

ФІЗИЧНА КУЛЬТУРА І СПОРТ



УДК 796.894.000.57:796.015.1

DOI <https://doi.org/10.32782/2410-2075-2025-21.16>

БІОМЕХАНІЧНИЙ АНАЛІЗ ПОШТОВХУ У СПОРТСМЕНОК- ВАЖКОАТЛЕТОК РІЗНОГО РІВНЯ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ

ПІВЕНЬ ОЛЕКСАНДР БОРИСОВИЧ

кандидат наук з фізичного виховання та спорту, доцент,
завідувач кафедри атлетизму та силових видів спорту
Харківська державна академія фізичної культури
piven_oleksandr@ukr.net
orcid.org/0000-0002-2490-5205

ОРЛОВ АНАТОЛІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ

доктор філософії,
доцент кафедри теорії та методики фізичної культури і спорту
Запорізький національний університет
orlov105@ukr.net
orcid.org/0000-0003-1044-7191

ДЖИМ МАРИНА ОЛЕКСАНДРІВНА

доктор філософії,
старший викладач кафедри здоров'я, фітнесу та рекреації
Харківська державна академія фізичної культури
marinaharlanova16022010@gmail.com
orcid.org/0000-0002-1920-5896

Анотація. Мета дослідження полягала у визначенні змін кутів нахилу тулуба під час виконання змагальної вправи поштовху у важкоатлеток залежно від рівня підготовленості в умовах багаторічної підготовки. У дослідженні взяли участь 64 спортсменки першої групи вагових категорій (до 53 кг), які протягом чотирьох етапів (12, 14, 17, 20 років) проходили навчально-тренувальний процес у ДЮСШ м. Харкова та м. Ромни. Біомеханічний аналіз виконували методом відеореєстрації з подальшою покадровою обробкою у Dartfish; оцінювали кут нахилу тулуба стосовно горизонталі в десяти фазах поштовху за навантаження 80% від максимальної піднятої ваги. Кожна спортсменка виконувала серію з десяти повторів у стані відновлення, статистичну обробку здійснено із застосуванням параметричних методів (перевірка нормальності та *t*-критерій Стьюдента). Результати засвідчили виражену позитивну динаміку кутівих характеристик із переходом від молодших до досвідчених етапів. Зокрема, у стартових фазах тяги зафіксовано зростання кута тулуба: $F1 - 12,3 \pm 1,53^\circ - 25,2 \pm 1,58^\circ$ ($t_{1,4}=5,87$; $p < 0,001$), $F2 - 35,0 \pm 3,65^\circ - 68,7 \pm 4,73^\circ$ ($t_{1,4}=5,64$; $p < 0,001$), у фазах підриву та фінального розгону виявлено зниження величин: $F3 - 94,7 \pm 2,65^\circ - 79,8 \pm 2,73^\circ$ ($t_{1,4}=3,92$; $p < 0,001$), $F4 - 105,4 \pm 4,89^\circ - 73,8 \pm 3,34^\circ$ ($t_{1,4}=5,34$; $p < 0,001$). У «виштовхуванні» також спостерігалось зменшення кутів: $F7 - 92,6 \pm 1,08^\circ - 84,7 \pm 1,01^\circ$ ($t_{1,4}=5,34$; $p < 0,001$), $F8 - 79,1 \pm 0,34^\circ - 77,3 \pm 0,29^\circ$ ($t_{1,4}=3,97$; $p < 0,001$), $F9 - 90,3 \pm 0,86^\circ - 85,0 \pm 0,84^\circ$ ($t_{1,4}=4,41$; $p < 0,001$), тоді як у фінальній фазі вирівнювання відзначено зростання показника: $F10 - 82,2 \pm 0,85^\circ - 87,6 \pm 0,88^\circ$ ($t_{1,4}=4,41$; $p < 0,001$). Окремо встановлено підвищення кута в активному гальмуванні перед виштовхуванням: $F6 - 72,1 \pm 0,81^\circ - 77,1 \pm 0,79^\circ$ ($t_{1,4}=5,39$; $p < 0,001$). Сукупність змін відображає оптимізацію постуральної рівноваги, економізацію положень тулуба у ключових фазах та підвищення надійності прийому/фіксації штанги. Найбільші міжгрупові відмінності виявлено між 12- та 20-річними спортсменками; між суміжними етапами зрушення мали помірний або вибірковий характер. Отримані дані підтверджують ефективність застосування відеоаналізу у Dartfish для фазового контролю техніки та можуть бути використані для індивідуалізації корекції кутів тулуба (насамперед у $F1-F4$ та $F7-F10$) з урахуванням етапу підготовки і спортивної кваліфікації.

Ключові слова: важка атлетика, поштовху класичний, кут нахилу тулуба, просторово-часові характеристики, відеоаналіз, Dartfish, багаторічна підготовка.

Постановка проблеми. Технічна ефективність поштовху в жіночій важкій атлетиці значною мірою визначається керуванням положенням тулуба у сагітальній площині протягом фаз «провалу», «виштовхування», фіксації та підтримки штанги. Кут нахилу тулуба задає напрямок сумарної реакції опори й вектор передавання імпульсу на гриф, надмірний передній нахил збільшує горизонтальні зсуви траєкторії та навантаження на колінні структури, тоді як недостатній нахил може обмежувати вертикальний складник прискорення грифа. Позиційні помилки та дефіцити рухливості, пов'язані з прийомом штанги у поштовху, офіційно віднесено до типових техніко-біомеханічних проблем у керівних матеріалах з підготовки важкоатлетів, що підкреслює значущість контролю положення тіла для результативності й безпеки виконання вправи [9, с. 332; 12, с. 752].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Окрема низка досліджень прямо або опосередковано висвітлює кінематику поштовху. Порівняльний аналіз випадового і присідного варіантів поштовху на елітних вибірках показав систематичні відмінності у кутових характеристиках тазостегнових і колінних суглобів, вертикальній висоті грифа та «стабілізаційних» кутах у фазі підтримки. Хоча акцент цих робіт переважно на кутах нижніх кінцівок і «двох центрах» (ЦТ тіла та грифа), їхні висновки опосередковано вказують і на різний профіль кутів тулуба та вимоги до постральної рівноваги у різних технічних стилях поштовху [7, с. 27; 9, с. 332; 16, с. 135].

