

Міністерство освіти і науки України
Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
Факультет фізичної культури
Кафедра спорту і спортивних ігор

Дипломна робота (проект)
магістра

з теми: **«БІОМЕХАНІЧНИЙ АНАЛІЗ ЖИМУ ЛЕЖАЧИ ЯК ОСНОВА
ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРАВИЛ ЗМАГАНЬ З ПАУЕРЛІФТИНГУ»**

Виконав: здобувач вищої освіти 2 курсу,
групи FKS1-M22
спеціальності 017 Фізична культура і спорт
Гайбей Євген Юрійович
Керівник: **Алексєєв О. О.**,
доктор педагогічних наук, доцент
Рецензент: **Мельник Т. Г.**,
викладач кафедри спорту і спортивних ігор

Кам'янець-Подільський – 2023 рік

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	3
ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ОРГАНІЗАЦІЙНА ТА ФІЗІОЛОГІЧНА СКЛАДОВА	
ПРОВЕДЕННЯ ЗМАГАНЬ З ЖИМУ ШТАНГИ ЛЕЖАЧИ.....	7
1.1. Методичні особливості виконання техніки жиму штанги лежачи	7
1.2. «Мертва зона» в жимі штанги лежачи	18
1.3. Пріоритетність м'язів спортсмена для жиму штанги лежачи.....	23
1.4. Біомеханічний аналіз техніки виконання жиму штанги лежачи спортсменами високої кваліфікації та обґрунтування необхідності змін у правилах змагань з жиму лежачи IPF	33
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	37
2.1. Методи дослідження	37
2.2. Організація дослідження.....	46
РОЗДІЛ 3. ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНІКИ ЖИМУ ШТАНГИ ЛЕЖАЧИ	
ПАУЕРЛІФТЕРАМИ ВИСОКОЇ КВАЛІФІКАЦІЇ	48
3.1. «Мертва зона» в жимі штанги лежачи та можливості її урахування пауерліфтерами	48
3.2. Прийоми подолання «мертвих зон» в жимі штанги лежачи	50
3.3. Корекція техніки пауерліфтерів високої кваліфікації в жимі штанги лежачи.....	54
3.4. Варіанти технічних прийомів у виконанні жиму лежачи в рамках запропонованих змін до правил IPF	58
ВИСНОВКИ	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	61

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ЦТ – центр тяжіння;

v_{max} – локальний максимум швидкості;

v_{min} – локальний мінімум швидкості;

ЕМГ – електроміографії;

КП – контактна площадка;

ОРА – опорно-руховий апарат

ВСТУП

Актуальність теми. Додавши ще одну дисципліну, яка відрізняється своєю корисністю для фізичного розвитку людини, силові види спорту отримали збагачення. Цю дисципліну називають жимом штанги лежачи на горизонтальній лаві і вона належить до пауерліфтингу, де є однією з трьох обов'язкових змагальних вправ силового триборства. Починаючи з кінця ХХ століття, жим штанги лежачи став самостійним видом програми зі своєю науково-методичною базою, а також програмою національних змагань та чемпіонатів Європи і світу. Залучення до цього виду програми пауерліфтингу вимагає розробки теоретико-технологічної платформи як щодо структури тренувального процесу, так і щодо організації змагальної діяльності [16].

Поліпшення результатів у будь-якому виді спорту передбачає подальше вдосконалення наукової та навчально-методичної бази. Дослідження техніки виконання змагальної вправи пауерліфтингу – жиму лежачи – відіграють важливу роль у розвитку спортивних навичок пауерліфтерів. Різноманітність підходів до багатьох аспектів цього виду спорту, неоднаковий ступінь розробки методичних підходів та обмеженість наявної інформації про історію цього виду спорту вносять важливий вклад у обрану тему дослідження і роблять її актуальною [36].

Велику зацікавленість серед тренерів і спортсменів викликає поняття «мертвої зони», яка впливає на ефективність виконання вправи а, отже, на результати, досягнуті спортсменами. Сутність цієї «мертвої зони» завжди обговорюється і перебуває у центрі уваги [27]. Незважаючи на наявність значної кількості наукових публікацій, присвячених аналізу цього явища в контексті жиму штанги лежачи, все ще існують різні точки зору щодо тлумачення і механізмів виникнення цієї зони під час виконання вправи. Все ж, в усіх експериментальних дослідженнях досі підтверджується наявність лише однієї «мертвої зони», що обмежує можливості в коригуванні техніки виконання цієї

рухової дії [19].

Задля зменшення негативного впливу «мертвих зон» на результат у жимі лежачи, все більша і більша кількість спортсменів почала використовувати незаборонені правилами технічні прийоми, такі як екстремальний прогин у поясниці, або «міст».

На сьогодні виконання вправи жиму лежачи з використанням специфічного технічного елементу «міст» набуло великої популярності та дозволило деяким спортсменам отримати значну перевагу перед суперниками, що знівелювало рівні можливості спортсменів для досягнення спортивного результату.

Об'єкт дослідження – змагальна та тренувальна діяльність пауерліфтерів різної кваліфікації, які спеціалізуються в жимі штанги лежачи.

Предмет дослідження – способи корекції техніки жиму штанги лежачи та їх співвідношення з поняттям «мертвих зон» в пауерліфтингу.

Мета дослідження – пошук шляхів об'єктивізації правил змагань з жиму лежачи на основі біомеханічного аналізу техніки спортсменів високої кваліфікації.

Завдання дослідження:

1. Розкрити методичні особливості техніки виконання жиму лежачи.
2. Визначити співвідношення амплітуди жиму лежачи до рівня зусиль в подоланні "мертвих зон". Встановлення взаємозалежності між довжиною шляху штанги, співвідношенням розміщення суглобів верхніх кінцівок в нижній точці жиму лежачи та розташуванням «мертвої зони» під час виконання жиму штанги лежачи.
3. Сформувати рекомендації щодо оптимізації правил з жиму штанги лежачи. Використовуючи наявні дані сформувати оптимальний підхід до змін у правилах з жиму лежачи задля врівноваження умов для всіх спортсменів.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено рекомендації щодо корекції техніки жиму штанги лежачи та спеціальної силової підготовки для пауерліфтерів високої кваліфікації з метою подолання «мертвих зон» в рамках оптимізованих правил. Результати дослідження впроваджені в тренувальний

процес.

Методи дослідження. Теоретичний аналіз і узагальнення літературних джерел в аспекті технічної і спеціальної силової підготовки пауерліфтерів високої кваліфікації, опитування тренерів і спортсменів, педагогічного спостереження, відео зйомки рухів з наступним біомеханічним аналізом, динамометрії, статистичної обробки матеріалів дослідження, аналогія, аналіз, синтез, абстрагування, індукція, екстраполяція, узагальнення практичного досвіду.

Апробація результатів дослідження. Основні результати дипломної роботи магістра обговорювались на звітній науковій конференції студентів, магістрантів Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка 04-05 квітня 2023 року, м. Кам'янець-Подільський.

Структура дипломної роботи. Магістерська робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи – 66 сторінок. Робота містить 3 таблиці, 3 рисунка. Список літературних джерел складає 58 найменувань.

РОЗДІЛ 1

ОРГАНІЗАЦІЙНА ТА ФІЗІОЛОГІЧНА СКЛАДОВА ПРОВЕДЕННЯ ЗМАГАНЬ В ЖИМІ ШТАНГИ ЛЕЖАЧИ

1.1 Методичні особливості виконання техніки жиму штанги лежачи

Жим штанги лежачи на горизонтальній лаві (далі «жим штанги лежачи») є втіленням фізичної вправи, яка, після багаторазового повторення, сприяє розвитку спортивних компонентів сили, спритності та витривалості з використанням певної техніки виконання [30, с. 7]. Згідно з визначеннями дослідників, під технікою фізичних вправ розуміється сукупність фізичних методів реалізації конкретного рухового завдання. За думкою [1, с. 26], техніка представляє собою обґрунтований спосіб виконання рухової дії. У даному дослідженні можна застосовувати обидва ці визначення, заслуговуючи на увагу наступне положення: при виконанні жиму штанги лежачи техніка має забезпечити спортсменові можливість виявити максимальні силові зусилля. Це є ключовою умовою існування жиму штанги лежачи як виду спортивного виконання.

Жим штанги лежачи виконується на спеціальній лаві обов'язково за голосовою командою судді. Команда «Старт!» вказує спортсменові почати виконання рухової дії, і він опускає штангу до рівня грудей. Ця фаза вважається початковою, і спортсмен повинен доторкнутися грифом штанги до грудей [39, с. 13].

Після досягнення нижньої точки і торкання грудей, після команди «Прес!», спортсмен починає випрямляти руки і піднімає штангу вгору, витягуючи їх у ліктьових суглобах. Головною метою цієї фази є підняття штанги до верхньої точки без зупинок та вертикальних коливань штанги.

Спроба вважається успішною, якщо спортсмен повністю розігнув руки в ліктьових суглобах і не допустив вертикальних коливань штанги. Однак, при великій вазі штанги спортсмени можуть не впоратися з підйомом та фіксацією рук

в ліктьових суглобах. В такому випадку спроба вважається невдалою, і судді відзначають це червоним світлом на табло.

Для переходу від змагальної діяльності до тренувальної, процес жиму штанги повинен бути розглянутий не лише в двох фазах, але і з поділом на більші складові частини [37, с. 13]. Часто, під час біомеханічного аналізу, може бути зафіксовано характеристики не всієї рухової дії, а лише окремої фази, яка виділяється за часом і відповідає окремому руховому завданню. Це конкретно відноситься до технологічного підходу, який може бути використаний для вивчення виконання жиму штанги.

Згідно з матеріалами дослідження, що наведені у джерелі [41], жим штанги лежачи розподіляється на структурні етапи або фази виконання. За таким розподілом, фахівці з пауерліфтингу виділяють від трьох до семи фаз у виконанні жиму штанги лежачи.

Відповідно до рухового завдання, ми виділяємо сім фаз виконання жиму штанги лежачи. Ці фази включають: прийом стартового положення, стартове положення, опускання штанги до грудей, фіксація штанги на грудях, власне жим, тобто підйом штанги від грудей, фіксація штанги на випрямлених руках, повернення штанги на стійки.

Для успішного виконання жиму штанги лежачи необхідно приділити особливу увагу найважливішим фазам цього руху. Ці фази включають: а) опускання штанги до грудей; б) фіксація штанги на грудях; в) підйом штанги від грудей (власне жим).

Опускання штанги до грудей – це важлива фаза руху під час виконання жиму штанги лежачи. Фаза починається з руху штанги вниз до грудної клітини і закінчується контактом грифа штанги з грудьми атлета. Основною задачею цієї фази є контроль за швидкістю опускання штанги, щоб запобігти різкому падінню її на груди.

Фаза опускання штанги до грудей може бути розділена на два періоди.

1. Розгін штанги. Під час цього періоду швидкість центру тяжіння (ЦТ) штанги зростає від нуля до максимального значення. Це період, коли атлет починає опускати штангу з високої точки.

2. Гальмування штанги. У цьому періоді швидкість ЦТ штанги зменшується від максимального значення до нуля, коли відбувається контакт штанги з грудною клітиною атлета.

Фіксація штанги на грудях є наступною фазою після опускання штанги. Під час цієї фази спортсмен фіксує штангу на грудях, і швидкість центру тяжіння (ЦТ) штанги дорівнює нулю. Основна задача цієї фази полягає в утриманні штанги в контакті з грудьми відповідно до правил змагань та в плавному переході від ексцентричного поступу (опускання) до концентричного режиму м'язового скорочення (підйому).

Фаза підйому штанги від грудей, яка також називається власне фазою жиму, починається з моменту відокремлення грифа штанги від грудей і завершується розгинанням рук у ліктьових суглобах. Основне завдання цієї фази полягає в створенні біомеханічних умов для подолання зовнішніх навантажувальних моментів під час підйому штанги від грудей та її фіксації на витягнутих руках.

Крім загальноприйнятих підходів до класифікації фаз руху штанги, які побутують серед більшості дослідників, існують і інші – зокрема підхід, запропонований Дж. І. Ландером та його співавторами [2]. Цей підхід базується на розділенні фази підйому штанги від грудей на кілька «підфаз». Дослідники використовують модель «час-сила», яка включає такі елементи: період прискорення, «мертва зона», період максимальної сили м'язів, фаза гальмування.

На сьогоднішній день для аналізу техніки рухових дій існують дві основні групи характеристик: *кінематичні та динамічні* [11, с. 14]. Цим питанням приділялося увагу в працях, і важливий акцент робиться на розвитку автоматизованих методів контролю біомеханічних характеристик рухів [16, 22].

Для аналізу техніки рухових дій при виконанні жиму штанги лежачи важливо спочатку зібрати інформацію про кінематичні характеристики руху. Після цього, можна переходити до вивчення динамічних характеристик. Кінематичні

характеристики можна поділити на наступні групи: а) просторові, б) часові, в) просторово-часові.

Тривалість фаз – це одна з кінематичних характеристик руху штанги при виконанні жиму штанги лежачи. Статистичний аналіз відеозаписів понад двохсот спортсменів високого класу, виконаний у джерелі [28, с. 23], дозволив науковцю свідчити про те, що тривалість фази опускання штанги до грудей становить у середньому $1,39 \pm 0,03$ с. За даними [3, с. 234], тривалість фази опускання штанги до грудей у спортсменів ($n = 12$) з кваліфікацією від першого розряду до кандидата в майстри спорту становить $1,23 \pm 0,30$ с. Спортсмени більш нижчої кваліфікації [8, с. 27] опускають штангу ще швидше – впродовж $1,158$ с.

У таблиці 1.1 наведена абсолютна і відносна тривалість періодів в фазі підйому штанги від грудей згідно з даними різних авторів.

Таблиця 1.1 – Тривалість періодів фази підйому штанги від грудей по даним різних авторів ($M \pm S$) з обтяженням 100 % від максимуму, с

Назва періоду	Елітні пауерліфтери, 100 % від максимуму ($n = 10$) [90]	Елітні важко атлети, 90 % від максимуму ($n = 6$) [73]	
	Абсолютна тривалість, с	Відносна тривалість, %	
Період прискорення	$0,34 \pm 0,08$	$16,2 \pm 6,6$	$15,8 \pm 3,9$
«Мертва зона»	$0,66 \pm 0,29$	$28,8 \pm 8,0$	$26,0 \pm 1,1$
Період максимальної сили м'язів	$0,71 \pm 0,32$	$31,6 \pm 10,6$	$40,2 \pm 7,9$
Період уповільнення	$0,55 \pm 0,35$	$23,3 \pm 7,1$	$18,0 \pm 4,2$
Фаза підйому штанги від груді	$2,27 \pm 0,07$	-	-

Так, за даними цієї таблиці, при субмаксимальному навантаженні, що сягає 90%, і максимальному навантаженні, що сягає 100%, тривалість періоду прискорення становить в середньому 16% від тривалості фази підйому штанги від грудей, тривалість «мертвої зони» – 27%, тривалість періоду максимальної сили м'язів – 36%, і, нарешті, тривалість періоду уповільнення – 21%.

Автори [5, 6] були одними з перших спеціалістів, які описали типові траєкторії центру тяжіння (ЦТ) штанги у сагітальній площині при виконанні жиму штанги лежачи як для початківців, так і для професійних спортсменів. Вони робили припущення, що новачки опускають і піднімають штангу частіше за все по одній і тій же траєкторії, в той час як професійні спортсмени виконують опускання і піднімання штанги за різними траєкторіями. Це видно з графічно представленої схеми на рисунку 1.1.

