: ил.

90. Фролов, В.И. Фазовая структура толчка штанги от груди / В.И. Фролов, Н.Г. Левшунов. // Тяжелая атлетика : Ежегодник. – М. : Физкультура и спорт, 1979. – С. 7–14.

91. Фураев, А. Н. Автоматизированные информационно-советующие системы в оперативной коррекции двигательных действий спортсменов / А. Н. Фураев // Теория и практика физической культуры. – 2007. – №2. – С. 26-29.

92. Фураев, А.Н. Опыт использования автоматизированной информационно-советующей системы контроля и коррекции техники выполнения рывка штанги / А. Н. Фураев // Материалы Всероссийской научно-практической конференции по вопросам спортивной науки в детско-юношеском спорте и спорте высших достижений. – М., 2016. – С. 80–84.

93. Фураев, А. Н. Техника выполнения тяжелоатлетических упражнений, как предмет анализа и оценки / А. Н. Фураев // Кинезиология тяжелой атлетики. Актуальные проблемы и инновационные подходы в подготовке высококвалифицированных спортсменов: материалы Всероссийской с международным участием очно-заочной конференции / Моск. гос. акад. физ. культуры. – Малаховка, 2012. – С. 41-45.

94. Хвостиков, В.П. Экспериментальное обоснование методов оценки эффективности спортивной техники, основанных на изучении степени реализации двигательного потенциала спортсменов : автореф. дис.... канд. пед. наук. – М. : [Гос. центр. о. Ленина ин-т физ. культ], 1975. – 21 с.

95. Шалманов, А.А., Скотников В.Ф., Панин А.В. Эффективность техники рывка и толчка у тяжелоатлетов высокой квалификации / А.А. Шалманов, В.Ф. Скотников, А.В. Панин // Теория и практика прикладных и экстремальных видов спорта. – 2013. – № 2 (27). – С. 41-47.

96. Шалманов, А.А. Типологические особенности траектории и динамики скорости штанги в рывке двумя руками у тяжелоатлетов высокой квалификации в условиях соревнований / А.А. Шалманов, В.Ф. Скотников,



А.В. Панин // Материалы Всероссийской с международным участием очно-заочной научно- практ. конференции «Кинезиология тяжелой атлетики. Актуальные проблемы и инновационные подходы в подготовке высококвалифицированных спортсменов» 1-3 ноября 2012 г. – Малаховка, 2012. – С. 12–23.

97. Шалманов, А.А. Динамические показатели движения штанги у спортсменов легких и тяжелых весовых категорий в классических тяжелоатлетических упражнениях / А.А. Шалманов, А.А. Атлас // Олимпийский спорт и спорт для всех : 20 Междунар. науч. конгр., 16–18 дек. 2016 г. / Междунар. ассоц. ун-тов физ. культуры и спорта [и др.]. – Санкт-Петербург, 2016. Ч. 2. – С. 501–506.

98. Шалманов, А.А. Способы определения мощности при подъеме штанги в классических тяжелоатлетических упражнениях / А.А. Шалманов, А.П. Баюрин // Материалы II Всероссийской научно-практ. конференции «Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте» 19–21 ноября 2014 г. – Малаховка, 2014. – С. 137–143

99. Шалманов, А.А. Причины возникновения потерь вертикальной скорости ЦМ штанги в фазе амортизации в рывке / А.А. Шалманов, Е.А. Лукунина // Материалы II Всероссийской научно-практ. школы-конференции по вопросам спортивной науки в детско-юношеском спорте. 11–13 декабря 2017 г. – Москва.– С. 124-125.

100. Шалманов, А.А. Биомеханический контроль технической и скоростно- силовой подготовленности спортсменов в тяжёлой атлетике / А.А. Шалманов, В.Ф. Скотников // Теория и практика физической культуры. – 2013. – № 2. – С. 103–106.

101. Шалманов, А.А. Показатели скорости центра масс штанги в рывке и толчке у мужчин и женщин / А.А. Шалманов, В.Ф. Скотников, А.А. Атлас // Спорт – дорога к миру между народами : материалы 3 междунар. науч.-практ. конф., 17-19 окт. 2017 г. / М-во спорта РФ, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Рос. гос. ун-т физ. культуры, спорта,

молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)», Всемир. ассоц. образования в сфере рекреации (WREA). – Москва, 2017. – С. 232.

102. Шалманов, А.А.. Методика регистрации поступательного и вращательного движения штанги / А.А. Шалманов, В.Ф. Скотников, А.П. Баюрин // Теория и практика прикладных и экстремальных видов спорта. – 2014. – №4 (33). – С. 30-34.