Водночас прямих описів кутів нахилу тулуба у фазах поштовху у жінок нині небагато: частіше повідомляють кути в колінних та тазостегнових суглобах і параметри траєкторії грифа. Моделі оптимізації поштовху з урахуванням пружності грифа та демпфування тіла вказують, що невеликі варіації геометрії тіла суттєво змінюють часову структуру передачі імпульсу, а отже, і механічну ефективність поштовху. Це підкреслює доцільність цілеспрямованого аналізу саме кутів тулуба [9, с. 332; 12, с. 752; 18, с. 2124].

З огляду на жіночі вибірки та доступні польові методи варто відзначити викорис-

тання інерційних сенсорів (IMU), які вже продемонстрували здатність надійно відстежувати кути тулуба та великих суглобів у змагальних підйомах у спортсменок. Хоча відповідні роботи переважно сфокусовані на ривку та поштовху або виконані на субмаксимальних навантаженнях, підхід безпосередньо переносний на jerk і дозволяє стандартизувати вимірювання кутів тулуба по фазах [3, с. 106; 4, с. 100; 7, с. 63; 9, с. 332; 10, с. 86]. Крім того, окремі крос-секційні й кластерні аналізи поштовху демонструють, що рівень кваліфікації асоціюється з відмінними кінематичними профілями, це створює підстави очікувати систематичних відмінностей і в кутах нахилу тулуба між групами підготовленості [9, с. 332; 12, с. 752; 13, с. 40].

Таким чином, систематичний аналіз кутів нахилу тулуба стосовно горизонталі в поєднанні з часовими характеристиками є важливим напрямом підвищення ефективності тренувального процесу у важкій атлетиці.

Зв'язок дослідження з науковими програмами, планами, темами. Проведення дослідження заплановано відповідно до зведеного плану НДР у Харківській державній академії фізичної культури «Шляхи удосконалення тренувального процесу у силових видах спорту, боксі та кікбоксингу» (номер 0124U005088) на 2025 та 2028 рр.

Мета статті – проведення порівняльного біомеханічного аналізу змін кутів нахилу тулуба стосовно горизонталі змагальної вправи поштовху класичного у спортсменок-важкоатлеток на різних етапах багаторічної підготовки.

Матеріали та методи. Дослідження проводилися з учнями Комунального закладу «Комплексна дитяча юнацька спортивна школа ХТЗ» та у Комунальному закладі «Комплексна дитяча юнацька спортивна школа ім. П. Калнишевського» (м. Ромни). У дослідженні взяли участь 64 спортсменки-важкоатлетки віком від 10 до 21 року першої групи вагових категорій (до 53 кг), з яких було сформовано чотири групи спортсменок, відповідно до етапів багаторічної підготовки. Перша група (12-річні спортсменки) етапу початкової підготовки – 22 спортсменки;

друга група етапу попередньої базової підготовки (14-річні спортсменки) – 18 дівчат. Третя група етапу спеціалізованої базової підготовки (17-річні спортсменки) – 13 дівчат. Четверта група етапу підготовки до вищих досягнень (20-річні спортсменки) – 11 дівчат. Спортсменки дали згоду на участь у дослідженні.

Під час дослідження використовувалися такі методи: теоретичний аналіз та узагальнення науково-методичної літератури; метод біомеханічного аналізу; педагогічний експеримент та методи математичної статистики.

Метод біомеханічного аналізу: для визначення аналізу техніки виконання змагальної вправи у важкій атлетиці, часу виконання руху, а також нахилу тулуба стосовно горизонталі за кожною фазовою структурою елементів техніки проведено відеозйомку спортсменок чотирьох груп спортивної кваліфікації, які виконували змагальну вправу важкої атлетики – поштовх класичний. Кожна фаза змагальної вправи була детально проаналізована за допомогою комп'ютерної програми Dartfish, враховуючи час виконання вправи, кут нахилу тулуба стосовно горизонталі виконання у кожній фазі елемента техніки. Цей підхід дозволив виявити як слабкі сторони, так і покращення в техніці виконання змагальної вправи у важкій атлетиці серед спортсменок-важкоатлеток різної спортивної кваліфікації на етапах багаторічної підготовки.

Процедура

У межах проведеного дослідження було здійснено біомеханічний аналіз фазової структури основних елементів техніки змагальної вправи «поштовх класичний» серед важкоатлеток різного рівня підготовленості. Об'єктом аналізу стали спортсменки, які представляли чотири етапи багаторічної підготовки: перша група (12-річні спортсменки) етапу початкової підготовки – 22 спортсменки; друга група етапу попередньої базової підготовки (14-річні спортсменки) – 18 дівчат. Третя група етапу спеціалізованої-базової підготовки (17-річні спортсменки) – 13 дівчат. Четверта група етапу підготовки до вищих досягнень (20-річні спортсменки) – 11 дівчат, що дозволило охопити загалом 64 важкоатле-

ток із різним рівнем технічної майстерності та фізичної підготовленості. Біомеханічний аналіз проводився на основі виконання змагальної вправи з навантаженням, еквівалентним 80% від максимальної піднятої ваги, що дозволяло моделювати технічну структуру рухів у помірному режимі без надмірного впливу втоми.

Кожна спортсменка виконувала серію з десяти повторів у стані відновлення, що забезпечило репрезентативність та надійність отриманих даних. Для фіксації та аналізу рухової активності застосовувалося програмне забезпечення Dartfish, яке дозволяло здійснювати покадрову обробку відеоматеріалу з точним визначенням ключових біомеханічних параметрів. Оцінювались кутові характеристики нахилу тулуба стосовно горизонталі. Крім того, фіксувався часовий інтервал проходження кожної фази вправи, що дало змогу комплексно охарактеризувати просторово-часову структуру поштовху класичного.

Застосований підхід забезпечив можливість виявлення як спільних характеристик техніки серед усіх груп, так і відмінностей, зумовлених рівнем спортивної майстерності. Особливу увагу було приділено типовим технічним похибкам, які найчастіше траплялись у спортсменок етапу початкової підготовки та попередньої базової підготовки. Аналіз отриманих результатів дозволив визначити основні напрями корекції техніки та обґрунтувати доцільність використання окремих підготовчих і спеціальних вправ у тренувальному процесі важкоатлеток на різних етапах багаторічного вдосконалення.