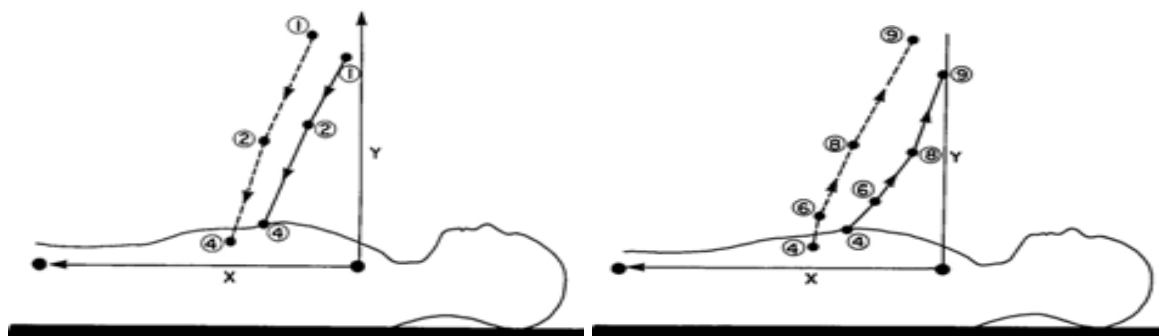


Рис. 1.1. Траєкторія ЦТ штанги в фазі опускання (зліва) і підйому (праворуч)

Згідно з методикою [4], на рис. 1.1 використані певні позначення, а саме, йдеться про суцільні та штрихові лінії, до яких прив'язані траєкторії центру тяжіння (ЦТ) штанги під час фази опускання та підйому. У цьому контексті суцільна лінія відповідає «кваліфікованому пауерліфтеру», тоді як штрихова – «спортсмену-новачку». Конкретні позначення на рисунку включають:

- 1 – початок руху штанги вниз;
- 2 – максимальна швидкість опускання ЦТ штанги;
- 4 – дотик грифа до грудей;
- 6 – максимальна швидкість підйому ЦТ штанги;
- 8 – локальний мінімум вертикальної швидкості підйому ЦТ штанги;
- 9 – завершення підйому.

Інші позначені точки на рис. 1.1 матимуть своє фізичне значення, яке буде розкрито пізніше у тексті, коли на них буде акцентовано увагу.

В точці 6 на рис. 1.1, яка відповідає максимальній швидкості підйому штанги (початку «мертвої зони»), елітні спортсмени виконують зміну траєкторії штанги,

відхиляючи її в напрямку голови. Ця дія дозволяє значно зменшити плече сили, яка діє на штангу щодо плечового суглоба, у той момент, коли швидкість центрального тяжіння (ЦТ) штанги в фазі підйому від грудей досягає свого мінімуму. Ця точка, позначена як точка 8 на рис. 1.1, призначена для визначення кінця "мертвої зони".

Спортсмени, які є початківцями, не змінюють траєкторію під час підйому штанги вгору, тому дійсно мають більше опору і потребують більше зусиль для подолання «мертвої зони». У точці 6 на рис. 1.1, де починається «мертва зона», плече сили тяжіння штанги щодо плечового суглоба для початківця дійсно більше, ніж у елітного спортсмена, який вміє виконувати зміну траєкторії для зменшення цього опору.

Аналіз техніки жиму штанги лежачи, проведений дослідниками [4, 6], підтвердив важливе положення: кваліфіковані спортсмени виконують підйом і опускання штанги по різним траєкторіям. Інша важлива залежність полягає в траєкторії центрального тяжіння (ЦТ) штанги при опусканні і підйомі, які повинні бути різними.

Це вказує на те, що спортсмени, які майстерно виконують жим штанги лежачи, адаптують свою техніку таким чином, щоб знизити опір і підвищити ефективність руху. Це може включати в себе зміну траєкторії штанги під час підйому та опускання для досягнення найкращих результатів.

Під час аналізу рухових дій спортсмена високої кваліфікації було встановлено, що під час фіксації штанги на грудях, плече сили тяжіння штанги відносно плечового суглоба в сагітальній площині становить 7,5 см. Однак, в момент першого локального максимуму вертикальної складової швидкості центрального тяжіння (ЦТ) штанги (v_{max1}), плече сили тяжіння штанги відносно плечового суглоба зменшується і становить лише 4 см.

З біомеханічної точки зору, рухові дії елітних пауерліфтерів можна охарактеризувати як досконалі, ефективні та вивірені. Ця ефективність досягається завдяки зменшенню плеча сили тяжіння штанги відносно плечового суглоба. Це в свою чергу призводить до зменшення моменту сили тяжіння

штанги, що діє на плечовий суглоб під час підйому штанги. Мінімізація цього моменту сприяє зменшенню фізичного зусилля, яке спортсмен повинен витратити, особливо в «мертвій зоні», де штанга майже не рухається. Такий підхід забезпечує максимальну ефективність руху та сприяє досягненню великих результатів у пауерліфтингу.

В свою чергу дослідники [15, 23] належно зауважили, що обмеження реєстрації траєкторії штанги лише в сагітальній площині недостатнє для аналізу технічних дій спортсмена під час жиму штанги. Вони провели дослідження на спортсменах-початківцях та детально вивчили рух центрального тяжіння (ЦТ) штанги у фронтальній і горизонтальній площинах, що дало протилежні результати.

Асиметрія траєкторії руху. Виявлено суттєву асиметрію траєкторії руху штанги. У 65% випадків в фронтальній площині під час підйому штанги від грудей, штанга відхилялася на 1-3 см від очікуваної траєкторії. Також були випадки (23%), коли рух штанги мав криволінійний характер і відхилявся вправо або вліво від початкової траєкторії.

Різниця між спортсменами високої кваліфікації та початківцями. У спортсменів високої кваліфікації траєкторія руху ЦТ штанги відхилялася від вертикалі у незначній мірі. У той час, як у новачків траєкторія була характеризувана значними відхиленнями та звивистістю, яка перевищувала 5 см, що не є бажаним для досягнення успішних результатів у жимі штанги.

Для біомеханічного аналізу є дуже важливим виділити ключові фази у руховій дії. Перші спроби в цьому напрямку були проведені дослідниками [15, 23], які в основі свого аналізу використовували характеристики швидкості і прискорення руху центрального тяжіння (ЦТ) штанги в сагітальній площині. Порівнюючи техніку жиму спортсменів з різним рівнем майстерності, вони встановили шість ключових точок, які визначають характеристики руху штанги відносно часу.

1. *Точка 1* Початок опускання штанги до грудей. Ця точка відзначає початок руху штанги вниз.

2. *Точка 2* Максимальна швидкість опускання ЦТ штанги. В цей момент штанга рухається найшвидше вниз.

3. *Точка 4* Момент торкання штангою грудей. Ця точка позначає момент, коли штанга досягає грудей спортсмена.

4. *Точка 6* Перший локальний максимум швидкості штанги (v_{max1}). Це важливий момент, коли штанга змінює свою швидкість у фазі підйому.

5. *Точка 8* Мінімум швидкості підйому ЦТ штанги. В цей момент штанга рухається найповільніше вгору.

6. *Точка 9* Закінчення руху штанги на випрямлені руки. Ця точка позначає момент, коли штанга повністю піднята і рух завершується.

Дослідники виділили ще три характерні точки на кривій прискорення центрального тяжіння (ЦТ) штанги, які грають важливу роль у біомеханічному аналізі руху під час жиму штанги:

Точка 3 Перший локальний максимум прискорення ЦТ штанги. Ця точка виникає в фазі опускання штанги, коли прискорення досягає свого першого локального максимуму. Вона вказує на інтенсивність опускання штанги у даній фазі.

Точка 5 Другий локальний максимум прискорення ЦТ штанги. Ця точка відзначається під час руху штанги у фазі підйому, коли прискорення досягає другого локального максимуму. Це може бути пов'язано з моментом зміни напрямку руху штанги від опускання до підйому.

Точка 7 Локальний мінімум негативного прискорення ЦТ штанги. Ця точка вказує на мінімальне значення негативного (сповільнюючого) прискорення під час руху штанги. Ймовірно, це відбувається у фазу зміни напрямку руху штанги або коли штанга зупиняється перед підйомом.

Дослідники [16, 21] були першими, хто довів існування «мертвої точки» у вправі жиму штанги лежачи (точка 7 на рис. 1.1), але вони не визначили точну кількість таких точок. Вони описали цю точку наступним чином – це положення, в якому вертикальна сила, що діє на штангу, досягає мінімуму і знаходиться на відстані 0,12 метра від грудної клітини спортсмена.

Спортсмени високої кваліфікації використовують спеціальний технічний елемент «міст» аби нівелювати вплив «мертвої зони» на їх результат в жимі лежачи. Опираючись на вищевикладені результати дослідження, можемо припустити, що при амплітуді руху штанги, меншій за 0,12 м проходження «мертвої зони» не відбувається.

Тому спортсмени, які мають фізіологічні особливості у вигляді коротких кінцівок та довгого тулуба в поєднанні з його високою гнучкістю, отримують безпосередні переваги у жимі лежачи, не володіючи об'єктивно високими силовими показниками.

Варіація швидкості опускання ЦТ штанги. Дослідник [22] виявив, що максимальні значення вертикальної швидкості опускання ЦТ штанги різні в залежності від рівня кваліфікації спортсменів. У спортсменів кваліфікації «кандидат в майстри спорту» ці значення варіюються від мінус 0,22 м/с до мінус 0,30 м/с, в той час як у спортсменів-професіоналів – майстрів спорту міжнародного класу – вони становлять від 0,14 м/с до 0,18 м/с.

Вплив швидкості опускання на результат. Польські дослідники, зокрема [51], використовуючи регресійний аналіз, показали, що швидке опускання штанги вниз має негативний вплив на результати. Швидке опускання може призвести до втрати контролю над рухом і зменшення стабільності, що може вплинути на успішність виконання вправи.

Отже, дані дослідників [15, 23] вказують на те, що спортсмени високої кваліфікації опускають штангу повільніше, ніж спортсмени низької кваліфікації. Це може бути пов'язано з більшою технічною вправністю та контролем над рухом у висококваліфікованих спортсменів, які можуть ефективніше подолати «мертву точку» та забезпечити більшу стабільність під час опускання та підйому штанги.

Щодо впливу маси обтяження (штанги) на зміну швидкості центрального тяжіння (ЦТ) штанги в фазі опускання, літературні джерела мають суперечливі дані. Дослідження [17] свідчать про те, що максимальні значення вертикальної швидкості опускання ЦТ штанги практично не залежать від маси штанги. Це може означати, що спортсмени підлаштовують свою техніку та фізіологічні

параметри для різних мас обтяження, забезпечуючи стабільний рух незалежно від маси штанги.

Дані [19] демонструють, що збільшення навантаження з рівня 70% до 100% призводить до певних змін у тривалості опускання центрального тяжіння (ЦТ) штанги та максимальної швидкості опускання.

Збільшення навантаження з 70% до 100% призвело до збільшення тривалості опускання ЦТ штанги з $0,60 \pm 0,05$ с до $0,92 \pm 0,02$ с. Це означає, що спортсмени витрачають більше часу на опускання штанги при великому навантаженні.

Таблиця 1.2 – Зміна кінематичних параметрів руху ЦТ штанги при виконанні жимулежачи в залежності від маси снаряда [37]

Найменування параметра	Маса снаряда, %			
	70 % від макс.	75 % від макс.	85 % від макс.	100 % від макс.
Тривалість фази опускання штанги, с	$0,60 \pm 0,05$	$0,82 \pm 0,03$	$0,80 \pm 0,04$	$0,92 \pm 0,02$
Тривалість фази підйому штанги від грудей, с	$0,93 \pm 0,03$	$1,23 \pm 0,06$	$1,61 \pm 0,04$	$2,85 \pm 0,08$
Максимальна швидкість опускання ЦТ штанги, м/с	$-0,28 \pm 0,02$	$-0,31 \pm 0,03$	$-0,34 \pm 0,04$	$-0,38 \pm 0,02$
Максимальна швидкість підйому ЦТ штанги, (v_{max1}), м/с	$0,52 \pm 0,03$	$0,35 \pm 0,03$	$0,25 \pm 0,0$	$0,25 \pm 0,02$
Відстань від грудей, відповідне v_{max1} , см	$18,1 \pm 0,09$	$11,2 \pm 2,05$	$7,03 \pm 1,01$	$6,04 \pm 1,18$
Мінімальна швидкість підйому ЦТ штанги, (v_{min}), м/с	-	$0,22 \pm 0,03$	$0,20 \pm 0,02$	$0,05 \pm 0,01$

Аналогічні результати, отримані групою дослідників [30], підтверджують вплив збільшення навантаження на тривалість опускання центрального тяжіння (ЦТ) штанги та максимальну швидкість підйому. Ось деякі висновки із зазначених досліджень.

1. *Максимальна швидкість підйому ЦТ штанги (v_{max1}):* Дослідження [18] показують, що максимальна швидкість підйому ЦТ штанги (v_{max1}) не залежить

від рівня технічної підготовленості спортсменів. Значення швидкості варіюються від 0,17 м/с до 0,28 м/с. Це означає, що, незалежно від рівня майстерності, спортсмени можуть розвивати різну максимальну швидкість під час підйому ЦТ штанги.

2. *Вплив маси штанги на максимальну вертикальну швидкість (v_{max1}).* Численні дослідження [20] показують, що збільшення маси штанги призводить до значного зменшення максимальної вертикальної швидкості ЦТ штанги (v_{max1}) в період прискорення. Це може бути пов'язано зі збільшеною масою, яку спортсмени повинні піднімати, а, отже, вони витрачають більше зусиль на підйом штанги при великому навантаженні.

Згідно з даними [22], збільшення навантаження з рівня 70% до 100% від максимального призводить до суттєвих змін у фазі підйому штанги. Ось конкретні результати цих змін:

1. *Тривалість фази підйому штанги.* Збільшення навантаження призводить до значного зростання тривалості фази підйому штанги з $0,93 \pm 0,03$ с до $2,85 \pm 0,08$ с. Це означає, що спортсмени витрачають набагато більше часу на підйом штанги при великому навантаженні.

2. *Максимальна швидкість підйому штанги (v_{max1}).* За результатами дослідження, збільшення навантаження призводить до зменшення максимальної швидкості підйому штанги з $0,52 \pm 0,03$ м/с до $0,25 \pm 0,02$ м/с. Це свідчить про те, що при великому навантаженні спортсмени розвивають меншу швидкість під час підйому штанги.

3. *Відстань від грудей до точки максимальної швидкості підйому (v_{max1}).* Значно зменшується відстань від грудей до точки, в якій досягається максимальна швидкість підйому ЦТ штанги, яка сягає від $0,18 \pm 0,09$ м до $0,06 \pm 0,02$ м. Це свідчить про те, що при великому навантаженні спортсмени досягають максимальної швидкості підйому ближче до грудей, що може впливати на техніку та ефективність вправи.

Дані [44], які показують зменшення максимальної швидкості підйому центрального тяжіння (ЦТ) штанги і максимального прискорення ЦТ штанги із

зростанням маси обтяження, підтверджують важливість маси штанги як фактора, що впливає на кінематичні характеристики руху під час підйому.

Узагальнюючи результати досліджень, можна виділити наступні ключові висновки:

Збільшення обтяження. Збільшення обтяження від 70% до максимального має великий вплив на максимальну швидкість підйому центрального тяжіння (ЦТ) штанги. Відзначається, що ця зміна може бути більш ніж вдвічі. Це означає, що спортсмени, які працюють з великими навантаженнями, мають більше обмеження в швидкості підйому штанги.

Зменшення варіативності. Використання великих обтяжень, здається, зменшує варіативність значень кінематичних характеристик, які описують жим штанги лежачи. Це може вказувати на більш стабільний та передбачуваний рух при великих навантаженнях.

1.2 «Мертва зона» в жимі штанги лежачи

Автори [15, 22] виявили, що в фазі підйому штанги від грудей існує особлива точка, де швидкість руху штанги вгору сповільнюється або навіть може зупинитися, а потім знову прискорюється. Цю точку автори назвали «точкою спотикання» або «мертвою точкою». У цій точці атлет прикладає мінімальне зусилля до штанги, і вони вважають, що здатність розвивати силу в цій точці значно нижча, ніж в сусідніх позиціях.

