

DOI <https://doi.org/10.37406/2521-6449/2025-2-18>
УДК 796.894.000.57:796.015.1

Півень О. Б.

кандидат наук з фізичного виховання та спорту, доцент,
завідувач кафедри атлетизму та силових видів спорту
Харківська державна академія фізичної культури
Харків, Україна
E-mail: piven_oleksandr@ukr.net
ORCID: 0000-0002-2490-5205

Орлов А. А.

доктор філософії,
доцент кафедри теорії та методики фізичної культури і спорту
Запорізький національний університет
Запоріжжя, Україна
E-mail: orlov105@ukr.net
ORCID: 0000-0003-1044-7191

Канунова Л. В.

кандидат наук з фізичної виховання і спорту,
доцент кафедри атлетизму та силових видів спорту
Харківська державна академія фізичної культури
Харків, Україна
E-mail: lkanunova17@gmail.com
ORCID: 0000-0002-4869-4844

Джим В. Ю.

доктор наук з фізичного виховання та спорту, доцент,
професор кафедри атлетизму та силових видів спорту
Харківська державна академія фізичної культури
Харків, Україна
E-mail: djimvictor@gmail.com
ORCID: 0000-0002-4869-4844

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ КУТІВ БІОЛАНОК ТАЗОСТЕГНОВОГО СУГЛОБУ ЗМАГАЛЬНОЇ ВПРАВИ ПОШТОВХУ У СПОРТСМЕНОК-ВАЖКОАТЛЕТОК РІЗНОГО РІВНЯ ПІДГОТОВЛЕНOSTI

Анотація

Результативність жіночого поштовху критично залежить від кутової кінематики тазостегнового суглобу (вертикальність прискорення грифа, стабільність фіксації, безпечність). Через фрагментарність даних саме щодо жіночого jerk необхідний систематичний аналіз кутів і часових характеристик тазостегнового суглобу для оптимізації техніки та тренувального процесу. Мета дослідження полягала у визначенні змін кутів тазостегнового суглобу під час виконання змагальної вправи «поштовх класичний» у важкоатлеток залежно від рівня підготовленості в умовах багаторічної підготовки. У вибірці – 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 здійснювали відеореєстрацією з показовою обробкою в Dartfish; оцінювали кут ϕ (градуси) відносно горизонталі в десяти фазах поштовху за навантаження 80% від максимальної піднятої ваги. Кожна спортсменка виконувала по 10 повторів у стані відновлення; статистичну обробку проводили параметричними методами (перевірка нормальності та t-критерій Стьюдента). Встановлено виражену позитивну динаміку кутових характеристик із переходом від молодших до старших етапів у фазах: F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, F9, F10 ($p < 0,001$). Сукупність змін відображає оптимізацію поструральної рівноваги, «економізацію» положень стегна в ключових фазах і підвищення надійності прийому та фіксації штанги. Найбільші відмінності виявлено між 12- та 20-річними групами, між суміжними етапами зрушення мали помірний або вибірково-характер. Отримані дані підтверджують ефективність застосування відеоаналізу в Dartfish для фазового контролю техніки та можуть бути використані для індивідуалізації корекції кутів тазостегнового суглобу (передусім у F1–F4 і F7–F10) з урахуванням етапу підготовки і спортивної кваліфікації.

Ключові слова: важка атлетика, поштовх класичний, кут тазостегнового суглобу, просторово-часові характеристики, відеоаналіз, Dartfish, багаторічна підготовка, спортивна кваліфікація.

Вступ. Технічна результативність поштовху у жіночій важкій атлетиці значною мірою визначається кінематикою тазостегнового суглоба – координацією згинання та розгинання стегна в сагітальній площині у фазах «дипу», «драйву», прийому та фіксації штанги. Саме кутові параметри в кульшовому суглобі задають ефективність передавання імпульсу від проксимальних ланок до грифа, впливають на вертикальність прискорення та стабільність опори у момент фіксації. Невідповідна робота у тазостегновому суглобі супроводжується зайвими горизонтальними зсувами траєкторії, порушенням «бар-боді» взаємного розташування та зростанням навантаження на колінні структури, що робить кутові показники стегна критичними як для ефективності, так і для безпеки виконання поштовху [9, с. 332; 12, с. 752].

Порівняльні дослідження варіантів поштовху демонструють систематичні між стильові відмінності у кутових характеристиках кульшового та колінного суглобів. Зокрема, для випадового поштовху описано більші кути в тазостегновому та колінному суглобах, більшу вертикальну висоту грифа та коротшу тривалість активної опори порівняно з присідним поштовхом, що інтерпретують як наслідок більшої амплітуди та «силової» реалізації розгинання стегна у фазі драйву. Такі відмінності безпосередньо вказують на чутливість кульшової кінематики до технічного стилю виконання вправи [9, с. 332; 7, с. 27; 16, с. 135].

Разом із тим, література, сфокусована саме на кутах у тазостегновому суглобі під час jerk у жінок, ще обмежена. Більшість праць висвітлює траєкторію грифа, часо-просторові змінні або зосереджується на ривку та поштовху «clean», тоді як jerk розглядається опосередковано. Порівняльні аналізи підйомів (jerk, back jerk, вертикальний стрибок) підтверджують провідну роль потрійного розгинання (стегно-коліно-гомілково-ступневий) у формуванні вертикальної швидкості грифа, підкреслюючи значення координованої роботи кульшового суглоба, однак дані за статтю й рівнем кваліфікації подані фрагментарно [9, с. 332; 12, с. 752; 18, с. 2124].