Статистичний аналіз

Для аналізу фактичного матеріалу використовувалася математична обробка отриманих даних, що містила параметричні методи. Відповідність нормальному розподіленню вибірки проводилася за допомогою тесту Колмогорова-Смірнова, за відсутності вірогідності похибки відхилення реальної вибірки від нормального розподілу ($p > 0,05$) розподіл вважався нормальним, що дозволило використовувати такі параметричні методи, як *t*-критерій Стьюдента.

Розрахунок середніх арифметичних значень за відповідною формулою 1:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

Похибка середнього визначається як стандартне відхилення, поділене на квадратний корінь з кількості спостережень. Формула для розрахунку похибки середнього (standard error of the mean) має такий вигляд:

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (2)$$

де:

- m – похибка середнього,
- σ – стандартне відхилення,
- n – кількість спостережень.

Ця формула застосовується для оцінки точності середнього значення стосовно зразка або популяції. Вона показує, яка може бути варіація середнього значення у повторних вимірах або у вибірках з однієї популяції. Чим менша похибка середнього, тим більш точне і надійне середнє значення.

Достовірність відмінностей між групами перевірялася за допомогою t-критерію Стьюдента. Коефіцієнт значення α встановлений на рівні $<0,05$.

Виклад основного матеріалу. У дослідженні проаналізовано кутові характеристики нахилу тулуба стосовно горизонталі у десяти фазах вправи поштовх у важкоатлеток першої вагової групи (до 53 кг) на етапах багаторічної підготовки I–IV (n=64: I – 22; II – 18; III – 13; IV – 11) за умови обтяження 80% від максимальної піднятої ваги (табл. 1).

На відрізок «тяга штанги» (F1) середні значення становили $12,3 \pm 1,53^\circ$ (I), $16,1 \pm 1,59^\circ$ (II), $20,7 \pm 1,63^\circ$ (III), $25,2 \pm 1,58^\circ$ (IV). Достовірні відмінності відбулись: I–III ($t=3,76$; $p<0,001$), I–IV ($t=5,87$; $p<0,001$), II–IV ($t=4,06$; $p<0,001$); недостовірні показники: I–II, II–III, III–IV ($p>0,05$). Зростання ϕ від I до IV свідчить про раціональніше «збирання» тіла і точніше керування початковою фазою тяги (табл. 1).

Під час «попереднього розгону» (F2) зафіксовано $35,0 \pm 3,65^\circ$; $45,3 \pm 3,59^\circ$; $56,2 \pm 4,02^\circ$; $68,7 \pm 4,73^\circ$ (I–IV). Достовірні відмінності груп становлять: I–III ($t=3,90$; $p<0,001$), I–IV ($t=5,64$; $p<0,001$), II–IV ($t=3,94$; $p<0,001$);

недостовірні: I–II, II–III, III–IV. Послідовне зростання кута вказує на узгоджену роботу «таз-колiно-тіло» і контрольований перенос ваги в тязі.

Стосовно «підриву штанги» (F3) отримано $94,7 \pm 2,65^\circ$ (I), $90,2 \pm 2,59^\circ$ (II), $84,5 \pm 2,69^\circ$ (III), $79,8 \pm 2,73^\circ$ (IV). Достовірні відмінності становили у групах: I–III ($t=3,06$; $p<0,01$), I–IV ($t=3,92$; $p<0,001$), II–IV ($t=2,76$; $p<0,01$); недостовірні: I–II, II–III, III–IV. Зменшення ϕ на старших етапах відображає точніше керування нахилом тулуба й ефективніше «збирання» під підрив (табл. 1).

У межах «фінального розгону» (F4) показники: $105,4 \pm 4,89^\circ$; $92,6 \pm 4,08^\circ$; $82,6 \pm 3,02^\circ$; $73,8 \pm 3,34^\circ$ (I–IV). Достовірні відмінності становили: I–III ($t=3,97$; $p<0,001$), I–IV ($t=5,34$; $p<0,001$), II–IV ($t=3,57$; $p<0,01$); недостовірні: I–II, II–III, III–IV. Поступове зниження ϕ відповідає компактнішому положенню корпусу в момент пікового розгону (табл. 1).

Щодо «попереднього присіду – вільне падіння» (F5): $76,4 \pm 0,49^\circ$; $75,4 \pm 0,48^\circ$; $74,2 \pm 0,42^\circ$; $73,0 \pm 0,44^\circ$. Достовірні відмінності відбулися у групах: I–III ($t=3,41$; $p<0,01$), I–IV ($t=5,16$; $p<0,001$), II–IV ($t=3,69$; $p<0,01$); недостовірні: I–II, II–III, III–IV. Невелике, але стале зниження ϕ свідчить про кероване «занурення» під гриф із мінімізацією зайвих рухів (табл. 1).

Фаза «попередній присід – активне гальмування» (F6) характеризувалася $72,1 \pm 0,81^\circ$; $73,9 \pm 0,78^\circ$; $76,2 \pm 0,85^\circ$; $77,1 \pm 0,79^\circ$ (I–IV). Достовірні групи становили: I–III ($t=3,49$; $p<0,01$), I–IV ($t=5,39$; $p<0,001$), II–IV ($t=3,87$; $p<0,001$); недостовірні: I–II, II–III, III–IV. Зростання ϕ відображає ефективніше гальмування і стабілізацію тулуба перед виштовхуванням (табл. 1).

«Виштовхування – фаза зупинки» (F7): $92,6 \pm 1,08^\circ$; $89,8 \pm 1,11^\circ$; $86,7 \pm 1,09^\circ$; $84,7 \pm 1,01^\circ$. Достовірні відмінності становили: I–III ($t=3,85$; $p<0,001$), I–IV ($t=5,34$; $p<0,001$), II–IV ($t=3,40$; $p<0,01$); недостовірні: I–II, II–III, III–IV. Зменшення ϕ сигналізує про економічнішу «зупинку» та стабільніший контроль тулуба під навантаженням (табл. 1).