Поняття «мертвої зони» вводить новий аспект до розуміння процесу жиму штанги лежачи, і воно більш точно відображає певний важливий момент у виконанні цієї вправи. За цією концепцією, «мертва зона» описує ділянку кривої «сила-час», на якій може виникнути невдалий спроби підняти штангу.

Ідея полягає в тому, що під час фази розгону або в середині фази підйому, коли сила, яку застосовує спортсмен, недостатня для подолання опору штанги, існує висока ймовірність, що спроба може бути невдалою. Однак, коли спортсмен

досягає «мертвої точки», сила, яку він застосовує, вже дорівнює вазі штанги, і невдалий результат стає неможливим.

Розуміння початку і закінчення «мертвої зони» в жимі штанги лежачи на основі точок 3 та 5 на рис. 1.1 є важливим для спортсменів і тренерів. Початок «мертвої зони» (точка 3) вказує на той момент, коли сила, яку атлет застосовує до штанги, дорівнює силі тяжіння штанги. Це може бути критичною точкою, оскільки на цьому етапі спортсмен повинен здолати інерцію штанги і почати її рух вгору.

Закінчення "мертвої зони" (точка 5) вказує на той момент, коли сила, яку атлет прикладає до штанги, знову дорівнює силі тяжіння штанги, і швидкість ЦТ штанги є мінімальною. Це може бути моментом, коли атлет може почати відпрацьовувати силовий виграш і прискорювати штангу вгору.

Результати аналізу наукових публікацій [15, 21] вказують на те, що значення швидкості центра тяжіння (ЦТ) штанги при виконанні жиму штанги лежачи з максимальним обтяженням (100% від максимуму) на початку «мертвої зони» (v_{max1}) майже не змінюється і знаходиться у вузьких межах від 0,17 м/с до 0,28 м/с. Мінімальна швидкість ЦТ штанги (v_{min}) також лишається стабільною і може складати $0,05 \pm 0,01$ м/с [41].

Дослідження [42], яке описує жим штанги лежачи пауерліфтерами високого рівня, вказує на те, що лише один такий пауерліфтер з десяти зазнав невдачі в області «мертвої зони». Інші учасники експерименту, при виконанні жиму штанги з обтяженням в 104% від максимуму, терпіли невдачу у фазі гальмування.

Дослідження також вказують на те, що 6 із 11 спортсменів-початківців, які подолали «мертву зону», зазнали невдачі в наступних фазах руху. Дослідники роз'яснили цей зв'язок тим, що навіть якщо спортсмен не зазнає невдачі при проходженні штангою «мертвої зони», її наявність може розглядатися як несприятливий для нього стан, який накладає обмеження на досягнутий ним результат в жимі штанги лежачи.

«Мертва зона» розпочинається приблизно через 0,2 с після початку руху штанги вгору. У початківців вона виникає трохи раніше, приблизно через $0,16 \pm$

0,05 с, ніж у спортсменів високого класу, у яких вона з'являється в середньому приблизно через 0,34 с від початку руху штанги вгору. Тривалість «мертвої зони» у середньому становить приблизно 24% від тривалості фази підйому штанги.

Автори провели дослідження зміни міжзвенних кутів під час виконання жиму штанги лежачи початківцями. Вони встановили, що в момент досягнення ЦТ штанги мінімальної швидкості (T_{vmin}), що є можливим в кінці «мертвої зони», кут відведення плеча від тулуба збільшується з 60 до 71 градусів, а також відведення ліктя в сторону. Інші дослідники [63, 73] також звернули увагу на цей факт. Кут між плечем і передпліччям також збільшується, зростаючи з 77 градусів у положенні штанги на грудях до 96 градусів перед закінченням «мертвої зони» (T_{vmin}).

У новачків максимальна швидкість ЦТ штанги (v_{max1}) реєструється на початку «мертвої зони» і становить $0,26 \pm 0,08$ м/с. У цей момент штанга знаходиться на відстані $0,03 \pm 0,01$ м від грудей. З моменту відриву штанги від грудей до початку «мертвої зони» проходить $0,16 \pm 0,05$ секунд. У момент закінчення «мертвої зони» швидкість ЦТ штанги (v_{min}) складає вже до $0,07 \pm 0,05$ м/с. За цей час штанга піднімається на 10 см і знаходиться на відстані $0,13 \pm 0,04$ м від грудей. Тривалість «мертвої зони» завершується через $0,94 \pm 0,30$ секунди після початку руху вгору, тобто триває приблизно 0,78 секунди у початківців. Варто відзначити, що тривалість "мертвої зони" у елітних пауерліфтерів становить $0,66 \pm 0,29$ секунди при 100% і $0,65 \pm 0,16$ секунди при 104% від максимуму [63].

Таблиця 1.3 – Біомеханічні характеристики руху штанги в фазі підйому від грудей, (n = 12) початківців спортсменів [16]

Кінематичні характеристики	Швидкість, м/с	Відстань, м	Час, с
Перший локальний максимум швидкості ЦТ штанги (v_{max1})	$0,26 \pm 0,08$	$0,03 \pm 0,01$	$0,16 \pm 0,05$

Локальний мінімум швидкості ЦТ штанги (v_{min})	$0,07 \pm 0,05$	$0,13 \pm 0,04$	$0,94 \pm 0,30$
Другий локальний максимум швидкості ЦТ штанги (v_{max2})	$0,35 \pm 0,10$	$0,31 \pm 0,03$	$2,10 \pm 0,41$

Науковці робили спроби пояснити причину виникнення «мертвої зони» і представили різні припущення. Наприклад, автори [16] запропонували ідею, що "мертва точка" може виникати через несприятливі механічні умови, в яких опорно-руховий апарат атлета знаходиться, такі як довжина м'язів і момент сили тяги м'яза. Однак Дж.І. Ландер зі співавторами в своїх дослідженнях не надали конкретних висновків щодо причини виникнення «мертвої зони».

Важливо враховувати, що подолання «мертвої зони» може вимагати не тільки фізичного зусилля, але й правильної техніки та координації рухів, оскільки атлет повинен оптимально використовувати свої м'язи і механізми тіла для подолання цього ускладнення в русі штанги.

Гіпотеза, що «мертва зона» є перехідним періодом між настанням прискорення і періодом максимальної сили м'язів, звучить цікаво. Це може означати, що на початку руху, коли м'язи ще не встигли максимально активуватися, спортсмени можуть відчувати певний ступінь нестабільності або менший об'єм сили, яку вони можуть використовувати для підйому штанги.

Результати, які показують вплив тривалості фази фіксації штанги на грудях (паузи) на силові показники, також цікаві [50]. Вони вказують на те, що максимальна сила досягається при відсутності паузи, коли штанга не зупиняється на грудях, і це може бути пов'язано зі збереженням активності м'язів під час безперервного руху.

Спортсмени високої кваліфікації, використовуючи зниження плеча сили тяжіння штанги в «мертвій зоні», можуть зменшити зовнішній навантажувальний момент і таким чином полегшити подолання цієї фази руху. Це може допомогти їм ефективніше використовувати силу м'язів для подальшого підняття штанги після «мертвої зони».

Також цікаво, що при виконанні жиму штанги лежачи з меншим обтяженням (80% від максимуму), фази «мертвої зони» і «період максимальної сили м'язів» можуть бути відсутніми в більшості атлетів. Це може бути пов'язано з меншим навантаженням і, отже, меншою необхідністю у використанні таких фаз.

Дослідження авторів [48] щодо причин появи «мертвої зони» при виконанні жиму штанги лежачи допомагають розірвати причини цього явища на більш дрібні складові. Вони підкреслюють деякі ключові аспекти.

Зменшення сили тяги пружного компонента м'язів. Автори погоджуються з попередніми дослідженнями, що однією з причин "мертвої зони" є зменшення сили пружного компонента м'язів у цій фазі. Це може бути пов'язано з механічними умовами, які не сприяють оптимальному використанню силових ресурсів м'язів.

Зміна траєкторії руху. Дослідники також вказують на те, що технічно грамотні атлети можуть виконувати опускання і підйом штанги по різних траєкторіям порівняно з початківцями. Вони можуть зменшувати плечі сили тяжіння штанги щодо плечового і ліктьового суглобів в фазі підйому. Це може допомагати їм подолати «мертву зону» і перейти до періоду максимальної сили м'язів.

Дослідження, проведені норвезькими дослідниками, вказують на те, що як для звичайного жиму штанги лежачи з максимальним обтяженням, так і для максимального ізометричного жиму, існує область, в якій спостерігається зниження розвитку сили [41, с. 187]. Ця область може відповідати "мертвій зоні", де атлети зіткнулися із зниженням можливості розвивати силу. Зниження розвитку сили в цій області може бути пов'язано з різними факторами, такими як біомеханічні обмеження, недостатній імпульс на початку руху, важкість подолання імені «мертвої зони», та інші.

Отримані результати досліджень, в яких порівнювалися ізометричний жим і звичайний жим штанги лежачи з максимальним обтяженням, підтверджують гіпотезу про те, що «мертва зона» є несприятливою областю для розвитку сили м'язів з механічної точки зору. Навіть у випадку ізометричного жиму, коли не

відбувається попереднього розтягування м'язів, сила знижується в «мертвій зоні». Це може бути пов'язано з біомеханічними обмеженнями і дефіцитом можливості використовувати силу пружної деформації м'язів в цей період руху.

Модель, запропонована дослідником для пояснення «мертвої зони» при жимі штанги лежачи на горизонтальній лаві, стверджує, що плечова кістка обертається відносно грудної клітини, створюючи момент сили, який допомагає піднімати штангу [34, с. 56]. Проте, подальше згинання плеча може призводити до того, що грудинно-реберна і черевна частини великого грудного м'яза втрачають свою ефективність через механічні обмеження і дію протидіючого моменту сили.

1.3 Пріоритетність м'язів спортсмена для жиму штанги лежачи

Можливості вивчення біомеханічних механізмів організації та контролю руху, а також їх оцінки значно розширюються, коли ми поєднуємо інформацію про електричну активність м'язів, яку вимірюємо за допомогою електроміографії (ЕМГ), з біомеханічними характеристиками, які включають в себе як кінематичні (відносно рухів та позицій тілесних частин), так і динамічні (зусилля, моменти сили тощо) параметри, що характеризують досліджувану рухову дію. Ці характеристики ЕМГ можуть розглядатися як вихідні дані, які вказують на активність м'язів, а також як вхідні дані, які впливають на біомеханічну систему руху. Такий підхід дозволяє отримати більш повний розуміння механізмів руху та їх взаємозв'язку з активністю м'язів.

Важливо враховувати, що існує неоднозначність у взаємодії між нервовим імпульсом та рухом, оскільки присутні як центральні, так і периферичні аспекти цієї взаємодії. Тобто, не завжди можливо однозначно встановити зв'язок між ЕМГ-сигналом і біомеханічними характеристиками досліджуваної рухової дії. Проте ця складність не повинна стати перешкодою для спільного вивчення, аналізу та оцінки таких параметрів як: а) ЕМГ-сигнал, б) зовнішнє навантаження, в) зовнішня кінематика руху (його зовнішня форма та шлях руху тілесних частин).

Пояснення тут таке: лише порівняння та аналіз усіх вищезазначених біомеханічних факторів під час спільного вивчення дозволяє розглядати створення системного підходу до вивчення проблем, пов'язаних із оцінкою техніки спортивних рухів.

Більше того, аналіз параметрів ЕМГ-сигналу, який надає інформацію про час, тривалість, амплітуду та частоту активності м'язів, дозволяє не тільки визначати рівень впливу кожного м'яза на руховий процес, але і встановлювати взаємодію та закономірності в роботі м'язів при подоланні зовнішніх навантаження.

Під час виконання жиму штанги лежачи, апарат руху атлета фізично навантажується через інтенсивну протидію зовнішньому навантаженню від ваги штанги [35, с. 89]. Важливо враховувати, що в цьому контексті співдія має місце не лише як протистояння, але й як подолання зовнішнього навантаження. Ця необхідність вимагає відповідної організації м'язової активності, яка пов'язана з наступними аспектами:

1. Реалізація силового потенціалу м'язових синергій: У цьому випадку, різні м'язи працюють разом як синергії, щоб виконати рух і подолати вагу штанги. Це вимагає спільної координації і співпраці між різними групами м'язів.

2. Передача імпульсу сили від однієї ланки до іншої: щоб ефективно виконати жим штанги, сила повинна передаватися від м'язів до кісток і від однієї частини тіла до іншої, забезпечуючи плавний і контрольований рух.

3. Створення необхідної жорсткості рухомої багатоланцюгової біомеханічної системи: ця жорсткість необхідна для забезпечення стабільності і контролю під час жиму штанги. Вона допомагає уникнути непотрібних рухів і травм.

Ця «остання ланка» вказує на ключову роль деякої частини тіла або певного елемента біомеханічної системи у виконанні даного руху. У випадку жиму штанги лежачи, ця «остання ланка» може вказувати на важливість опорної функції, наприклад, стабільності та контролю, які забезпечуються певними м'язами або групами м'язів. Це допомагає спортсмену підтримувати правильну форму і уникнути травм.

Мінімізація енергетичних втрат вказує на те, що ефективне використання м'язів і біомеханічних перетворень допомагає зменшити втрати енергії організмом під час виконання цього руху. Це важливо для підтримання високої продуктивності та витривалості під час тренувань і змагань.

Роль двоголового м'яза плеча при виконанні жиму штанги лежачи може бути незначною в контексті підняття важкої штанги, але цей м'яз може виконувати важливу функцію у процесі контролю швидкості опускання штанги під великим навантаженням.

Як виправдання цьому можна пояснити так: коли спортсмен піднімає штангу важкою вагою, двоголовий м'яз плеча може бути менше залучений до зусиль під час підняття. Проте, коли штанга опускається назад, цей м'яз може активуватися більше, особливо при великому опускному навантаженні (100% від максимуму).

Пікові сплески активності двоголового м'яза плеча під час опускання штанги можуть бути пов'язані з його роллю у регулюванні швидкості опускання. Це може бути частиною механізму, який допомагає спортсменові контролювати спадаючу штангу і запобігти її різкому падінню, що може призвести до травми або втрати контролю над вправою.

Дослідження польських вчених вказують на деякі важливі аспекти фізіології та технічної майстерності при виконанні жиму штанги лежачи:

Низька активність найширшого м'яза спини у фазі опускання штанги. Це може бути пов'язано з тим, що у фазі опускання штанги спортсмени можуть концентрувати свою увагу на контролі та стабільності, а не на активному залученні спинних м'язів. Однак важко сказати, чи ця низька активність завжди є негативною, оскільки це може бути результатом оптимізації техніки виконання руху.

Залежність активності великого грудного м'яза від рівня технічної майстерності. Ця залежність може пояснюватися різними технічними підходами спортсменів. Досвідчені спортсмени, зазвичай, мають кращу координацію рухів і можуть більше розраховувати на грудний м'яз для ефективного виконання вправи.

З іншого боку, початківці можуть активувати інші м'язи або використовувати іншу техніку.

Узагальнюючи, фаза підйому штанги від грудей виявляє максимальну активність великого грудного м'яза та передньої частини дельтоподібного м'яза незалежно від ускладнень. Зменшення обтяження до 80% від максимуму може призвести до незначного зниження активності цих м'язів, але при максимальному навантаженні вони залишаються активними протягом всієї фази підйому штанги. Дослідники погоджуються, що ці м'язи виконують основну функцію агоністів у приведенні плеча та стабілізації плечового суглоба під час підйому штанги від грудей. На початку цього руху більше активності спостерігається у великого грудного м'яза, а з часом збільшується активність переднього пучка дельтоподібного м'яза. Ця інформація підкріплена [46] і є теоретичною, а також підтверджена через моделювання.

Згідно з результатами досліджень, активність триголового м'яза плеча значно збільшується у момент відриву штанги від грудей під час жиму штанги лежачи. Проте, варто відзначити, що при навантаженні у 80% від максимуму цей м'яз проявляє свою активність переважно під час періоду прискорення, а також частково під час "мертвої зони" руху. У випадку, коли протистоять максимальному навантаженню, активність досліджуваного м'яза істотно зростає на протязі всієї фази підйому штанги від грудей.