103. Шалманов А.А., Лукунина Е.А. Фазовый состав и временные показатели движения штанги в рывке и толчке в тяжелой атлетике / А.А. Шалманов, Е.А. Лукунина // Теория и практика физической культуры. – 2020. – №1. – С.79-81.

104. Шестаков, М.П. Теоретико-методическое обоснование процессов управления технической подготовкой спортсменов на основе компьютерного моделирования : автореф. дис. ... д-ра пед. наук / Шестаков Михаил Петрович; [Российская государственная академия физической культуры]. – М., 1997. – 37 с.

105. Энока, Р.М. Основы кинезиологии / Р.М. Энока ; пер. с англ. – К. : Олимпийская литература, 1998. – 399 с.

106. Эстебан, Л. Коррекция техники выполнения рывка штанги у тяжелоатлетов высокой квалификации на основе биомеханического анализа компенсируемых ошибок : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / Л. Эстебан; [Нац. гос. ун-т. физкультуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта]. – СПб., 2012. – 23 с.

107. Bartonietz, K. Biomechanics of the snatch: Toward a higher training efficiency / K. Bartonietz // National Strength and Conditioning Association Journal, 1996. – 18. – PP. 24–31.

108. Baumann, W. The snatch technique of world class weightlifters at the 1985 world championships / W. Baumann, V. Gross, K. Quade et al. // International journal of sport biomechanics. – 1988. – 4. – PP. 68–89.

109. Burdett, R.G. Biomechanics of the snatch technique of highly skilled and skilled weightlifters / R.G. Burdett // Research quarterly. – 1982. – 53. – PP.

193–197.

110. Enoka, R.M. The pull in olympic weightlifting / R.M. Enoka // *Medicine and science in sports*. – 1979. – 11. – PP. 131–137.

111. Garhammer J. The “Pull” for Weightlifting: Can You Spell P-O-W-E-R / J. Garhammer // *Pure Power* January. – 2005. – pp. 58–68.

112. Garhammer, J. A comparison of maximal power outputs between elite male and female weightlifters in competition / J. Garhammer // *International Journal of Sport Biomechanics*. – 1991. – 7. – PP. 3–11.

113. Garhammer, J. Biomechanical characteristics of the 1978 world weightlifting champions / J. Garhammer // In *Biomechanics VII-B*: edited by A. Morecki, K. Fidelus, K. Kedzior and A. Wit. – Baltimore, MD: University Park Press, 1981. – PP. 300-304.

114. Garhammer, J. Biomechanical profiles of Olympic weightlifters / J. Garhammer // *International Journal of Sport Biomechanics*. – 1985. – № 1. – PP. 122– 130.

115. Garhammer, J. Performance evaluation of Olympic weightlifters / J. Garhammer // *Medicine and Science in Sports*. – 1979. – 11. – PP. 284–287.

116. Gourgoulis, V. Three-dimensional kinematic analysis of the snatch of elite Greek weightlifters / V. Gourgoulis, N. Aggelousis, G. Mavromatis, A. Garas // *Journal of Sports Science*. – 2000. – 18. – PP. 643–652.

117. Hakkinen, K. Biomechanical changes in the Olympic weightlifting technique of the snatch and clean and jerk from submaximal to maximal loads / K. Hakkinen, H. Kauhanen, P.V. Komi // *Scandinavian Journal of Sports Sciences*. – 1984. 6. – PP. 57–66.

118. Isaka, T. Kinematic analysis of the barbell during the snatch movement of elite Asian weight lifters / T. Isaka, J. Okada, K. Funato // *Journal of Applied Biomechanics*. – 1996. – 12. – PP. 508–516.

119. Jentsch, H. *Weightlifting Analyzer 3.0*. Vortrag auf der 10. Frühjahrsschule

2. „Informations- und Kommunikationstechnologie in der angewandten

Trainingswissenschaft“ in Leipzig. International Journal of Sport and Health Science, 6, 194-202. 2008.

120. Kauhanen, H. A biomechanical analysis of the snatch and clean & jerk techniques of Finnish elite and district level weightlifters / H. Kauhanen, K. Hakkinen, P. Komi // Scandinavian Journal of Sports Science. – 1984. – 6. – PP. 47–56.

121. Ono, M. The analysis of weightlifting movement at three kinds of events for weightlifting participants of the Tokyo Olympic Games / M. Ono, M. Kubota, K. Kato // Journal of Sports Medicine. – 1969. – 9(4). – PP. 263–281.

122. Rigler, E. Sportwissenschaftliche Untersuchungen im Trainingsprozess ungarischer Gewichtheber / E. Rigler, M. Zsidegh // In Grundlagen des Maximal- und Schnellkrafttrainings: edited by M. Buhrle. – Schorndorf: Verlag Karl Hofmann, 1985. PP. 213–232