Далі у «виштовхуванні – фаза посилення» (F8) значення становили $79,1 \pm 0,34^\circ$;

Таблиця 1

Порівняльні зміни кутів біоланок нахилу тулуба стосовно горизонталі у вправі поштовх з обтяженням 80% від максимальної ваги важкоатлетками різного спортивного рівня підготовленості першої групи (спортсменки з вагою тіла до 53 кг), (n=64)

№	Фази рухів, (градуси)	Етапи багаторічної підготовки/ кількість				Оцінка значущості відмінностей	
		I етапу n=22	II етапу n=18	III етапу n=13	IV етапу n=11	t	p
		$\bar{x}_1 \pm m_1$	$\bar{x}_2 \pm m_2$	$\bar{x}_3 \pm m_3$	$\bar{x}_4 \pm m_4$		
1	F1, ф	12,3±1,53	16,1±1,59	20,7±1,63	25,2±1,58	t _{1,2} =1,72 t _{1,3} =3,76 t _{1,4} =5,87 t _{2,3} =2,02 t _{2,4} =4,06 t _{3,4} =1,98	p _{1,2} >0,05 p _{1,3} <0,001 p _{1,4} <0,001 p _{2,3} >0,05 p _{2,4} <0,001 p _{3,4} >0,05
2	F2, ф	35,0±3,65	45,3±3,59	56,2±4,02	68,7±4,73	t _{1,2} =2,01 t _{1,3} =3,90 t _{1,4} =5,64 t _{2,3} =2,02 t _{2,4} =3,94 t _{3,4} =2,01	p _{1,2} >0,05 p _{1,3} <0,001 p _{1,4} <0,001 p _{2,3} >0,05 p _{2,4} <0,001 p _{3,4} >0,05
3	F3, ф	94,7±2,65	90,2±2,59	84,5±2,69	79,8±2,73	t _{1,2} =1,21 t _{1,3} =3,06 t _{1,4} =3,92 t _{2,3} =1,74 t _{2,4} =2,76 t _{3,4} =1,38	p _{1,2} >0,05 p _{1,3} <0,01 p _{1,4} <0,001 p _{2,3} >0,05 p _{2,4} <0,01 p _{3,4} >0,05
4	F4, ф	105,4±4,89	92,6±4,08	82,6±3,02	73,8±3,34	t _{1,2} =2,01 t _{1,3} =3,97 t _{1,4} =5,34 t _{2,3} =1,97 t _{2,4} =3,57 t _{3,4} =1,95	p _{1,2} >0,05 p _{1,3} <0,001 p _{1,4} <0,001 p _{2,3} >0,05 p _{2,4} <0,01 p _{3,4} >0,05
5	F5, ф	76,4±0,49	75,4±0,48	74,2±0,42	73,0±0,44	t _{1,2} =1,46 t _{1,3} =3,41 t _{1,4} =5,16 t _{2,3} =1,88 t _{2,4} =3,69 t _{3,4} =1,97	p _{1,2} >0,05 p _{1,3} <0,01 p _{1,4} <0,001 p _{2,3} >0,05 p _{2,4} <0,01 p _{3,4} >0,05
6	F6, ф	72,1±0,81	73,9±0,78	76,2±0,85	77,1±0,79	t _{1,2} =1,60 t _{1,3} =3,49 t _{1,4} =5,39 t _{2,3} =1,99 t _{2,4} =3,87 t _{3,4} =1,72	p _{1,2} >0,05 p _{1,3} <0,01 p _{1,4} <0,001 p _{2,3} >0,05 p _{2,4} <0,001 p _{3,4} >0,05
7	F7, ф	92,6±1,08	89,8±1,11	86,7±1,09	84,7±1,01	t _{1,2} =1,81 t _{1,3} =3,85 t _{1,4} =5,34 t _{2,3} =1,99 t _{2,4} =3,40 t _{3,4} =1,35	p _{1,2} >0,05 p _{1,3} <0,001 p _{1,4} <0,001 p _{2,3} >0,05 p _{2,4} <0,01 p _{3,4} >0,05
8	F8, ф	79,1±0,34	78,5±0,31	77,9±0,34	77,3±0,29	t _{1,2} =1,32 t _{1,3} =2,50 t _{1,4} =3,97 t _{2,3} =1,32 t _{2,4} =2,88 t _{3,4} =1,34	p _{1,2} >0,05 p _{1,3} <0,05 p _{1,4} <0,001 p _{2,3} >0,05 p _{2,4} <0,01 p _{3,4} >0,05

Продовження таблиці 1

9	F9, φ	90,3±0,86	87,9±0,83	86,7±0,81	85,0±0,84	t _{1,2} =2,01 t _{1,3} =3,05 t _{1,4} =4,41 t _{2,3} =1,03 t _{2,4} =2,46 t _{3,4} =1,46	p _{1,2} >0,05 p _{1,3} <0,01 p _{1,4} <0,001 p _{2,3} >0,05 p _{2,4} <0,05 p _{3,4} >0,05
10	F10, φ	82,2±0,85	84,1±0,84	86,2±0,84	87,6±0,88	t _{1,2} =1,59 t _{1,3} =3,35 t _{1,4} =4,41 t _{2,3} =1,77 t _{2,4} =2,88 t _{3,4} =1,15	p _{1,2} >0,05 p _{1,3} <0,01 p _{1,4} <0,001 p _{2,3} >0,05 p _{2,4} <0,01 p _{3,4} >0,05

Фази: 1 – тяга штанги; 2 – попередній розгін; 3 – підрив штанги; 4 – фінальний розгін; 5 – попередній присід, фаза вільного падіння; 6 – попередній присід, фаза активного гальмування; 7 – виштовхування, фаза зупинки; 8 – виштовхування, фаза посилення; 9 – присід, фаза безопорного присіду; 10 – вставання, фаза випрямлення ніг.

Етапи багаторічної підготовки: I – початкової підготовки, II – етап попередньої базової підготовки; III – етап спеціалізованої базової підготовки; IV – етап підготовки до вищих досягнень.

78,5±0,31°; 77,9±0,34°; 77,3±0,29°. Достовірність відмінностей груп становила: I–III (t=2,50; p<0,05), I–IV (t=3,97; p<0,001), II–IV (t=2,88; p<0,01); недостовірні: I–II, II–III, III–IV. Тенденція до зниження φ свідчить про раціональніший перерозподіл моментів у фазі посилення (табл. 1).