Відповідно до висновків наукових досліджень, проведених дослідниками [15, 47], активність триголового м'яза плеча різко підвищується в момент відриву штанги від грудей під час виконання жиму штанги лежачи. Однак слід зауважити, що при навантаженні в розмірі 80% від максимального цей м'яз проявляє активність переважно протягом фази прискорення та частково під час "мертвої зони" руху. При здійсненні протидії максимальному навантаженню рівень активності цього досліджуваного м'яза істотно зростає на протязі всієї фази підйому штанги від грудей.

За даними джерела [48], двоголовий м'яз плеча часто проявляє активність під час фази прискорення у виконанні жиму штанги лежачи. Ця активність

характеризується помірною інтенсивністю і, як правило, має короткотривалу природу з тривалістю приблизно 0,2 секунди. У момент завершення «мертвої зони», особливо коли зовнішнє навантаження досягає максимального рівня, спостерігається підвищена активність у двоголового м'яза плеча.

З аналізу цієї активності можна зробити висновок, що двоголовий м'яз плеча відіграє роль слабкого згинача плечового суглоба і, можливо, виступає як стабілізатор для ліктьового суглоба.

Польські дослідники [47, 48] встановили, що активність найширшого м'яза спини у фазі підйому штанги від грудей залишається незначною при будь-якому рівні навантаження.

Більшість досліджень, які використовували електроміографію для аналізу під час виконання жиму штанги лежачи на горизонтальній лаві, зосереджувалися на активності м'язів верхнього плечового поясу і тулуба, інші м'язи, зокрема м'язи нижніх кінцівок, залишалися практично без вивчення дослідниками.

Лише одне джерело [53] вивчало електричну активність м'язів нижніх кінцівок при виконанні жиму штанги лежачи, але це дослідження не було спрямоване на вивчення змагального варіанту цієї вправи, і використані обтяження були невеликі, всього 9 кг.

Наукова важливість цього аспекту надзвичайно велика, оскільки відомо, що активність м'язів нижніх кінцівок у виконанні змагального жиму штанги лежачи може створювати сприятливі умови для цього вправи та суттєво впливати на результати, досягнуті спортсменом. Існує кілька обґрунтованих причин для такого підходу:

Стабільність тіла. Ноги спортсмена відіграють важливу роль у створенні жорсткої опори, що дозволяє підтримувати стійкість тіла та запобігати прогину у поперековому відділі хребта, що називається "містом" у термінології спортсменів.

Передача імпульсу. Деякі досвідчені спортсмени, які володіють високим рівнем технічної майстерності, можуть передавати механічний імпульс від ніг до штанги через послідовність рухів.

Для завершення дослідження характеристик активності м'язів нижніх кінцівок і тулуба під час виконання жиму штанги лежачи, важливо звернутися до узагальнень вітчизняного науковця [36]. Він вказує на такий важливий момент: на початковій стадії потужного «зриву» штанги від грудей, спортсмен, здається, відштовхується ногами від підстави у напрямку голови. Тому розглянемо елементи техніки виконання жиму штанги лежачи та проведемо їх біомеханічний аналіз.

Техніка жиму штанги лежачи включає кілька ключових елементів, які мають велике значення для спортивних досягнень спортсмена. Ці елементи включають в себе: хват штанги, прогин у попереку, або «міст», постановка стоп.

Хват штанги. Гриф штанги повинен знаходитися в руках атлета з визначеною шириною хвату, яка відповідає його фізичним можливостям і комфорту.

Вибір ширини хвату залежить від індивідуальних особливостей атлета, зокрема довжини його рук і сили великих грудних м'язів. Широкий хват, де руки розташовані на відстані 81 см, визнається ефективним у жимі штанги лежачи і має декілька переваг:

- а) Зменшення висоти підйому центру тяжіння (ЦТ) штанги, що полегшує підняття.
- б) Скорочення довжини траєкторії, якою рухається ЦТ штанги, сприяє більш швидкому виконанню вправи.
- в) Зменшення важкості зумовлене зменшенням моменту сили, який діє на ліктьовий суглоб.
- г) Можливі зміни активності основних м'язів.

Враховуючи ці фактори, широкий хват може сприяти покращенню результатів у жимі штанги лежачи.

Згідно з дослідженнями експертів з пауерліфтингу, ширший хват призводить до зменшення вертикальної відстані від плечового суглоба до грифа штанги в кінці фази підйому штанги, коли руки повністю випрямляються. Це означає, що спортсмени, використовуючи широкий хват, мають можливість фіксувати штангу

на меншій висоті в порівнянні з більш вузьким хватом. Іншими словами, при широкому хваті штангу фіксують на максимальній висоті, яка відповідає ширині плечей (100 % від ширини плечей), в кінці фази підйому.

Результати дослідження, проведені [47], свідчать, що як у фазі опускання штанги, так і у фазі її підйому, спостерігається низка змін у довжині траєкторії руху штанги та ширині захвату. Ці дані можна пояснити так: із збільшенням ширини хвата відзначається статистично значуща зменшення довжини траєкторії руху центру тяжіння штанги. Отже, спортсмени, використовуючи ширший захват, витрачають менше зусиль на підняття штанги вгору.

Зменшення моменту сили тяжіння штанги щодо плечового та ліктьового суглобів означає, що м'язи, які керують цими суглобами та протистоять силі тяжіння штанги при широкому хваті, можуть розвивати меншу силу, щоб протистояти цій силі порівняно з вузьким хватом. Це дає спортсмену можливість піднімати штангу більшої маси.

Ширина хвата також впливає на активність м'язів, які беруть участь у підйомі штанги. Цей фактор активно використовується тренерами для регулювання навантаження на певні м'язові групи спортсмена.

На підставі практичного досвіду підтверджено, що при використанні вузького хвата активніше працює триголовий м'яз плеча і дельтоподібний м'яз [47, 49], в той час як при широкому хваті більше навантажується великий грудний м'яз [36, 53].

Дослідження, яке було узагальнено у джерелах [15, 21], демонструє, що вертикальна складова сили, яку спортсмен використовує для тиску на гриф штанги, змінюється в залежності від ширини хвата. При вузькому хваті, що відповідає 95% ширини плечей, вертикальна складова сили становить 1100 Н. При широкому хваті, який дорівнює трохи більше 200% ВAD, вертикальна складова досягає максимальних значень і складає 1175 Н. Проте, якщо ширина хвата перевищує 200% ВAD, то вертикальна складова сили тиску на гриф штанги значно зменшується. Значний спад сили при надто широкому хваті пов'язаний з тим, що спортсмени прикладають силу до грифу штанги під кутом, а не

вертикально. Це призводить до зменшення вертикальної складової зусилля і збільшення горизонтальної складової сили.

Дослідження, проведені у джерелі [12], підтверджують існування позитивної кореляції між шириною хвата та горизонтальною складовою сили у фазі підйому штанги від грудей. Іншими словами, при збільшенні ширини хвата горизонтальна складова сили збільшується, в той час як вертикальна складова зменшується. До цього моменту ми говорили про переваги використання широкого хвата.

Застосування широкого хвата в жимі штанги лежачи має як позитивні, так і негативні аспекти. Один із негативних аспектів пов'язаний з підвищеним ризиком травмування плечового суглоба та великого грудного м'яза. Дослідження [10] показали, що використання широкого хвата (більше 150% від ширини плечей) при виконанні жиму штанги лежачи може збільшити ризик отримання травми цих областей. Наприклад, коли плечова кістка відведена від тулуба під кутом близьким до 90 градусів, що спостерігається при використанні широкого хвата, існує загроза гострої або хронічної травми плечового суглоба. Цей ризик збільшується зі збільшенням кута повороту у плечовому суглобі, особливо при виконанні жиму штанги головою вниз.

Прогин у попереку, або «міст». Після правильного хвату атлет створює стійку опору в поперековому відділі хребта, утворюючи так званий «міст». Це допомагає забезпечити правильну позицію тіла та уникнути прогину спини під час підйому.

«Міст» – це технічний прийом в жимі штанги лежачи, який дозволяє спортсменові скоротити шлях штанги і зменшити витрати сили. Цей прийом виконується в момент прийняття вихідного положення перед початком жиму. Його методика включає такі кроки: спортсмен намагається максимально прогнути свою спину в поперековому відділі хребта. Це досягається, переважно, за допомогою напруги довгого розгинача хребта.

Під час «моста» також зводяться лопатки. Це досягається за допомогою напруги найширшого м'яза спини, що дозволяє збільшити прогин у спині.

Важливо дотримуватися умови, щоб лопатки не торкалися лави.

Під час виконання «моста» у спортсмена повинні бути наступні точки опори: трапецієвидний м'яз та сідничні м'язи, що торкаються лави, ступні мають опиратися на поверхню помосту.

Використання «моста» в жимі штанги лежачи має кілька переваг, що допомагають спортсменові досягти кращих результатів:

1. Зменшення довжини траєкторії штанги: При виконанні «моста» зводяться лопатки, що дозволяє значно зменшити висоту, на якій розташована штанга в початковій фазі руху, коли штанга знаходиться на витягнутих руках. Це зниження висоти зменшує довжину траєкторії руху штанги при її опусканні на груди і підйомі від грудей.

2. Збільшення прогину хребта. Важливим елементом «моста» є значний прогин в області поперекового відділу хребта. Це дозволяє підняти нижню частину грудної клітини над лавою. Прогин хребта забезпечується за рахунок рухливості хребців щодо один одного, завдяки присутності міжхребцевих дисків.

3. Навантаження м'язів спини. «Міст» активізує роботу різних м'язів спини, зокрема м'язів розгинача хребта, попереочно-остистого м'яза і міжостистих м'язів. Це дозволяє спортсмену краще контролювати рух штанги і зменшує навантаження на плечовий суглоб.

4. Розширення грудної клітини. Виконання жиму штанги на «вдиху» сприяє розширенню грудної клітини, збільшує внутрішній грудний тиск і піднімає ребра та грудину.

Використання техніки «моста» при виконанні жиму штанги лежачи сприяє активнішому функціонуванню певних частин великого грудного м'яза, зокрема грудинно-реберної і черевної частин. Ці частини м'яза виявляються більш активними в порівнянні з іншими пучками великого грудного м'яза. Це має декілька можливих пояснень і переваг.

1. Сильніші частини м'яза. Грудинно-реберна і черевна частини великого грудного м'яза вважаються більш сильними пучками цього м'яза. Використання техніки «моста» дозволяє активувати саме ці частини, що допомагає підняти більше ваги.

2. Створення сприятливих механічних умов. «Міст» створює сприятливі механічні умови для роботи великого грудного м'яза, подібні до тих, які виникають при виконанні «похилого жиму штанги головою вниз». У цьому випадку положення плечової кістки стосовно тулуба є сприятливішим для розвитку моменту сили відносно до плечового суглоба, особливо з нижніми, сильнішими пучками великого грудного м'яза.

3. Підвищення результатів. За допомогою техніки «моста» спортсмени можуть досягти більшого результату у жимі штанги лежачи, оскільки ця техніка сприяє кращому використанню сильних частин грудного м'яза.

Постановка стоп. Останній елемент – правильне розташування стоп. Спортсмен розміщує стопи так, щоб вони надавали стабільної бази та опору під час виконання вправи.

Правильне положення і використання м'язів ніг і спини дійсно відіграють важливу роль у жимі штанги лежачи з точки зору стабілізації тулуба і створення необхідної горизонтальної сили. Ось як це працює:

Стабілізація тулуба. Правильне положення ніг дозволяє спортсменові стабілізувати свій тулуб на лаві. Це важливо для забезпечення правильної техніки і попередження можливих травм. Правильна стабілізація допомагає уникнути надмірного руху тулуба під час виконання вправи і забезпечує фіксацію грудей та спини на лаві.

Створення горизонтальної сили. Для підняття штанги і створення необхідного прогину у попереку та утримання грудей у високій позиції потрібна горизонтальна сила. М'язи ніг і спини допомагають у створенні цієї сили, що забезпечує спортсменові стійкість і можливість витримувати вагу штанги.

Існує важлива залежність: опускання штанги може призвести до зменшення прогину у попереку, якщо сила м'язів недостатня для підтримки прогину. Однак ізометрична робота м'язів стегна, як передньої, так і задньої частини, а також сідничного м'яза, у свою чергу, запобігає втраті прогину у попереку.

Авторами [10, 12] було запропоновано припущення, що на початковій фазі підйому штанги від грудей деякі спортсмени можуть застосовувати «поштовх»

ногами у напрямку голови, оскільки це полегшує подолання «мертвої зони». Важливо відзначити, що спортсмени, які виконують цей поштовх, одночасно роблять невеликий рух грудьми вгору. Цей рух відбувається через те, що таз, хребет, грудна клітина і лопатки утворюють жорстку конструкцію, яка надійно фіксується м'язами тулуба. Піднімання тазу вгору і в бік голови призводить до обертання цієї жорсткої конструкції відносно лопаток і невеликого підняття грудної клітини. В результаті застосування цього прийому механічний імпульс передається штанзі, яка в цей момент розташована на грудях спортсмена. Якщо спортсмен успішно «підхоплює» цей імпульс руками і активує м'язи верхнього плечового пояса і рук, то цей невеликий імпульс, що дорівнює масі штанги, помножений на її швидкість, допомагає почати рух штанги з більшою швидкістю.

Але не всі спортсмени під час поштовху ногами і руху тулубом до процесу «підключають» руки. Якщо вони не встигають це зробити, то імпульс, про який тут йдеться, втрачається. Крім того, якщо таз зміщується занадто високо вгору, то сідничні м'язи відірвуться від жимової лави, і спробу спортсмена не можна буде зарахувати, оскільки це порушує правила змагань.

Постановка стоп атлета. За правилами допускається розташування стоп на будь-якій ширині. Важливо зауважити, що заборонено торкатися стопами лави.

Для створення жорсткої опорної конструкції, спортсмену необхідно напружувати м'язи-розгиначі колінного суглоба, а саме чотириголові м'язи стегна. Це допомагає спортсмену краще протидіяти зовнішнім навантаженням. Зазвичай спортсмени обирають ширину постановки стопів, враховуючи власну гнучкість кульшового суглоба. При цьому вони намагаються зменшити відстань між ступнями і плечовими суглобами, що допомагає збільшити прогин у попереку для виконання технічного прийому «міст» [10, 25, 53].

1.4 Біомеханічний аналіз техніки виконання жиму штанги лежачи спортсменами високої кваліфікації та обґрунтування необхідності змін у правилах змагань з жиму лежачи ІРФ

В процесі виконання жиму лежачи навантаження найбільшою мірою несуть великі грудні м'язи, передні дельтоподібні, триголові м'язи плеча, найширші м'язи спини [38, 42]. Використання специфічного технічного елементу «міст» дозволяє спортсмену зменшити амплітуду виконання вправи за рахунок значного вигинання спини. Внаслідок використання «моста» відбувається зниження показників механічної роботи, що виконує спортсмен, тобто величина прикладеної сили, траєкторія вертикального переміщення штанги та пройдений шлях штанги в процесі виконання вправи значно зменшується [55, 57]. Застосування «моста» надає спортсменам перевагу при прагненні максимізувати підняту вагу та дозволяє зменшити навантаження на плечовий суглоб під час виконання вправи [54, 55, 56]. На сьогодні виконання вправи жиму лежачи з використанням специфічного технічного елементу «міст» набуло великої популярності та дозволило деяким спортсменам отримати значну перевагу перед суперниками, що знівелювало рівні можливості спортсменів для досягнення спортивного результату.

В наукових працях В. С. Elliott, G. J. Wilson, G. K. Kerr зазначається, що біомеханіка виконання жиму лежачи передбачає проходження області «мертвої точки» як перехідної фази зі зниженою силою між фазою прискорення завдяки енергії деформації та механічно вигідною областю максимальної сили [56]. Під час виконання жиму лежачи з використанням екстремально високого «мосту» область «мертвої точки» зміщується, або й зникає взагалі за рахунок того, що нижнє положення штанги вже знаходиться в механічно вигідній зоні максимальної сили [57, 58].