У «присіді – безопорний підсід» (F9) отримано 90,3±0,86°; 87,9±0,83°; 86,7±0,81°; 85,0±0,84°. Достовірні відмінності відбулися у групах: I–III (t=3,05; p<0,01), I–IV (t=4,41; p<0,001), II–IV (t=2,46; p<0,05); недостовірні: I–II, II–III, III–IV. Зменшення φ відбиває компактніший прийом штанги з точнішим розміщенням тулуба (табл. 1).

Завершуючи, у «вставанні – випрямленні ніг» (F10) кутові показники становили 82,2±0,85° (I), 84,1±0,84° (II), 86,2±0,84° (III), 87,6±0,88° (IV). Достовірні відмінності між групами становили: I–III (t=3,35; p<0,01), I–IV (t=4,41; p<0,001), II–IV (t=2,88; p<0,01); недостовірні: I–II, II–III, III–IV. Зростання φ на фіналі відповідає стабільнішому вирівнюванню тулуба та надійнішій фіксації (табл. 1).

Так, для спортсменок першої групи вагових категорій до 53 кг спостерігається системний зсув кутових параметрів φ у напрямі кращого керування положенням тулуба впродовж усіх фаз поштовху з найбільш вираженими контрастами у зіставленнях із IV етапом. Це свідчить про зрілість техніко-позиційної органі-

зації руху та ефективнішу стабілізацію тіла під навантаженням.

Висновки. Аналіз кутів нахилу тулуба під час виконання змагальної вправи «поштовх класичний» у важкоатлеток першої вагової групи (до 53 кг) на чотирьох етапах багаторічної підготовки (I–IV) засвідчив виразну залежність кутових характеристик від рівня підготовленості: зі зростанням спортивного стажу структура положень тулуба у ключових фазах стає більш раціональною та відтворюваною.

У спортсменок IV групи (етап підготовки до вищих досягнень) зафіксовано системну оптимізацію кутів: збільшення φ у стартових фазах тяги (F1–F2) та у фінальному вирівнюванні (F10), що відображає компактнішу посадку та стійкішу вертикалізацію тулуба (p<0,01–0,001), водночас зменшення φ у фазах підриву та фінального розгону (F3–F4), у фазах виштовхування та прийому (F7–F9) і під час «вільного падіння» (F5) свідчить про економніше керування корпусом і точнішу стабілізацію під навантаженням (p<0,05–0,001). Це відповідає вищій технічній майстерності та сформованим постурально-координаційним механізмам.

У спортсменок III групи (етап спеціалізованої базової підготовки) простежуються статистично значущі (здебільшого p<0,05–0,01) покращення кутових параметрів стосовно

I групи в більшості фаз, що відображає перехід до «економного» профілю руху: компактніше положення тіла в зонах пікового розгону та прийому штанги, менші горизонтальні зсуви і стабільніший контроль тулуба.

У спортсменок II групи (етап попередньої базової підготовки) зафіксовано вибірково позитивні зміни (окремі фази з $p < 0,05$), насамперед у «попередньому розгоні» та фазах прийому та виштовхування, що свідчить про формування основ узгодженості «таз-коліно-тулуб» і поступове зменшення зайвих кутових відхилень.

У спортсменок I групи (етап початкової підготовки) більшість показників мали тенденційний або недостовірний характер, однак спостерігалися початкові зрушення у напрямі

вирівнювання кутів у фазах прийому та фінального випрямлення, що відображає початок засвоєння технічної структури поштовху.

Отримані результати підтверджують ефективність відеоаналізу в Dartfish для фазового моніторингу кутів тулуба і диференційованої корекції техніки. Практично доцільним є адресний добір підвідних вправ і контрольних індикаторів (ϕ у F1–F4, F7–F10) з урахуванням етапу підготовки, що дозволяє підвищувати стабільність прийому, зменшувати зайві кутові відхилення і підвищувати надійність фіксації у «поштовху класичному».

Перспектива наступних наукових пошуків – визначення змін біомеханічної структури тазостегнового суглоба під час виконання змагальної вправи поштовху.

ЛІТЕРАТУРА

1. Джим В.Ю. Аналіз розробленої методики тренувальних занять з пауерліфтингу учнів старшої загальноосвітньої школи. *Академічні студії. Серія «Педагогіка»*. 2023. Вип. 3. С. 51–58. <https://doi.org/10.52726/as.pedagogy/2022.3.8>.
2. Джим В.Ю., Ленько Д.Є. Удосконалення спеціальної фізичної підготовки юних пауерліфтерів за допомогою різних тренажерних пристроїв в підготовчому періоді річного макроциклу. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова, Серія 15. Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт)*. 2023. Вип. 6(166). С. 59–64. [https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2023.6\(166\).12](https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2023.6(166).12).
3. Камаєв О.І., Безкоровайний Д.О. Розвиток силових здібностей 13–15-річних юнаків у силових видах спорту : навчальний посібник для студентів 3–5 курсів ХДАФК і фахівців з фізичного виховання та спорту. Харків : ХДАФК, 2014. 106 с.
4. Канунов Р.А., Джим В.Ю., Півень О.Б. Кореляційний взаємозв'язок між основними елементами техніки поштовху класичного та морфологічними показниками і показниками фізичної підготовки, що забезпечують їх виконання юними важкоатлетами 12 років. *Фізичне виховання та спорт*. Одеса : Видавничий дім «Гельветика». 2023. Вип. 4. С. 100–109. <https://doi.org/10.26661/2663-5925-2023-4-12>
5. Канунов Р.А., Півень О.Б., Джим В.Ю. Аналіз технічних помилок при виконанні ривка класичного юними важкоатлетами на етапі попередньо-базової підготовки. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія 15. Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт)*. 2023. Вип. 4(163). С. 98–104. [https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2023.04\(163\).19](https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2023.04(163).19)
6. Канунова Л.В., Джим В.Ю. Вплив фізичних навантажень на рівень розвитку фізичних якостей спортсменок 12–15 років, які займаються гирьовим спортом на етапі початкової підготовки. *Слобожанський науково-спортивний вісник*. 2018. Вип. 6(68). С. 39–43.
7. Канунова Л.В., Джим В.Ю. Побудова тренувального процесу юних гирьовичок 12–13 років протягом річного макроциклу з урахуванням специфічного біологічного циклу. *Слобожанський науково-спортивний вісник*. 2019. Вип. 6(74). С. 63–67.
8. Ковальов Д.О., Бичков О.М., Полулященко Ю.М., Саєнко В.Г., Бичкова О.Ю. Тренувальна програма підготовки студентів-пауерліфтерів до перших змагань. *Сучасні біомеханічні та інформаційні технології у фізичному вихованні і спорті* : матер. V Всеукраїн. електрон. конф. Київ : НУФВСУ, 2017. С. 27–29.
9. Олешко В.Г. Теорія та методика тренерської діяльності у важкій атлетичі : підручник для студ. закл. вищої освіти з фіз. виховання і спорту. Київ. : Національний університет фізичного виховання і спорту України, Олімпійська література, 2018. 332 с.

10. Півень О.Б., Дорофєєва Т.І. Залежність спортивного результату від фізичного розвитку, морфо-функціональної та спеціальної силової підготовленості важкоатлетів на етапі попередньої базової підготовки. *Слобожанський науково-спортивний вісник*. 2017. Вип. 4(60). С. 86–90.
11. Півень О.Б. Особливості навчально-тренувального процесу важкоатлетів 15–16 років в змагальному періоді річного макроциклу з використанням різних методів швидкісно-силової підготовки. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія 9. Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт)*. 2017. Вип. 91. С. 86–90.
12. Платонов В.М. Сучасна система спортивного тренування. Київ : Перша друкарня, 2020. 752 с.
13. Ровний А.С. Формування системи сенсорного контролю точних рухів спортсменів : автореф. дис. ... д-ра наук з фіз. виховання і спорту. Київ, 2001. 40 с.
14. Abdel-Reda A.-J.I. Relationship of some kinematic variables and ratio her contribution accurately Performance of the barbell track in the snatch. *J Sports Sci Nutr*. 2023. Vol. 4(2). P. 14–18. <https://doi.org/10.33545/27077012.2023.v4.i2a.178>
15. Arauz P., Garcia G., & Llerena J.C. Biomechanical analysis of the snatch technique for elite and varsity weightlifters. *Journal of Biomechanics*. 2024. 175. 112291. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2024.112291>
16. Bezkorovainyi D., Kamayev O., Tropin Y., Vlasko S., Plotnytskyi L., Kravchuk Y., Sadovska I., Kulakov D. Analysis and generalization of the manifestation of different types of force in competitive exercises of the leaders of the world armwrestling weighing over 100 kg. *Slobozhanskyi Herald of Science and Sport*. 2023. Vol. 27(3). P. 135–144. <https://doi.org/10.15391/sns.v.2023-3.004>
17. Cunanan A.J., Hornsby W.G., South M.A., Ushakova K.P., Mizuguchi S., Sato K., Pierce K.C, Stone M.H. Survey of Barbell Trajectory and Kinematics of the Snatch Lift from the 2015 World and 2017 Pan-American Weightlifting Championships. *Sports*. 2020. Vol. 8(9). P. 118. <https://doi.org/10.3390/sports8090118>.
18. Huebner M., Cole T.J. Ranking performances of Olympic-style weightlifters adjusted for body mass on the same scale for both sexes: A novel approach. *Journal of Sports Sciences*. 2024. Vol. 42(22). P. 2124–2130. <https://doi.org/10.1080/02640414.2024.2423138>.
19. Joffe S.A., Price P., Chavda S., Shaw J., Tallent J. The Relationship of Lower-Body, Multijoint, Isometric and Dynamic Neuromuscular Assessment Variables with Snatch, and Clean and Jerk Performance in Competitive Weightlifters: A Meta-Analysis. *Strength and Conditioning Journal*. 2023. Vol. 45(4). P. 411–428. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000755>
20. Jon M.H., Rim U.-R. Dynamic analysis and optimization of snatch lift based on barbell trajectory and on an anthropometric model comprised of six links. *Engineering Reports*. 2023. Vol. 6(8). e12809. <https://doi.org/10.1002/eng2.12809>
21. Nagao H., Kubo Y., Tsuno T., Kurosaka S., Muto M. A Biomechanical Comparison of Successful and Unsuccessful Snatch Attempts among Elite Male Weightlifters. *Sports*. 2019. Vol. 7(6). P. 151. <https://doi.org/10.3390/sports7060151>

BIOMECHANICAL ANALYSIS OF THE PUSH IN FEMALE WEIGHTLIFTERS OF DIFFERENT LEVELS OF FITNESS

PIVEN OLEKSANDR BORYSOVYCH

Candidate of Science of Physical Education and Sport, Associate Professor,
Head of the Department of Athletics and Strength Sports
Kharkiv State Academy of Physical Culture

ORLOV ANATOLY ANATOLYOVICH

Doctor of Philosophy,
Associate Professor at the Department of Theory and
Methods of Physical Culture and Sports
Zaporizhzhia National University

DZHYM MARINA OLEKSANDRIVNA

Doctor of Philosophy,
Senior Lecturer at the Department of Health, Fitness and Recreation
Kharkiv State Academy of Physical Culture

Abstract. Introduction. *Technical efficiency of the clean and jerk in women's weightlifting is largely determined by controlling the position of the torso in the sagittal plane during the phases of "failure", "push-out", fixation and support of the barbell.*

Purpose was to determine changes in the angles of inclination of the torso during the performance of the competitive clean and jerk exercise in weightlifters depending on the level of physical fitness in conditions of many years of training.