Це спричинило активацію роботи тренерів та спортсменів над розвитком гнучкості грудного та поперекового відділів хребта задля встановлення максимально великого прогину під час виконання жиму лежачи, що в багатьох випадках призводить до розвитку надмірної гнучкості та виникнення численних травм опорно-рухового апарату. Результатом процесу активації роботи над виведенням рівня гнучкості хребта за межі оптимальних стало поняття «нульового жиму», яке використовується на позначення жиму, в якому завдяки

високому положенню грудної клітини через екстремальний прогин спини, рух штанги відсутній. Доторкання грудної клітини до штанги здійснюється за рахунок підтягування її до грифу з застосуванням напруження найширших м'язів спини. Наблизити виконання жиму лежачи до «нульового жиму» стало метою кожного спортсмена, доводячи амплітуду руху штанги до мінімуму. Таким чином, жим лежачи як одна із змагальних вправ пауерліфтингу перетворилась на суто гімнастичну вправу замість атлетичної. Перед Міжнародною Федерацією пауерліфтингу IPF постав виклик, щодо збереження жиму лежачи як атлетичної вправи та пошуку шляхів об'єктивізації правил змагань.

Аналіз лінії кореляції центру ліктьового суглобу та центру плечового суглобу провідних спортсменів світу, які використовують екстремально високий «міст» дозволяє зробити висновок про те, що 5% чоловіків та 23% жінок (12 з 52) встановлювали рекорди світу з використанням екстремального «моста» (3 з 52).

При виконанні жиму лежачи в такій техніці кут згинання ліктьових суглобів є мінімальним та таким, що не дозволяє м'язам верхнього плечового поясу отримати навантаження рівноцінне тому, що отримують м'язи спортсмена з меншим «мостом» (Рис. 1.2).



Рис. 1.2. Біомеханічний аналіз виконання жиму лежачи провідних спортсменів світу за діючими правилами змагань IPF:

- – центр плечового суглобу спортсменів;
- – центр ліктьового суглобу спортсменів
- – лінія кореляції центру ліктьового суглобу та центру плечового суглобу.

Враховуючи наявність у правилах змагань IPF регламентування кута згинання колінного суглобу в присіданнях зі штангою на плечах (поверхня ніг біля кульшових суглобів повинна бути нижче верхівки колінних суглобів), є очевидним, що використання аналогічного підходу, що буде регламентувати кут згинання ліктьового суглобу, дозволить ефективно вирішити дану проблему.

Оскільки під час змагань вимірювати кут згинання ліктьового суглобу в градусах виявляється неможливим, нами було запропоновано об'єктивізувати правило виконання жиму лежачи на основі впровадження регламентування кута згинання рук, де в якості контрольних точок ми пропонували використовувати співвідношення двох суглобів (плечового і ліктьового) (Рис. 1.2., 1.3.). Таким чином, нами було запропоновано внесення у Правила змагань зміни виконання жиму лежачи у наступній редакції: «Після отримання сигналу спортсмен має опустити штангу на груди або живіт, при цьому нижня поверхня обох ліктьових суглобів повинна опуститись до рівня або нижче верхньої поверхні кожного відповідного плечового суглоба (Рис. 1.3.).

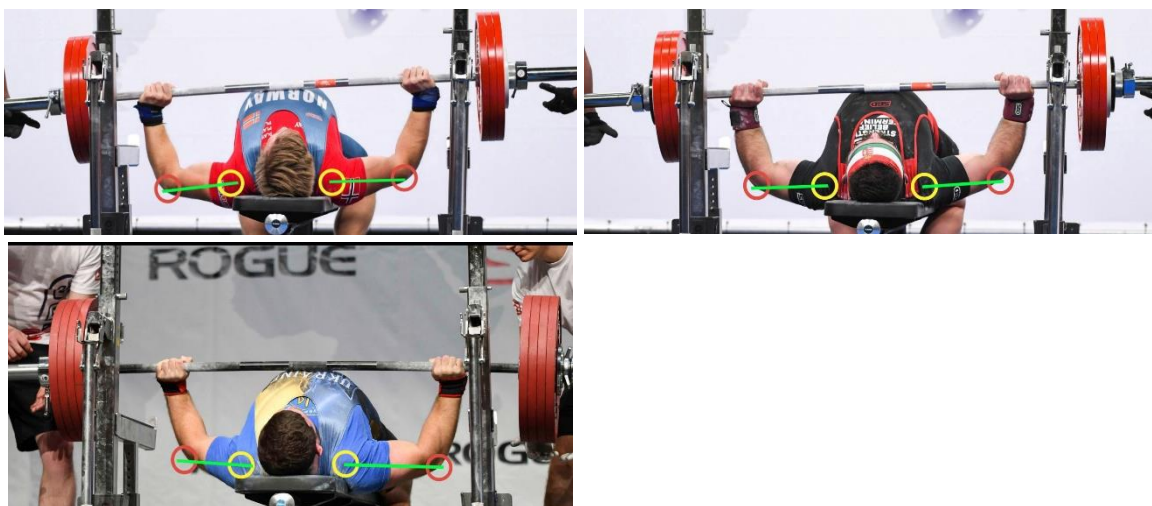


Рис. 1.3. Біомеханічний аналіз виконання жиму лежачи провідних спортсменів світу за новою редакцією правил змагань IPF:

- – центр плечового суглобу спортсменів;
- – центр ліктьового суглобу спортсменів;
- — лінія кореляції центру ліктьового суглобу та центру плечового суглобу.

Запропонований нами шлях об'єктивізації правил змагань у розділі виконання жиму лежачи унеможливило виконання «нульового жиму»,

урівноважує можливості спортсменів для досягнення спортивного результату за рахунок унеможливлення екстремальної висоти «мосту».

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Методи дослідження

У магістерській роботі були використані такі методи дослідження:

1. Аналіз літературних та документальних джерел для теоретичного підґрунтя дослідження.
2. Проведення опитування тренерів і спортсменів, щоб отримати їхні враження та думки.
3. Педагогічні спостереження, які дозволили отримати практичний досвід та спостерігати за процесами навчання і тренування.
4. Біомеханічний аналіз для детального вивчення рухів і фізичних параметрів спортсменів.
5. Використання педагогічного тестування, зокрема полідинамометрії, для оцінки силових показників.
6. Застосування методів математичної статистики для обробки та аналізу отриманих даних.

Теоретичний аналіз науково-методичних, літературних та документальних джерел є важливим етапом наукового дослідження [12, 15]. У цій роботі був проведений аналіз науково-методичної літератури, що стосується біомеханічного аналізу техніки жиму штанги лежачи, а також методів і методик навчання цієї рухової дії. В ході аналізу були досліджені публікації, що розкривають кінематичні характеристики руху штанги, визначали причини і механізми виникнення так званої «мертвої зони», розглядали технічні прийоми для подолання цього явища, а також розглядали особливості активності м'язів верхніх і нижніх кінцівок, а також окремі елементи і прийоми техніки жиму.

Опитування тренерів і спортсменів було важливим кроком у дослідженні техніки жиму штанги лежачи. Це опитування допомогло зіставити наукові

дослідження з практичним емпіричним досвідом атлетів і тренерів. В опитуванні взяли участь 22 висококваліфікованих пауерліфтера і 15 тренерів, які мають досвід у цій галузі.

Респондентам були показані відеозаписи виконання жиму штанги лежачи атлетами високої кваліфікації, і їм було запропоновано визначити відповіді на два питання: «Як вони оцінюють техніку виконання жиму штанги лежачи атлетами на відеозаписах?», «Які основні аспекти техніки вони вважають важливими для досягнення успіху в цьому виді спорту?».

Отримані відповіді і враження від спортсменів і тренерів допомогли збагатити дослідницький матеріал і підкріпити теоретичні висновки емпіричними даними. Такий підхід дозволяє отримати більш повну і об'єктивну картину техніки жиму штанги лежачи та її впливу на результати спортсменів.

Для визначення наявності «мертвої зони» у фазі підйому штанги від грудей та поштовху ногами на початку цієї фази був використаний систематичний підхід:

1. Спершу були зібрані відповіді від респондентів на перше питання щодо наявності «мертвої зони». Відповіді більшості респондентів використовувалися для ідентифікації відеозаписів, на яких ця «мертва зона» спостерігалася.

2. Відеозаписи, на яких була вказана наявність "мертвої зони", піддавалися біомеханічному аналізу. Під час цього аналізу вимірювалася вертикальна складова швидкості штанги в різних точках підйому від грудей.

3. Отримані під час біомеханічного аналізу значення вертикальної складової швидкості штанги використовувалися для визначення порогового значення швидкості штанги, яке сприймалося атлетами та тренерами як «мертва зона».

Питання, поставлені респондентам, мали наступний характер і були спрямовані на отримання об'єктивних даних та вражень стосовно «мертвої зони» та її подолання:

1. В який момент найчастіше проявляється «мертва зона» у жимі штанги лежачи? (Це питання спрямоване на визначення моменту в русі, коли атлети відчують «мертву зону».)

2. При яких навантаженнях можливо фіксувати наявність «мертвої зони»? (Це питання стосується величини ваги на штанзі та інших параметрів навантаження, які можуть впливати на появу «мертвої зони».)

3. Яким чином можна подолати «мертву зону»? (Це питання спрямоване на отримання рекомендацій щодо технік та підходів для подолання цього явища.)

4. Чи потрібно активувати найширший м'яз спини у жимі штанги лежачи? Наведіть аргументацію такої доцільності. (Це питання стосується важливості активації певних м'язових груп та їхнього впливу на техніку жиму штанги лежачи.)

Відповіді на ці питання надали додаткові дані для дослідження техніки жиму штанги лежачи та сприяли формулюванню рекомендацій для тренування та покращення результатів у цьому виді спорту.

Заключний блок питань, спрямований на отримання відповідей стосовно траєкторії руху штанги та активування найширшого м'яза спини, допоміг дослідникам зрозуміти специфіку та уявлення спортсменів і тренерів щодо ідеальної техніки жиму штанги лежачи.

Загальний аналіз цих даних спільно з іншими результатами дослідження може сприяти вдосконаленню тренувальних методик та підвищенню ефективності спортивної підготовки в цьому виді спорту.

Педагогічні спостереження за технікою виконання жиму штанги лежачи спортсменами високої кваліфікації є важливим елементом наукових досліджень і практичної роботи тренера. Це активний пізнавальний процес, що ґрунтується на вмінні спостерігати, аналізувати та висувати гіпотези на основі отриманих даних.

Основні вимоги до педагогічних спостережень:

Планомірність. Спостереження повинні бути систематичними і здійснюватися відповідно до плану. Вони не повинні ґрунтуватися на випадкових спостереженнях, а повинні бути спрямовані на вивчення конкретних аспектів техніки виконання вправи.

Цілеспрямованість. Спостереження повинні мати конкретну мету і завдання. Наприклад, вивчення конкретного аспекту техніки (наприклад, руху штанги) або виявлення паттернів поведінки спортсменів.

Активність. Спостерігачі повинні бути активними учасниками процесу спостереження, запитуючи і взаємодіючи зі спортсменами, якщо це необхідно для отримання додаткової інформації.

Систематичність. Спостереження повинні здійснюватися відповідно до певного плану або графіку, щоб забезпечити повноту та об'єктивність отриманих даних.

Педагогічне спостереження є класичним методом наукового вивчення в педагогічній практиці. Ця форма дослідження передбачає спеціально організоване сприйняття та реєстрацію об'єкта, процесу або явища, що відбуваються в природних умовах [52, с. 76]. Об'єкти, що піддаються педагогічному спостереженню, можуть бути різними за своєю суттю та метою дослідження.

Наприклад, серед можливих об'єктів педагогічного спостереження можуть бути такі групи ознак:

1. *Завдання навчання та виховання.* Спостереження за тим, як учні або спортсмени виконують навчальні завдання чи завдання з фізичного виховання і спортивного тренування.

2. *Методи навчання та виховання.* Аналіз методів, які використовуються в навчанні і вихованні, а також визначення характеру і обсягу тренувального навантаження.

3. *Елементи техніки рухових дій.* Спостереження за тим, як виконуються конкретні рухові дії, оцінка їхньої техніки та вивчення можливих покращень.

Об'єктом педагогічного спостереження в рамках даного дослідження були вибрані елементи техніки виконання пауерліфтерів високої кваліфікації під час жиму штанги лежачи. Спеціально організований процес сприйняття та аналізу змагального виконання пауерліфтерами високої кваліфікації здійснювався шляхом візуального аналізу відеозаписів виступів 22 чемпіонів України, Європи та світу.

Метою цих педагогічних спостережень було вивчення механізму передачі імпульсу від ніг при виконанні жиму штанги лежачи. Дослідження такого важливого аспекту пауерліфтингу дозволило глибше розуміти технічні деталі цього виду спорту і, можливо, розробити більш ефективні методи тренування та підготовки для пауерліфтерів.

Відеозйомка застосовувалася для збору вихідних даних з метою біомеханічного аналізу кінематики і динаміки при виконанні жиму штанги лежачи та інших спеціальних силових вправ. Однією з основних переваг використання відеозйомки є відсутність впливу на рухові дії спортсменів, що було відзначено в попередніх дослідженнях [43, с. 65].

Для відеозйомки жиму штанги лежачи використовувалися дві камери Sony, які працювали синхронно у фронтальній і сагітальній площинах. Ці камери мали частоту знімання 60 кадрів на секунду і роздільну здатність 1920x1080 пікселів. Для спеціальних силових вправ використовувалася відеозйомка лише у фронтальній площині. Такий підхід дозволяє детально вивчати рухи та техніку виконання вправи, а також аналізувати їх у двох важливих площинах для отримання більш повної інформації.

Синхронізація відеозйомки з записом електричної активності м'язів здійснювалася за допомогою спеціального пристрою, який включав в себе контактну кнопку, що утримувалася оператором, світлодіод і пристрій для подачі синхроімпульса. Після початку руху спортсмена, оператор натискав на контактну кнопку, що викликало миготіння світлодіода і передачу синхроімпульсу на обладнання для електроміографії. У той же час миготіння світлодіода реєструвалося обома відеокамерами, що в подальшому дозволило злити запис електричної активності м'язів з відеозйомкою. Цей підхід дозволяв точно встановити співставлення моменту відеозйомки з даними щодо електроміографії для подальшого детального аналізу м'язової активності.

Похибка вимірювання інтервалів часу становила 0,015 секунди. Перед проведенням відеозйомки, торець грифа штанги був маркований висококонтрастним маркером для подальшого визначення положення. Отримані

відеоматеріали піддавалися обробці за допомогою спеціальної програми, яка автоматично відстежувала координати центру тяжіння штанги і записувала їх у текстовий файл.

На основі цих координат, враховуючи масштаб, в програмі MS Excel обчислювалися такі параметри, як переміщення штанги, а також вертикальні і горизонтальні складові швидкості і прискорення центру тяжіння штанги. Цей розрахунок виконувався чисельним диференціюванням за допомогою формули, яка передбачала згладжування руху на основі п'яти точок.

Крім того, на основі отриманих координат відтворювалася траєкторія руху центру тяжіння штанги в сагітальній площині. Головна мета відеозйомки у фронтальній площині полягала в відстеженні моменту контакту штанги з грудьми, оскільки в сагітальній площині видимість була обмежена непрозорими дисками на штанзі.

Один із результатів комплексної обробки відеоматеріалів та даних електричної активності м'язів був відеозапис, на якому були об'єднані і синхронізовані відеоматеріали у фронтальній та сагітальній площинах, а також дані щодо електричної активності восьми м'язів, які брали участь у русі. Цей відеозапис надавав дослідникам та спортсменам можливість отримати детальну інформацію про їхню техніку виконання рухових дій та дозволяв проводити аналіз та вдосконалення техніки руху.