Methods. *The study involved 64 female athletes of the first group of weight categories (up to 53 kg), who during four stages (12, 14, 17, 20 years) underwent the educational and training process in sports and youth schools of the cities of Kharkiv and Romny. Biomechanical analysis was carried out by video recording with subsequent frame-by-frame processing in Dartfish; the angle of inclination of the torso relative to the horizontal was estimated in ten phases of the clean and jerk with a load of 80% of the maximum lifted weight. Each athlete performed a series of ten repetitions in the recovery state, statistical processing was performed using parametric methods (normality test and Student's t-test).*

Results. *The results showed a pronounced positive dynamics of angular characteristics with the transition from the junior to the experienced stages. In particular, an increase in the trunk angle was recorded in the starting phases of the pull: F1 – 12,3±1,53° – 25,2±1,58° ($t_{1,4}=5,87$; $p<0,001$), F2 – 35,0±3,65° – 68,7±4,73° ($t_{1,4}=5,64$; $p<0,001$), while decreases were found in the phases of the second pull and final acceleration: F3 – 94,7±2,65° – 79,8±2,73° ($t_{1,4}=3,92$; $p<0,001$), F4 – 105,4±4,89° – 73,8±3,34° ($t_{1,4}=5,34$; $p<0,001$). In the "push-out" there was also a decrease in angles: F7 – 92,6±1,08° – 84,7±1,01° ($t_{1,4}=5,34$; $p<0,001$), F8 – 79,1±0,34° – 77,3±0,29° ($t_{1,4}=3,97$; $p<0,001$), F9 – 90,3±0,86° – 85,0±0,84° ($t_{1,4}=4,41$; $p<0,001$), whereas in the final straightening phase an increase was noted: F10 – 82,2±0,85° – 87,6±0,88° ($t_{1,4}=4,41$; $p<0,001$). Separately, an increase in the angle during active braking before the push-out was established: F6 – 72,1±0,81° – 77,1±0,79° ($t_{1,4}=5,39$; $p<0,001$). In athletes of group IV (stage of preparation for higher achievements), a systemic optimization of angles was recorded: an increase in φ in the starting phases of the pull (F1–F2) and in the final alignment (F10), which reflects a more compact landing and more stable verticalization of the torso ($p<0,01–0,001$), while a decrease in φ in the phases of the explosion and final acceleration (F3–F4), in the phases of the push and reception (F7–F9) and during "free fall" (F5) indicates more economical body control and more accurate stabilization under load ($p<0,05–0,001$). This corresponds to higher technical skill and developed mechanisms of postural coordination. In athletes of group III (stage of specialized basic training), statistically significant (mainly $p<0,05–0,01$) improvements in angular parameters are observed relative to group I in most phases, which reflects the transition to an "economic" movement profile: a more compact body position in the zones of peak acceleration and barbell reception, smaller horizontal displacements and more stable trunk control. In athletes of group II (stage of preliminary basic training), selective positive changes (individual phases with $p<0,05$) were recorded – primarily in the phases of "preliminary acceleration" and reception and push, which indicates the formation of the foundations of "pelvis-knee-trunk" coordination and a gradual decrease in excessive angular deviations. In athletes of group I (stage of initial training), most of the indicators were biased or unreliable, however, initial biases were observed towards the alignment of angles in the reception and final straightening phases, which reflects the beginning of mastering the technical structure of the jerk.*

Originality. For the first time, 10-phase profiles of torso tilt angles in the jerk (80% 1RM) in weightlifters at 4 stages of long-term training are described and indicator phases for assessing/correcting technique are identified.

Conclusion. The results obtained confirm the effectiveness of video analysis in Dartfish for phase monitoring of body angles and differentiated technique correction. In practice, it is advisable to select target exercises and control indicators (φ in F1–F4, F7–F10) taking into account the training stage, which allows to increase the stability of the reception, reduce excessive angular deviations and increase the reliability of fixation in the “classical jerk”.

Key words: weightlifting, classic jerk, torso angle, spatiotemporal characteristics, video analysis, Dartfish, long-term training.

REFERENCES

1. Dzhym, V.Y. (2023). Analiz rozroblenoї metodyky trenuvalnykh zaniat z pauerliftyngu uchniv starshoi zahalnoosvitnoi shkoly [Analysis of the developed methodology of powerlifting training sessions for high school students]. *Akademichni studiyi. Seriya «Pedahohika»*, (3), 51–58. <https://doi.org/10.52726/as.pedagogy/2022.3.8>
2. Dzhym, V., Lenko, D. (2023). Udoskonalennia spetsialnoi fizychnoi pidhotovky yunych pauerlifteriv za dopomohoiu riznykh trenazhnykh prystroiv v pidhotovchomu periodi richnoho makrotsykladu [Improving the special physical training of young powerlifters using various training devices in the preparatory period of the annual macrocycle]. *Naukovyi chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M.P. Drahomanova, Seriya 15. Naukovo-pedahohichni problemy fizychnoi kultury (fizychna kultura i sport)*, 6 (166), 59–64. [https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2023.6\(166\).12](https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2023.6(166).12)
3. Kamayev, O.I., Bezkorovaynyy, D.O. (2014). Rozvytok sylovykh zdibnostey 13–15-richnykh yunakiv u sylovykh vyдах sportu [Development of strength abilities of 13–15-year-old boys in strength sports]: navchalnyi posibnyk dlia studentiv 3–5 kursiv KhDAFK i fakhivtsiv z fizychnoho vykhovannia ta sportu. Kharkiv, 106 p.
4. Kanunov, R.A., Dzhym, V.Yu., Piven, O.B. (2023). Koreliatsiyni vzaïmozv'язok mizh osnovnymy elementamy tekhniky poshtovkhu klasychnoho ta morfolohichnymy pokaznykamy i pokaznykamy fizychnoi pidhotovky, shcho zabezpechuiut yikh vykonannia yunymy vazhkoatletamy 12 rokiv [Correlation between the main elements of the classical push technique and morphological indicators and indicators of physical training that ensure their performance by young weightlifters aged 12]. *Fizychno vykhovannia ta sport*. Odesa: Vydavnychyy dim «Helvetyka», 4, 100–109. <https://doi.org/10.26661/2663-5925-2023-4-12>
5. Kanunov, R.A., Piven, O.B., Dzhym, V. (2023). Analiz tekhnichnykh pomylok pry vykonanni ryvka klasychnoho yunymy vazhkoatletamy na etapi poperedno-bazovoi pidhotovky [Analysis of technical errors during the execution of the classical jerk by young weightlifters at the stage of preliminary basic training]. *Naukovyi chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M.P. Drahomanova. Seriya 15. Naukovo-pedahohichni problemy fizychnoi kultury (fizychna kultura i sport)*, 4 (163), 98–104. [https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2023.04\(163\).19](https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2023.04(163).19)
6. Kanunova, L.V., Dzhym, V.Y. (2018). Vplyv fizychnykh navantazhen na riven rozvytku fizychnykh yakosti sportsmenok 12–15 rokiv, yaki zaimaiutsia hyrovym sportom na etapi pochatkovoї pidhotovky [The influence of physical activity on the level of development of physical qualities of female athletes aged 12–15 years who are engaged in weightlifting at the stage of initial training]. *Slobozhanskyi nauko-vo-sportyvnyi visnyk*, 6 (68), 39–43.
7. Kanunova, L.V., Dzhym, V.Y. (2019). Pobudova trenuvalnoho protsesu yunych hyrovychok 12–13 rokiv protiahom richnoho makrotsykladu z urakhuvanniam spetsyfichnoho biolohichnoho tsykladu [Construction of the training process of young weightlifters 12–13 years old during the annual macrocycle taking into account the specific biological cycle]. *Slobozhanskyi nauko-vo-sportyvnyi visnyk*, 6 (74), 63–67.
8. Kovalov, D.O., Bychkov, O.M., Poluliashchenko, Yu.M., Saienko, V.H. (2017). Trenuvalna prohrama pidhotovky studentiv-pauerlifteriv do pershykh zmahan [Training program for preparing powerlifter students for the first competitions]. *Suchasni biomekhanichni ta informatsiyni tekhnolohiyi u fizychnomu vykhovanni i sporti*. Mater. V Vseukrayin. elektron. konf. Kyiv. NUFVSU, p. 27–29.
9. Oleshko, V.H. (2018). Teoriia ta metodyka trenerskoi diialnosti u vazhkii atletytsi: pidruch. dlia stud. zakl. vyshchoi osvity z fiz. vykhovannia i sportu [Theory and methods of coaching activity in weightlifting: tutorial for students closing higher education in physics education and sports]. *National University of Physical Education and Sports of Ukraine, Olympic literature*. 332 p.
10. Piven, O.B., Dorofeeva, T.I. (2017). Zalezhnist sportyvnoho rezultatu vid fizychnoho rozvytku, morfo-funktsionalnoi ta spetsialnoi sylovoi pidhotovlenosti vazhkoatletiv na etapi poperednoi bazovoi pidhotovky [Dependence of sports results on physical development, morpho-functional and special strength