Під час проведення тестування, спрямованого на вивчення техніки виконання жиму штанги лежачи, було необхідно фіксувати на відеозаписі момент відриву таза атлетом від жимової лави, оскільки відповідно до змагальних правил цей аспект має важливе значення. Для відстеження цього факту був розроблений та використаний спеціальний пристрій, який був аналогією до розробки, згаданої в роботі [53].

Цей пристрій складається з контактної площадки (КП) і блоку світлодіода з джерелом живлення від батареї. Контактна площадка виготовлена з провідникового матеріалу, яким служить бронза. Розміри КП становлять 150 мм х 60 мм, а її товщина – 0,5 мм. КП кріпиться на жимовій лаві в місцях розташування

таза атлета. Блок світлодіода встановлюється в такому місці, яке є зручним для спостереження або проведення відеозйомки.

При використанні цього пристрою, під навантаженням атлета, контактна площадка (КП) замикає електричний ланцюг, і світлодіод автоматично запалюється. Коли таз атлета відділяється від КП, механізм розмикає електричний ланцюг завдяки пружній пластині, і світлодіод вимикається. Це дозволяє точно фіксувати порушення правил, а саме момент відриву таза атлетом, і реєструвати цей факт на відеозаписі.

Полідинамометрія – це метод комплексного вимірювання сили декількох м'язових груп у людини [27]. Цей метод використовується для визначення максимальної ізометричної сили основних м'язових груп верхньої кінцівки і тулуба, які мають найбільше значення при виконанні жиму штанги лежачи. Важливо відзначити, що у цьому випадку мова йде не про силу декількох м'язових груп, а про силу, яка реєструється в точці контакту динамометра і досліджуваного об'єкта.

При проведенні тестування для вимірювання ізометричної сили, атлет повинен був бути зафіксованим у певній позі. Для цього використовувалися ремені і стрічки з липкою основою. Під час реєстрації зусиль, дистальна частина кінцівки спортсмена натискала на лямку, яка була з'єднана з однією стороною тензодатчика. Інша сторона тензодатчика кріпилася до щита або кронштейна в залежності від того, яка м'язова група вимірювалася, за допомогою металевих ланцюгів і карабінів. У цій позиції кут в суглобі, який обслуговувався досліджуваними м'язами, становив 90 градусів.

Вимірювання сили переднього і середнього дельтоподібних м'язів, а також триголового м'яза плеча проводилося в положенні стоячи. Вимірювання сили великого грудного м'яза виконувалося в положенні сидячи. Перед проведенням вимірювань досліджувані атлети виконували розминку, після чого тричі проводилися вимірювання.

Розминка перед виконанням змагального руху включала в себе виконання загальної фізичної підготовки тривалістю 10 хвилин. Це допомагало спортсменам

оптимально підготуватися до подальшої роботи. Після цього, як частина спеціальної розминки, спортсмени виконували чотири підходи з такими параметрами:

1 підхід – з використанням вантажів, що становили 40% від максимуму, з виконанням п'ятьох повторень.

2 підхід – з використанням вантажів, що становили 50% від максимуму, з виконанням чотирьох повторень.

3 підхід – з використанням вантажів, що становили 60% від максимуму, з виконанням трьох повторень.

4 підхід – з використанням вантажів, що становили 65% від максимуму, з виконанням двох повторень.

Пауза на відпочинок між підходами тривала від 2 до 3 хвилин і встановлювалася індивідуально кожним спортсменом.

Після виконання розминки, спортсмени без жимових майок виконували жим штанги лежачи на горизонтальній лаві з навантаженням у 70%, 80% і 90% від максимуму, проводячи по одному повторенню на кожному з навантажень. Відпочинок між цими спробами відповідав повному відновленню спортсмена. Після цього проводилося повторне тестування спортсмена в жимі штанги лежачи на горизонтальній лаві з тими ж навантаженнями – 70%, 80%, і 90% від максимуму.

У процесі організації та проведення педагогічного тестування брало участь сім осіб: два експериментатори, які здійснювали відеозапис дослідження, третій учасник, відповідальний за запис електричної активності м'язів, четвертий учасник, який відігравав роль страховки для досліджуваного, п'ятий – відповідальний за суддівство та оцінку результатів, шостий учасник, який контролював правильну роботу апаратури, сьомий вів протокол дослідження та документував результати тестування.

Ця команда спеціалістів забезпечувала правильну і об'єктивну оцінку техніки виконання рухових дій спортсменами.

Статистична обробка результатів дослідження включала такі кроки:

1. Розрахунок середнього арифметичного для числових характеристик, які вивчалися у дослідженні.

2. Розрахунок помилки середнього арифметичного для оцінки точності отриманих значень.

3. Визначення стандартизованих коефіцієнтів асиметрії для оцінки розподілу результатів дослідження і виявлення відхилень від нормального розподілу.

Застосування t-критерію Стюдента для зв'язаних вибірок є розумним підходом для перевірки статистичної гіпотези про відмінності результатів, показаних спортсменами, якщо дані мають нормальний розподіл і вимірювалися в шкалі відносин (кг, Н).

Цей критерій дозволяє визначити, чи є статистично значущою різниця між середніми значеннями двох зв'язаних груп даних. Використовуючи t-критерій, можна перевірити, чи можна вважати отриману різницю між результатами статистично значущою або ж ця різниця є випадковою.

Після розрахунку t-критерію і порівняння його з табличними значеннями або за допомогою програмних засобів для статистичного аналізу, можна прийняти відповідне статистичне рішення щодо гіпотези про відмінності результатів.

Під час пошуку шляхів об'єктивізації правил змагань з жиму лежачи на основі біомеханічного аналізу техніки спортсменів високої кваліфікації в процесі дослідження нами були використані наступні методи дослідження: аналогія, аналіз, синтез, абстрагування, індукція, екстраполяція, узагальнення практичного досвіду, педагогічні методи (спостереження). Аналіз науково-методичної літератури проведено на основі баз даних PubMed, ProQuest Dissertation & Theses Global, Dissercat, Google Академія, Google Book Search, Ресурси Національної бібліотеки України ім. В. І. Вернадського та каталоги й репозитарії електронних бібліотек.

З метою реалізації поставлених завдань було проаналізовано 168 спеціалізованих видань науково-методичної літератури та всесвітньої інформаційної мережі Інтернет, серед яких 125 робіт закордонних авторів.

У педагогічному спостереженні взяло участь 104 спортсмени (52 чоловіки та 52 жінки), які є діючими рекордсменами світу з класичного жиму лежачи та жиму лежачи у вікових категоріях юнаків, дівчат, юніорів, юніорок, чоловіків та жінок.

Було досліджено біомеханічні особливості виконання жиму лежачи топових спортсменів світу з визначенням величини амплітуди руху штанги. За допомогою ілюстративних засобів було відображено схематично кореляцію плечового та ліктьового суглобів кожного спортсмена під час положення штанги на грудях.

У відповідності до отриманих даних щодо розміщення «мертвої зони» в жимі лежачи проводився зіставний аналіз та надавалась оцінка проходження цієї зони кожним окремим атлетом.

2.1 Організація дослідження

Проведене дослідження складалося з чотирьох етапів, кожен з яких виконував свої функції.

Перший етап (жовтень – грудень 2022 року):

На початковому етапі дослідження була обрана тема, сформульовані мета і завдання дослідження, а також обґрунтовано актуальність проведення цієї роботи. Була визначена загальна стратегія дослідження та його подальша етапність.

На другому етапі (січень – лютий 2023 року) було проведено теоретичний аналіз літературних джерел з питань техніки виконання жиму штанги лежачи та методів вимірювання показників, пов'язаних з цим видом фізичної активності. Також в цей період визначалися методи та засоби для збору та обробки даних, визначалися параметри для подальшого біомеханічного аналізу.

Для педагогічного спостереження було відібрано 104 спортсмени (52 чоловіки та 52 жінки), які є діючими рекордсменами світу з класичного жиму лежачи та жиму лежачи у вікових категоріях юнаків, дівчат, юніорів, юніорок, чоловіків та жінок.

Також у цьому етапі тестування брали участь 22 пауерліфтери високої кваліфікації. Досліджувані спортсмени проводили перед тестуванням розминку.

Після розминки вони виконували жим штанги лежачи з навантаженням, еквівалентним 100% від їх максимального результату, з одним повторенням відповідно до правил змагань, але без використання спеціального екіпірування. Обтяження на штанзі збільшувалося послідовно до того моменту, коли спортсмени більше не могли виконати повторний підйом штанги. Обтяження, яке попереджало невдалу спробу, вважалося їх максимальним результатом.

Спортсмени виконували жим штанги лежачи, і їх техніка виконання цієї вправи фіксувалася за допомогою двох камер, які працювали в фронтальній і сагітальній площинах. Паралельно з цим, здійснювалася реєстрація електричної активності декількох м'язів верхньої кінцівки і тулуба, розташованих зліва від середини тіла, за допомогою восьми каналів.

На третьому етапі (березень – травень 2023 року) проводилося емпіричне дослідження, під час якого залучались спортсмени-пауерліфтери високої кваліфікації та тренери. Здійснювалася відеозйомка та вимірювання ізометричної сили під час жиму штанги лежачи.

Спортсмени виконували ряд силових вправ для верхніх кінцівок, включаючи такі вправи: розведення рук з гантелями лежачи на горизонтальній лаві; розведення рук з гантелями лежачи на похилій лаві з кутом нахилу 30 градусів; віджимання на брусах з додатковим обтяженням; розведення рук в сторони з гантелями стоячи; підйом рук з гантелями перед собою по черзі; підтягування на перекладині з додатковим обтяженням.

Під час виконання цих вправ техніка була записана на відео у фронтальній площині. Одночасно реєструвалася електрична активність восьми м'язів верхніх кінцівок.

На четвертому етапі (липень – вересень 2023 року) проводилася статистична обробка отриманих даних та аналіз результатів. Розраховувалися числові характеристики, такі як середнє арифметичне, помилка середнього арифметичного, стандартизовані коефіцієнти асиметрії. Також застосовувався t-критерій Стьюдента для зв'язаних вибірок для перевірки статистичних гіпотез.

Ці чотири етапи дослідження становлять загальний процес вивчення техніки виконання жиму штанги лежачи та аналізу зіставлення отриманих даних з емпіричним досвідом спортсменів і тренерів у даній області.

РОЗДІЛ 3

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНІКИ ЖИМУ ШТАНГИ ЛЕЖАЧИ ПАУЕРЛІФТЕРАМИ ВИСОКОЇ КВАЛІФІКАЦІЇ

3.1 «Мертва зона» в жимі штанги лежачи та можливості її урахування пауерліфтерами високої кваліфікації

Сучасні дослідження в області пауерліфтингу охоплюють різноманітні аспекти тренувального процесу та організації тренувань для різних груп спортсменів. До цих аспектів належать: тренувальні заняття з юними спортсменами, тренування учнів та студентів, тренування жінок у пауерліфтингу, тренування інвалідів у пауерліфтингу, особливості тренувань пауерліфтерів високої кваліфікації, вивчення спортивних досягнень у пауерліфтингу.

Для пауерліфтерів це момент, коли вони повинні вкласти максимальний зусиль для подолання опору та продовження руху штанги. Досягнення успішного підйому штанги від грудей після «мертвої точки» може визначити результат у змаганнях.

Дослідники вивчають цей момент, щоб розуміти його фізіологічні та біомеханічні аспекти, а також розробляють методики та підходи для тренування спортсменів у подоланні «мертвої точки». Його розуміння допоможе покращити техніку виконання і підвищити результативність у пауерліфтингу.

Подолання проблеми визначення «мертвої точки» у пауерліфтингу може бути досягнуте завдяки об'єктивним інструментальним методам вимірювання. Один з можливих методів – використання сенсорних систем або датчиків для реєстрації швидкості руху штанги під час виконання підйому від грудей.

Сенсори можуть бути розміщені на штанзі, або навіть на самому спортсмені, що допомагає точно фіксувати моменти сповільнення чи зупинки руху штанги. Це дозволяє збирати об'єктивні дані про швидкість руху штанги і визначати моменти, коли вона призупиняє свій рух на «мертвій точці».

Додатково, такі системи можуть відстежувати і інші параметри, такі як тиск і час. За результатами об'єктивного вимірювання, тренери та спортсмени можуть відстежувати та аналізувати рух штанги, що допомагає вдосконалити техніку виконання та оптимізувати тренувальний процес.

Важливою є точність вимірювань і використання відповідної технічної апаратури для реєстрації сили. Такі дані можуть бути корисними для тренувального процесу, дозволяючи тренерам та спортсменам знаходити слабкі моменти в їх техніці і працювати над їх подоланням.

Усе ж, варто зазначити, що визначення «мертвої точки» може варіюватися в залежності від методики та вимірювань. Тому важливо, щоб спортсмени та тренери використовували стандартизовані підходи та методики для об'єктивності і порівняння результатів.

Розуміння, що «мертва точка» відповідає першому локальному максимуму швидкості ЦТ штанги при підйомі вверх (v_{max1}), і закінченню цієї зони при мінімальній швидкості ЦТ штанги (v_{min}), є важливим для аналізу руху штанги в жимі штанги лежачи.

Підхід Дж. І. Ландера і його співавторів, який визначає «мертву зону» на основі об'єктивного критерію – сили, застосованої спортсменом до штанги, дійсно має свої переваги і об'єктивність. Основні переваги цього підходу включають:

1. *Об'єктивність.* Вимірювання сили є об'єктивним і відділяє підхід від суб'єктивних суджень. Він не залежить від маси спортсмена чи його рівня кваліфікації, що робить його незалежним від індивідуальних факторів.

2. *Вимір сили під час максимальних обтяжень.* Підхід Дж.І. Ландера підкреслює важливість виміру сили в умовах максимальних обтяжень, що може бути корисним для пауерліфтерів і тренерів.

3. *Врахування вертикальної складової швидкості.* Цей підхід визнає значення вертикальної складової швидкості і визначає точку, де вона досягає максимуму (v_{max1}), що може бути корисним для аналізу руху штанги.

Підхід Дж.І. Ландера вважається більш об'єктивним і науковим, оскільки він опирається на фізичні параметри і не піддається інтерпретації або суб'єктивним оцінкам.

Звісно, залежність «час-швидкість» і модель «час-сила» важливі для розуміння механічних закономірностей руху і фізичного виконання силових вправ, таких як жим штанги лежачи [39, с. 10]. Ці моделі допомагають науковцям і тренерам розглядати та аналізувати рух на основі фізичних принципів.

Крім того, розробка різних визначень понять «мертва точка» і «мертва зона» важлива для уточнення і вдосконалення методології досліджень у цій області. Це дозволяє зрозуміти більш точно, як ці явища впливають на спортивний результат і як їх можна виявляти та враховувати в тренувальному процесі.

Важливо визнати, що залежність між часом і швидкістю руху, а також модель, що поєднує час і силу, є фундаментальними для наукового розуміння руху спортивних вправ, включаючи жим штанги лежачи. Ці механічні закономірності є загальними для різних видів фізичної активності та спорту і можуть служити об'єднуючим фундаментом для дослідження.

У виборі конкретної моделі або залежності важливо керуватися завданнями конкретного дослідження. Це дозволяє науковцям аналізувати та розуміти явища «мертвої точки» і «мертвої зони» відповідно до класичних концепцій.

Зокрема, важливо звернути увагу на нові визначення «мертвої зони» у жимі штанги лежачи і новий підхід до її виявлення. Основна мета полягає в розвитку об'єктивних методів аналізу та визначення цих явищ, щоб поліпшити тренувальні програми та сприяти досягненню кращих результатів в спорті.

3.2 Прийоми подолання «мертвих зон» в жимі штанги лежачи

У попередньому параграфі ми розглянули основні аспекти понять «мертва зона» і «несприятлива зона» і виокремили критерії, за якими можна визначити їх наявність. Конкретно для "мертвої зони" був обраний критерій зниження швидкості штанги менше, ніж на 0,1 м/с, в той час як для "несприятливої зони"

було вказано, що сила, яка застосовується до штанги, менша за її вагу на підставі даних з джерела [53]. Ці критерії допомагають як тренерам, так і дослідникам розрізняти і аналізувати обидві зони для поліпшення підготовки спортсменів та розвитку наукових досліджень в цій області.

Розглянемо питання подолання «мертвих зон» з позиції біомеханіки, теорії і практики силового спорту, враховуючи ряд важливих аспектів, пов'язаних зі зниженням доданої сили та його впливом на опорно-руховий апарат (ОРА) спортсмена:

М'язи атлета: одним із факторів, що впливає на подолання «мертвих зон», є особливості м'язів атлета, зокрема, великі грудні м'язи і передні пучки дельтоподібних м'язів. Ці м'язи мають невелике плече сили тяги через особливості плечового суглоба в цій зоні, що може обмежити розвиток великого м'язового моменту, необхідного для подолання зовнішнього опору. Плече сили тяги штанги відносно плечового суглоба є досить великим, створюючи потужний момент сили у плечовому суглобі.

Енергія пружної деформації м'язів: при опусканні штанги на груди, значна кількість енергії витрачається на пружну деформацію м'язів атлета. Ця енергія може бути використана більш ефективно для подолання опору під час підйому штанги, і її зменшення може призвести до «мертвої зони».

Фізичний закон тяжіння: Під час підйому штанги важливим є правильне застосування фізичного закону тяжіння. Надання штанзі додаткового імпульсу, який порушує цей закон, може призвести до виникнення «мертвої зони».

Розуміння цих аспектів біомеханіки та врахування їх у тренувальному процесі може допомогти атлетам подолати «мертві зони» більш ефективно та забезпечити покращення їхніх результатів в жимі штанги лежачи.

Фактори, які були висвітлені, спричиняють зниження швидкості під час підйому штанги та можуть призводити до негативних значень вертикальної складової прискорення. Пояснимо це ближче.

Подолання першої «мертвої зони»: Для подолання цієї зони, коли штанга починає рухатися від грудей, атлетам доводиться використовувати спеціальні

технічні прийоми. Оскільки механіка руху штанги в цьому етапі ще не сприяє легкості підняття, атлети можуть використовувати техніку та координацію рухів для подолання цієї фази.

Подолання другої «мертвої зони»: Для перемоги над цією зоною, де штанга сповільнює свій рух після підняття від грудей, необхідно розвивати силу м'язів-розгиначів передпліччя. Ці м'язи відповідають за забезпечення руху штанги вгору після того, як вона подолала опір першої зони. Розвиток цих м'язів може допомогти атлетам подолати цю частину руху більш успішно і підняти штангу на висоту.

Механізми подолання першої і другої «мертвих зон» суттєво відрізняються. Це відзначається через особливості фізіологічних та механічних процесів під час виконання жиму штанги лежачи.

Перша «мертва зона»: Для подолання цієї зони, коли штанга тільки починає підніматися від грудей, спортсмени використовують спеціальні технічні прийоми. Важливим є не лише сила, але і координація рухів та техніка. Вдосконалення цих аспектів може допомогти подолати цю зону більш успішно.

Друга «мертва зона»: Подолання цієї зони вимагає розвитку силу м'язів-розгиначів передпліччя. Під час цієї фази, коли спортсмен практично вже розгорнув руки, основне навантаження лягає на ці м'язи. Однак, важливо враховувати, що сила цих м'язів може бути меншою в порівнянні з іншими м'язами, такими як грудні м'язи.

Для подолання першої «мертвої зони» при зростанні силових показників м'язів і забезпеченням оптимальних умов для спортсмена в даній фазі використовуються спеціальні технічні прийоми і пристосування, які дозволяють зробити цей процес більш ефективним. Існує три основних прийоми, пов'язаних зі змінами механічних умов дії:

Зміщення штанги в сторону голови: Цей прийом полягає в тому, щоб під час підняття штанги з грудей трохи зміщувати її в сторону голови. Це зменшує плечовий момент сили тяжіння штанги відносно плечового суглоба, що сприяє зменшенню навантаження на м'язи атлета в цій фазі.

Завдання додаткового імпульсу ногами: У момент початку відокремлення штанги від грудей, спортсмени можуть використовувати поштовх ногами в сторону голови. Це допомагає передати імпульс від ніг до штанги через груди спортсмена, що полегшує підняття.

Пояснення наступні: *зсув штанги в сторону голови*: цей прийом передбачає корекцію шляху, по якому атлет переміщує штангу під час жиму штанги лежачи. За дослідженнями і думкою Б. І. Шейко [53], спортсмени з високими і стабільними результатами використовують два з трьох варіантів траєкторії штанги, які передбачають зміщення штанги в сторону голови. Це полегшує навантаження на м'язи атлета і сприяє більш ефективному виконанню руху.

Ідеальна траєкторія руху штанги: в дослідженні дійсно враховується, що ідеальна траєкторія руху штанги повинна відповідати фізичним закономірностям руху снаряду. У момент «зриву» штанги від грудей, вона повинна рухатися близько до вертикальної траєкторії до початку «несприятливої зони», коли швидкість штанги досягає свого максимального значення. Після цього моменту спортсмен повинен зсувати штангу в бік голови. Це обумовлено тим, що великий грудний м'яз вже досить скорочений, його плече сили тяги щодо плечового суглоба невелике, і навантаження переходить на передню частину дельтовидного м'яза. Зміщенням штанги у цей спосіб зменшується плече сили тяжіння штанги щодо плечового суглоба, що полегшує навантаження на м'язи грудей і плечей спортсмена, а також сприяє більш ефективному виконанню руху. Для досягнення цього результату також важливо приділяти увагу розвитку середніх пучків дельтовидного м'яза під час спеціальної силової підготовки.

Прийом, який дозволяє передати штанзі додатковий імпульс у момент зриву штанги з грудей застосовується висококваліфікованими спортсменами під час жиму штанги лежачи. Суть цього прийому полягає в активному включенні ніг перед зривом штанги з грудей. Перед самим зривом штанги від грудей спортсмен робить поштовх ногами від підлоги у напрямку голови. Ця дія призводить до передачі механічного імпульсу штанзі, яка в цей момент знаходиться на грудях спортсмена.

Ефективність цього прийому полягає в тому, що імпульс передається штанзі, допомагаючи їй набрати початкову швидкість у русі. Але важливою умовою є те, що спортсмен повинен вчасно та потужно активувати м'язи верхнього плечового пояса і рук, щоб «підхопити» цей імпульс руками. Імпульс повинен дорівнювати масі штанги, помноженій на її швидкість.

Проте не всі спортсмени здатні «підключити» руки під час поштовху ніг і руху тулубом. Якщо вони не встигають цього зробити, імпульс втрачається. Додатково, якщо таз спортсмена піднімається надто високо, сідничні м'язи можуть відірватися від жимової лави, і спроба не буде зарахована суддями [40].

Якщо виникає лише друга «мертва зона», це означає, що вертикальна швидкість штанги знижується в кінці фази підйому. У цьому випадку важливо акцентувати увагу на тренуванні і розвитку силових можливостей м'язів-розгиначів передпліччя та передніх пучків дельтоподібних м'язів, які забезпечують приведення плеча у рух. У другій половині фази підйому штанги саме на ці м'язи лягає основне навантаження. Пояснення такого процесу полягає в тому, що великий грудний м'яз активується до певного моменту, але після цього не здатний забезпечити достатню силу для приведення плеча у рух.

Для подолання несприятливих умов, які викликають появу першої «мертвої зони», важливо використовувати техніки, що дозволяють змінювати траєкторію штанги, передавати імпульс від ніг штанзі під час підйому і використовувати жимову майку. Для подолання несприятливих умов, які викликають появу другої «мертвої зони», необхідно зосередити увагу на підвищенні сили м'язів-розгиначів передпліччя.

3.3 Корекція техніки пауерліфтерів високої кваліфікації в жимі штанги лежачи

Знання індивідуальних особливостей спортсменів високої кваліфікації є важливим аспектом у тренувальному процесі. Недостатній облік цих особливостей та відсутність оптимізації тренувального процесу можуть призвести

до спортивних травм та недосягнення бажаних результатів. Дослідження показують, що індивідуальні особливості грають важливу роль у високорівневому спорті, зокрема в пауерліфтингу.

Техніко-тактичні фактори також впливають на спортивну результативність спортсменів, особливо коли вони досягли високого рівня майстерності. Правильність виконання жиму штанги лежачи у пауерліфтерів високої кваліфікації визначається їхніми індивідуальними можливостями і особливостями.

Оскільки існують багато індивідуальних факторів, які впливають на виконання жиму штанги лежачи, важливо враховувати ці особливості при розробці тренувальних програм та підходів до кожного спортсмена окремо. Прикладом можуть бути фактори, які враховуються у дослідженнях.

Дослідник, зазначений в джерелі [24, с. 163], демонструє важливі індивідуальні відмінності серед пауерліфтерів високої кваліфікації щодо техніки виконання жиму штанги лежачи. Різні спортсмени можуть мати відмінні підходи до виконання цієї вправи в залежності від їхніх фізичних можливостей і м'язових характеристик.

Зауваження щодо корекції техніки жиму штанги лежачи та подолання «мертвих зон» є важливими. Це вказує на те, що необхідно додатково досліджувати і розробляти методичні підходи та прийоми, які допоможуть спортсменам покращити свою техніку та досягнути кращих результатів у пауерліфтингу [13, с. 43]. Однак, ці зауваження не понижують цінність попередніх висновків і узагальнень дослідження.

Дослідження вказують на існуючу проблему в науці пауерліфтингу, пов'язану з необхідністю розвитку науково обґрунтованої методики навчання і корекції техніки жиму штанги лежачи. При цьому, дослідник [31, с. 178] зазначає, що хоча деякі аспекти технічної підготовки вже досліджені, інші аспекти, такі як вплив ширини хвата або кута нахилу тулуба на результат, все ще потребують більш детального дослідження та розробки.

Зміна ширини хвата та нахилу тулуба є двома засобами, які можуть впливати на ефективність виконання жиму штанги лежачи та допомагати подолати «мертву зону» [32, с. 187]. Вони дозволяють спортсменам адаптувати свою техніку під свої індивідуальні особливості і фізичні можливості. Ось докладніше про ці методичні прийоми:

Зміна ширини хвата: зміна ширини хвата, тобто відстані між руками на штанзі, може впливати на те, як розподіляється навантаження на м'язи плечового пояса і грудний м'яз [9, с. 40]. Ширший хват може збільшити відстань, яку штанга повинна подолати від грудей до повного випрямлення рук. Це може збільшити відстань, яку штанга має подолати в «мертвій зоні», і, таким чином, збільшити можливість подолання цієї зони. Ширший хват також може допомогти деяким спортсменам з більш сильними дельтоподібними м'язами.

Зміна нахилу тулуба: зміна кута нахилу тулуба під час виконання жиму штанги лежачи може впливати на те, яким чином м'язи грудей і передні пучки дельтоподібного м'яза активуються. Зменшення кута нахилу тулуба може допомогти залучити більше грудних м'язів до роботи, що може покращити підйом штанги в «мертвій зоні». З іншого боку, збільшення кута нахилу тулуба може активувати більше передніх пучків дельтоподібного м'яза.

Зміна цих параметрів може бути корисною стратегією для пауерліфтерів, оскільки вони можуть відповідати на індивідуальні потреби і можливості. Проте важливо пам'ятати, що будь-які зміни у техніці повинні бути введені під контролем та враховувати індивідуальні особливості та мету тренувань. Також, перед внесенням будь-яких змін у техніку, рекомендується проконсультуватися з тренером або фахівцем, щоб уникнути травм і максимізувати ефективність тренувань.

Ці напрямки для корекції техніки пауерліфтерів високої кваліфікації в жимі штанги лежачи є важливими для досягнення кращих результатів і зниження ризику травм [14, с. 49]. Давайте розглянемо кожен з цих напрямків більш детально:

Спрямування ізольованого силового тренування м'язових груп: цей підхід передбачає зосередження уваги на окремих м'язових групах, які використовуються під час жиму штанги. Тренування цих м'язових груп ізольовано може допомогти зміцнити їх та покращити їх роботу під час жиму. Наприклад, робота над силовими тренуваннями грудних м'язів та дельтоподібних м'язів може покращити виконання жиму.

Використання повторень з обмеженою амплітудою: це може допомогти у підвищенні сили в певному діапазоні руху, включаючи ту «мертву точку». Такий підхід дозволяє тренувати м'язи на самому критичному етапі руху.

Надання додаткового імпульсу штанзі перед «мертвою точкою»: як описано раніше, цей прийом може допомогти передати додатковий імпульс штанзі, що полегшує підйом після «мертвої точки». Це може вимагати вивчення і розвитку специфічних технічних навичок.

Зміна техніки виконання тренувальних вправ: зміна техніки виконання певних тренувальних вправ може впливати на підготовку до жиму штанги лежачи. Наприклад, використання вправ зі зміненими параметрами може допомогти розвинути ті м'язові групи, які необхідні для подолання «мертвої зони».

Використання у тренувальному процесі змінних обтяжень: Змінні обтяження можуть бути використані для підвищення інтенсивності тренувань та покращення розвитку силових якостей.

Зміна ширини хвата і постановці ніг: як вже згадувалося, ця зміна може впливати на те, як розподіляється навантаження на різні м'язові групи та яким чином спортсмени подолають «мертву точку».

Синхронність рухів у суглобах: оптимальна координація і синхронність рухів у суглобах допомагають виконувати рух ефективно і без ризику для суглобів і м'язів.

Ці напрямки можуть бути використані для розвитку техніки жиму штанги лежачи і подолання «мертвої зони». Однак важливо розуміти, що кожний спортсмен має свої індивідуальні особливості і може вимагати індивідуального

підходу до корекції техніки. Тренер чи фахівець зі спортивної техніки може надати необхідну підтримку і поради для досягнення кращих результатів.

3.4 Варіанти технічних прийомів у виконанні жиму лежачи в рамках запропонованих змін до правил IPF

Незважаючи на те, що «мертва точка» є найбільш проблемним моментом у виконанні жиму лежачи, вона все ж таки є невід'ємною його фазою.

Тому спортсменам і тренерам безумовно варто приділяти увагу поліпшенню техніки проходження «мертвої точки», але не шляху її уникнення. Оскільки уникнення цієї фази можливе лише за умови максимального скорочення амплітуди руху штанги за рахунок використання специфічного технічного елемента «міст», внаслідок чого відбувається зниження показників механічної роботи, що виконує спортсмен, тобто величина прикладеної сили, траєкторія вертикального переміщення штанги та пройдений шлях штанги в процесі виконання вправи значно зменшується [55, 58].

Саме тому ми запропонували зміну правил змагань у розділі виконання жиму лежачи як шлях їх об'єктивізації, що унеможливить виконання жиму без проходження фази «мертвої точки» чи «нульового жиму», врівноважить можливості всіх спортсменів для досягнення спортивного результату за рахунок унеможливлення екстремальної висоти «мосту».

Для виконання жиму лежачи згідно нової редакції правил спортсменам, які раніше використовували екстремальної висоти «міст» необхідно зменшити ширину хвату рук на грифі штанги, або зменшити вигин спини під час виконання жиму лежачи. Вужче розташування рук вплине на збільшення амплітуди руху штанги. Це дозволить зменшити кут згинання ліктьових суглобів, що в свою чергу стимулюватиме опускання плечової кістки до горизонтального положення. А за рахунок зниження мосту відбудеться збільшення амплітуди руху штанги, що також дозволить плечовій кістці опуститися до горизонтального положення, а

ліктьовим суглобам зменшити кут згинання. Спортсмени також можуть використати обидва шляхи корекції техніки жиму лежачи з метою досягнення положення штанги на грудях, або животі, коли нижня поверхня ліктьових суглобів кожної руки повинна бути на рівні або нижче верхньої поверхні відповідних плечових суглобів.

ВИСНОВКИ

1. Результати, отримані під час цього дослідження, мають важливе значення для розуміння та покращення техніки пауерліфтингу, зокрема жиму штанги лежачи.