- training of weightlifters at the stage of preliminary basic training]. *Slobozhanskyi naukovo-sportyvnyi visnyk*, 4 (60), 86–90.
11. Piven, O.B. (2017). Osoblyvosti navchalno-treuvvalnoho protsesu vazhkoatletiv 15–16 rokiv v zmahalnomu periodi richnoho makrotsykladu z vykorystanniam riznykh metodiv shvydkisno-sylovoi pidhotovky [Features of the educational and training process of 15–16-year-old weightlifters in the competitive period of the annual macrocycle using various methods of speed and strength training]. *Naukovyi chasopys nationalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M.P. Drahomanova. Seriiia 9. Naukovo-pedahohichni problemy fizychnoi kultury (fizychna kultura i sport)*, 9(91), 86–90.
 12. Platonov, V. M. (2020). Suchasna systema sportyvnoho trenuvannya [Modern system of sports training]. Kyiv. 752 p.
 13. Rovnyy, A.S. (2001). *Formuvannya systemy sensornoho kontrolyu tochnykh rukhiv sportsmeniv* [Formation of a system of sensory control of precise movements of athletes]: Extended abstract of Doctor Dissertation in Physical Education and Sports. Kyiv NUPSU, Kyiv. 40 p.
 14. Abdel-Reda, A.-J.I. (2023). Relationship of some kinematic variables and ratio her contribution accurately Performance of the barbell track in the snatch. *J Sports Sci Nutr*, 4 (2), 14–18. <https://doi.org/10.33545/27077012.2023.v4.i2a.178>
 15. Arauz, P., Garcia, G., & Llerena, J.C. (2024). Biomechanical analysis of the snatch technique for elite and varsity weightlifters. *Journal of Biomechanics*, 175, 112291. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2024.112291>
 16. Bezkorovainyi, D., Kamayev, O., Tropin, Y., Vlasko, S., Plotnytskyi, L., Kravchuk, Y., Sadovska, I., & Kulakov, D. (2023). Analysis and generalization of the manifestation of different types of force in competitive exercises of the leaders of the world armwrestling weighing over 100 kg. *Slobozhanskyi Herald of Science and Sport*, 27(3), 135–144. <https://doi.org/10.15391/sns.v.2023-3.004>
 17. Cunanan, A.J., Hornsby, W.G., South, M.A., Ushakova, K.P., Mizuguchi, S., Sato, K., Pierce, K.C., Stone, M.H. (2020). Survey of Barbell Trajectory and Kinematics of the Snatch Lift from the 2015 World and 2017 Pan-American Weightlifting Championships. *Sports*, 8(9), 118. <https://doi.org/10.3390/sports8090118>
 18. Huebner, M., & Cole, T.J. (2024). Ranking performances of Olympic-style weightlifters adjusted for body mass on the same scale for both sexes: A novel approach. *Journal of Sports Sciences*, 42(22), 2124–2130. <https://doi.org/10.1080/02640414.2024.2423138>
 19. Joffe, S.A., Price, P., Chavda S., Shaw J., & Tallent, J. (2023). The Relationship of Lower-Body, Multi-joint, Isometric and Dynamic Neuromuscular Assessment Variables with Snatch, and Clean and Jerk Performance in Competitive Weightlifters: A Meta-Analysis. *Strength and Conditioning Journal*, 45(4), 411–428. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000755>
 20. Jon, M.H., & Rim, U.-R. (2023). Dynamic analysis and optimization of snatch lift based on barbell trajectory and on an anthropometric model comprised of six links. *Engineering Reports*. 6(8), e12809. <https://doi.org/10.1002/eng2.12809>
 21. Nagao, H., Kubo, Y., Tsuno, T., Kurosaka, S., Muto, M. (2019). A Biomechanical Comparison of Successful and Unsuccessful Snatch Attempts among Elite Male Weightlifters. *Sports*, 7(6), 151. <https://doi.org/10.3390/sports7060151>



Отримано: 30.09.2025
Рекомендовано: 03.11.2025
Опубліковано: 17.12.2025