2. Дослідження, проведені у цій області, надзвичайно акцентують на важливості врахування індивідуальних особливостей кожного спортсмена. Ця акція є ключовою, оскільки підходи до корекції техніки виконання можуть суттєво різнитися в залежності від фізичних можливостей і м'язових груп кожного спортсмена.

Це дозволяє тренерам та спортсменам розробляти персоналізовані підходи до тренувань та корекції техніки, забезпечуючи оптимальні умови для досягнення найкращих результатів. Розуміння та врахування цих індивідуальних особливостей є необхідним елементом успішної підготовки спортсменів у пауерліфтингу.

3. Спортсмени високої кваліфікації мають відмінну контрольовану техніку руху при фіксації штанги на грудях. Вони здатні змінювати положення та взаємодію плечового суглобу з штангою залежно від поточної фази руху. Це зменшення плеча сили тяжіння під час фіксації штанги може сприяти підвищенню стабільності та зниженню моменту сили тяжіння, забезпечуючи ефективний підйом штанги.

4. В роботі достовірно визначено «мертву зону» як часовий проміжок під час підйому штанги від грудей, що охоплює від першого до останнього локального максимуму вертикальної складової швидкості центру тяжіння штанги та характеризується значенням вертикальної складової швидкості менше порогового значення 0,1 м/с.

5. Дослідження вказують на різні методи корекції техніки жиму штанги лежачи, включаючи зміну ширини хвата, нахилу тулуба, інтенсивності тренувань, ізольованих силових тренувань та інші. Ці методи можуть бути використані для покращення технічного виконання.

6. Важливо підкреслити значення розуміння і подолання «мертвої зони» в жимі штанги лежачи. Використання різних методів та технік може допомогти спортсменам подолати цей критичний пункт у русі штанги. Ця «мертва зона» – це момент, коли спортсмен знаходиться в найважчому положенні під час підняття штанги, коли м'язи стають найбільш втомленими і важко працюють. Подолання цього критичного пункту має велике значення для досягнення успіху у пауерліфтингу.

Для досягнення цієї мети можна використовувати різні методи та техніки. Це включає в себе покращення техніки виконання жиму, зростання м'язової сили та витривалості, а також правильне дихання під час виконання вправи. Регулярна практика та систематичне вдосконалення цих аспектів може допомогти спортсменам подолати «мертву зону» і досягти кращих результатів в пауерліфтингу.

7. В результаті дослідження встановлено, що в сучасному пауерліфтингу наявна проблема використання спортсменами екстремально високого «мосту» в процесі виконання жиму лежачи, що знецінює атлетичність змагальної вправи, створює нерівні можливості спортсменів у досягненні спортивного результату та підвищує ризик травматизму. З метою об'єктивізації правил змагань нами запропоновано здійснити редакцію у розділі виконання жиму лежачи, що унеможливить виконання жиму лежачи з екстремальної висоти «мостом». Редакція правил змагань передбачає регламентування кута згинання ліктьового суглобу шляхом визначення положення нижньої поверхні ліктьових суглобів кожної руки, яке повинно бути на рівні або нижче верхньої поверхні відповідних плечових суглобів під час утримування штанги на грудях чи животі.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з виявленням змін у результативності змагальної діяльності у провідних спортсменів світу після впровадження нової редакції правил змагань з пауерліфтингу, розробкою нових технік виконання жиму лежачи в рамках нових правил, пошуком нових методів та засобів тренування задля досягнення максимальних результатів в жимі лежачи у нових техніках.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Айунц Л. Р. Основи силової і фізичної підготовки і фізіологічні механізми м'язового скорочення у розвитку рухових якостей і здібностей : [метод. матер. до курсу "Атлетизм з методикою викладання" для студ. фак-ту фіз. вих. і спорту] Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2018. 35 с.
2. Бараннік М. В. Фундаментальні методичні положення при підготовці спортсменів високої кваліфікації у пауерліфтингу Олімпійський спорт, фізична культура, здоров'я нації в сучасних умовах : Зб. наук. праць ІХ Міжнар. наук.-практ. конф. Луганськ : В-тво ЛНУ імені Тараса Шевченка, 2012. С. 62-67.
3. Бельський І. В. Системи ефективного ренування: Армреслінг. Бодібілдинг. Бенчпрес. Пауерліфтинг Київ : Вид-во, 2013. 352 с.
4. Берестова Л. І. Особливості тренувального процесу жінок у силових видах спорту Олімпійський спорт, фізична культура, здоров'я нації в сучасних умовах : Зб. наук. праць ІХ Міжнар. наук.-практ. конф. Запоріжжя : ЗДУ, 2013. С. 147-151.
5. Бичков А. Н. Статистика командних досягнень на екіпіровочних чемпіонатах Європи з пауерліфтингу 2017-2018 років. Особливості організації фізкультурно-оздоровчої діяльності в закладах вищої освіти на сучасних етапах соціально-політичного розвитку України. В 3 т. Т. 3. Статистика спортивних досягнень: матер. Міжнар. наук.-метод. конф, 2018. С. 32-37.
6. Виноградов Г. П. Атлетизм: теорія і методика тренування Київ, 2019. 328 с. Вовков Н. П. Про техніку жиму лежачи двома руками в пауерліфтингу Теорія і практика фізичної культури, 2012. № 6. С. 80-81.
7. Воронецький В. Б. Пауерліфтинг Кам'янець-Подільський: ТОВ «Друкарні «Рута», 2017. 212 с.
8. Глядя С. А. Стань сильним – 2 : навчально-методичний посібник з основ пауерліфтингу. Харків: К-Центр, 2019. 72 с.
9. Горбов А. М. Комплексна підготовка пауерліфтера. Перемога на турнірі

Київ, 2017. 176 с.

10. Гузь С. М. Чинники, що визначають спортивну результативність у силовому триборстві: зб. наук. пр. Донецьк, 2018. С. 23-27.

11. Давиденко І. М. Особливості зміни нейродинамічних показників під впливом занять пауерліфтингом Адаптація учнівської молоді до навчальних занять та фізичних навантажень: [матер. всеукр. наук. конф. з фізіології людини]. Черкаси, 2019. С. 18.

12. Дальський Д. Д. Деякі фізіологічні особливості занять пауерліфтингом. Спортивно-оздоровчий атлетизм: зб. наук. пр. Донецьк, 2018. С. 15-20

13. Дворкін Л. С. Важка атлетика: посібник для ВНЗ Київ: Сучасний. спорт, 2015. 600 с.

14. Делав'є Ф. Анатомія силових вправ для чоловіків і жінок Київ: Нац. ун-т фіз. виховання і спорту України, 2016. 144 с.

15. Дубовий А. В. Оздоровчий вплив силових вправ на учнівську та студентську молодь Зновіть наукові розуміння: Матер. за 9-а міжнар. наук. практик. конф. Том 17. Ліки. Фізична культура та спорт. Львів; ЛПБ МНС України, 2013. С. 70-75.

16. Дубовий А. В. Тренувальні навантаження пауерліфтерів високої кваліфікації у річному циклі підготовки Probleme actuale privind perfectionarea sistemului de învățămînt în domeniul culturii fizice : conf. st. intern. Chisinau : Editura USEFS, 2013. P. 456-458.

17. Дубовий В. В. Динаміка розвитку пауерліфтингу в Луганській області Олімпійський спорт, фізична культура, здоров'я нації в сучасних умовах : Вісник Чернігівського національного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка: Зб. наук. праць. Чернігів: ЧНПУ, 2013. Ч. 1. С. 84-91.

18. Дубовий В. В. Екіпірування для присідань зі штангою на спині в пауерліфтингу Олімпізм и молода спортивна наука України: Вісник Чернігівського національного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка: Зб. наук. праць. Чернігів: ЧНПУ, 2013. С. 103-106.

19. Дубовий В. В. Показники силових і швидко-силових якостей

пауерліфтерів високої кваліфікації Вісник Чернігівського національного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка: Зб. наук. праць. Чернігів: ЧНПУ, 2013. Вип. 107.Т. II . С. 363-365.

20. Дубовий В. В. Розподілення тренувальних навантажень за періодами річного циклу підготовки пауерліфтерів високої кваліфікації Теорія і практика фізичного виховання: наук.-метод. журнал. Донецьк: ДонНУ, 2013. № 1. С. 87- 96.

21. Дубовий О. В. Біохімічний аналіз сечі пауерліфтерів високої кваліфікації на тренувальних заняттях та Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві : зб. наук. пр. Луцьк: Східноєвроп. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2015. № 2(30). С. 155- 159.

22. Дубовий О. В. Вплив основних тренувальних вправ на ефективність демонстрації змагальних результатів кваліфікованих пауерліфтерів-важковаговиків Фізична культура, спорт та здоров'я нації: зб. наук. праць. Вінниця: ТОВ «Планер», 2015. Вип. 19, Т. 2. С. 354-358.

23. Дубовий О. В. Характеристики фізичного стану університетської молоді загальної групи фізичного виховання та студентів, які систематично займаються пауерліфтингом Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова Серія № 15 "Науково-педагогічні проблеми фізичної культури Фізична культура і спорт": Зб. наук. праць. К.: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2014. Вип. 5(30)13. С. 270- 273.

24. Дубровський В. І. Біомеханіка: Київ: Здоров'я, 2013. 672 с.

25. Железняк Ю. Д. Основи науково-методичної діяльності у фізичній культурі і спорті Вісник Чернігівського національного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка: Зб. наук. праць. Чернігів: ЧНПУ, 2014. Вип. 4(146). С. 136-139.

26. Збандут І. В. Пауерліфтинг – спорт богатирів Маріуполь: ЧП «СВБ-люкс», 2018. 28 с.

27. Капко І. О. Індивідуальні і групові морфофункціональні показники спортсменів у пауерліфтингу. Сучасний олімпійський спорт і спорт для всіх: [7

Міжнар. наук. конгр. : матер. конф.]. Київ. 2020. Т. 2. С. 42-44.

28. Клопов Р. В. Деякі практичні аспекти оздоровчого силового тренування: [метод. реком. для студ. фак-тів фіз. вих. та ін-ту фіз. культ.] Запоріжжя: ЗДУ, 2018. 36 с.

29. Ковальов Д. О. Тренувальна програма підготовки студентів-пауерліфтерів до перших змагань Сучасні біомеханічні та інформаційні технології у фізичному вихованні і спорті: Матер. V Всеукраїн. електрон. конф. К. : НУФВСУ, 2017. С. 27- 29.

30. Кострюков В. В. Удосконалення спеціальної силової підготовки кваліфікованих пауерліфтерів на основі застосування вправ зі змінними навантаженнями: автореф. дис. канд. пед. наук. Майкоп, 2019. 133 с.

31. Круцевич Т. Ю. Теорія і методика фізичного виховання К.: Олімп. лит., 2018. Т. 1. 392 с.

32. Круцевич Т. Ю., Безверхня Г. В. Рекреація у фізичній культурі різних груп населення Київ: «Олімпійська література», 2020. 248 с.

33. Котенджи Л. В. Історико-соціальні аспекти світового пауерліфтингу : автореф. дис. канд. наук з фіз. виховання і спорту: спец. 24.00.01; Дніпропетровський держ. ін-т фіз. культ. і спорту. Дніпропетровськ, 2020. 20 с.

34. Кузьмов А. І. Анатомія фітнесу Київ: ФіС, 2018. 224 с.

35. Матвєєв Л. П. Загальна теорія спорту та її прикладні аспекти Збірник наукових праць «Молода спортивна наука України», випуск 12, Львів: НФВ «Українські технології», 2015. 384 с.

36. Мінов М. Ю. Вплив занять пауерліфтингом на стан здоров'я студентів Вісник. № 3. 2021. С. 215-219.

37. Назаренко Ю. Ф. Методика навчання змагальних вправ в силовому триборстві (пауерліфтингу): навч.-метод. посібник Київ: Олімпійська література, 2019. 44 с.

38. Олешко В. Г. Підготовка спортсменів у силових видах спорту. Київ, 2011. 444 с.

39. Остапенко Л. А. Силове триборство: особливості тренувального процесу

на етапі відбору та початкової підготовки Київ: Фізкультура і спорт, 2017. 15 с.

40. Пауерліфтинг. Правила змагань За ред. А. І. Стеценка ; [переклад доп. і змін з англ. Т. Г. Ахмаметєва]. Київ: 2020. 80 с.

41. Платонов В. Н. Періодизація спортивного тренування. Загальна теорія та її практичне застосування Київ: Олімп. літ., 2014. 624 с.

42. Розторгуй М. Підготовка спортсменів у силових видах адаптивного спорту. Львів, 2019. 332 с.

43. Саєнко В. Г. Сучасні досягнення пауерліфтерів України Олімпійський спорт, фізична культура, здоров'я нації в сучасних умовах : Вісник Чернігівського національного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка : Зб. наук. праць. Чернігів : ЧНПУ, 2014. С. 246-253.

44. Самсонов Г. А. Новий підхід до визначення поняття та виявлення «мертвої зони» у жимі штанги лежачи Український журнал біомеханіки, 2015. Т. 19. № 3. С. 296-306.

45. Стеценко А. І., Сікачина М. О. Значення антропометричних показників спортсменів на формування техніки жиму штанги лежачи. Актуальні проблеми фізичної культури і спорту. 2004. Випуск 3. С. 123-125.

46. Талібов А. Х. Основи спортивного тренування у пауерліфтингу: Київ: Центр учбової літератури, 2021. 116 с.

47. Теорія та методика підготовки спортсменів: навч. посіб.; М-во освіти і науки України, Запоріж. нац. техн. ун-т. Запоріжжя : ЗНТУ, 2018. 148 с. Бібліогр.: с. 141-143.

48. Толчева Г. В. Фактори спортивної результативності українських пауерліфтерів Актуальні проблеми фізичної культури, спорту, фізичної терапії та ерготерапії: біомеханічні, психофізіологічні та метрологічні аспекти: Матер. II Всеукр. електрон. наук.-практ. конф. з міжнар. участю. К. : НУФВСУ, 2019. С. 16-17.

49. Фураєв А. Н. Автоматизоване визначення помилок при виконанні ривка штанги та оцінка ймовірності їх поєднань Соціально-економічні явища та процеси, 2013. № 12. С. 252-256.

50. Хасін Л. А. Біомеханічний аналіз важкоатлета при виконанні ривка класичного на основі швидкісної відеозйомки та комп'ютерного моделювання Теорія та практика фізичної культури, ХДАФК, Харків, 2013. № 11. С. 100-104.

51. Худолій О. М. Умови вдосконалювання тренувального процесу в жіночому пауерліфтингу Теорія та методика фізичного виховання. №6. 2020. С. 41-46.

52. Чорний В. Г. Спорт без травм Київ: Фізкультура і спорт, 2018. 93 с.

53. Шалманов А. А. Порівняльний аналіз руху штанги у класичних важкоатлетичних вправах при підйомі субмаксимальних та максимальних ваг Екстремальна діяльність людини. 2015. № 1. С. 38-45.

54. Elliott B. C., Wilson G. J., Kerr G. K. A biomechanical analysis of the sticking region in the bench press. *Med Sci Sports Exerc.* 1989. Volume 21 (4). P. 450-462.

55. Król H., Golas A. Effect of barbell weight on the structure of the flat bench press. *J Strength Cond Res.* 2017. Volume 31(5). P. 1321-1337.

56. Rahmani A. A. Samozino P., Morin J.-B., Morel B. A simple method for assessing upper-limb force-velocity profile in bench press. *International Journal of Sports Physiology and Performance.* 2018. Volume 13(2). P. 200-207.

57. Tungate P. The bench press: a comparison between flat-back and arched-back techniques. *Strength Condition J.* 2019. Volume 41. P. 86-89.

58. Wilk M. Golas, A., Krzysztofik, M., Nawrocka, M., Zajac, A. The effects of eccentric cadence on power and velocity of the bar during the concentric phase of the bench press movement. *Journal of Sports Science and Medicine.* 2019. Volume 18(2). P. 191-197.