Дослідження зі статевими та кваліфікаційними порівняннями засвідчують, що профілі кутів у великих суглобах (включно з кульшовим) відрізняються між рівнями майстерності та між чоловіками й жінками, проте ці результати частіше отримано на поштовху та першій тязі або у змішаних вибірках, тож їх екстраполяція на жіночий jerk потребує обережності. Це підсилює потребу в таргетованому аналізі стегнової кінематики саме у спортсменок різної підготовленості [3, с. 106; 4, с. 100; 7, с. 63; 9, с. 332; 10, с. 86].

Таким чином, систематичний аналіз тазостегнового кута 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 Харківської державної академії фізичної культури «Шляхи удосконалення тренувального процесу у силових видах спорту, боксі та кікбоксингу» (номер 0124U005088) на 2025 та 2028 рр.

Мета дослідження: є проведення порівняльного біомеханічного аналізу кутів тазостегнового суглобу змагальної вправи поштовху у спортсменок-важкоатлеток на різних етапах багаторічної підготовки.

Виклад основного матеріалу. Дослідження проводилися з учнями Комунального закладу «Комплексної дитячої юнацької спортивної школи ХТЗ» та Комунальному закладі «Комплексної дитячої юнацької спортивної школи ім. П. Калнишевського» (м. Ромни). У дослідженні взяли участь 64 спортсменки-важкоатлетки віком від 10 до 21 років, 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 попередньо-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 тазостегнових суглобів, 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, тазостегнових суглобів 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.

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 попередньо-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 важкоатлеток 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 тазостегнового суглобу. 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 зустрічались у спортсменок етапу початкової підготовки та попередньо-базової підготовки. Аналіз отриманих результатів дозволив визначити основні напрямки 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, при відсутності вірогідності похибки відхилення реальної вибірки від нормального розподілу ($p > 0,05$), розподіл вважався нормальним, що дозволило використовувати такі параметричні методи як t -критерія Стюдента.

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 відносно зразка або популяції. Вона показує, яка може бути варіація середнього значення при повторних вимірах або при вибірках з однієї популяції. Чим менша похибка середнього, тим більш точне і надійне є середнє значення.

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

У дослідженні розглянуто кутові характеристики у тазостегновому суглобі (ϕ , градуси) відносно горизонталі у десяти фазах поштовху 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 навантаження 80% від максимальної піднятої ваги (табл. 1).

На відрізку F1 «тяга штанги» середні значення дорівнювали $62,4 \pm 1,18^\circ$ (I), $59,7 \pm 1,16^\circ$ (II), $57,5 \pm 1,17^\circ$ (III), $55,2 \pm 1,11^\circ$ (IV). Достовірні відмінності показників склали: I–III ($t=2,95$; $p < 0,01$), I–IV ($t=4,44$; $p < 0,001$), II–IV ($t=2,80$; $p < 0,01$), недостовірні показники становили: I–II, II–III, III–IV ($p > 0,05$). Зменшення ϕ у напрямі до IV етапу відбиває раціональніший стартовий уклад і компактнішу роботу стегна, що знижує надмірний нахил тулуба (див. табл. 1).

Щодо F2 «попереднього розгону», зафіксовано $101,2 \pm 2,77^\circ$; $107,4 \pm 2,95^\circ$; $112,7 \pm 3,12^\circ$; $121,5 \pm 3,13^\circ$ (I–IV). Достовірні відмінності спостерігаються: I–III ($t=2,76$; $p < 0,01$), I–IV ($t=4,86$; $p < 0,001$), II–IV ($t=3,28$; $p < 0,01$), у свою чергу недостовірні показники становили: I–II, II–III, III–IV ($p > 0,05$). Зростання кута свідчить про узгодженіший розгін тазо-стегнової ланки та вертикалізацію руху грифа (див. табл. 1).

Стосовно F3 «підриву» отримано $158,1 \pm 0,77^\circ$ (I), $159,2 \pm 0,85^\circ$ (II), $161,5 \pm 0,81^\circ$ (III), $163,5 \pm 0,73^\circ$ (IV). Достовірні відмінності спостерігалися: I–III ($t=3,04$; $p < 0,01$), I–IV ($t=5,09$; $p < 0,001$), II–IV ($t=3,84$; $p < 0,001$), недостовірні показники становили: I–II, II–III, III–IV ($p > 0,05$). Поступове збільшення ϕ на старших етапах ілюструє повніше залучення розгинання у стегновому суглобі при піковому прискоренні (див. табл. 1).

У межах F4 «фінального розгону» показники становили $193,5 \pm 7,27^\circ$; $173,9 \pm 6,83^\circ$; $157,9 \pm 6,74^\circ$; $138,7 \pm 6,76^\circ$ (I–IV). Достовірні відмінності склали: I–III ($t=3,59$; $p < 0,01$), I–IV ($t=5,52$; $p < 0,001$), II–IV ($t=3,66$; $p < 0,01$), недостовірні групи становили: I–II, II–III, III–IV ($p > 0,05$). Виразне зниження ϕ демонструє компактніший розв'язний акцент і контрольованіший перенесений імпульс на гриф (див. табл. 1).

Під час F5 «попереднього присіду (вільне падіння)» зафіксовано $134,9 \pm 5,67^\circ$; $120,6 \pm 5,52^\circ$; $106,4 \pm 5,69^\circ$; $90,1 \pm 5,75^\circ$. Достовірні відмінності показників становили: I–III ($t=3,55$; $p < 0,01$), I–IV ($t=5,55$; $p < 0,001$), II–IV ($t=3,83$; $p < 0,001$), у свою чергу недостовірні показники становили: I–II, II–III, III–IV ($p > 0,05$). Зниження кута відповідає швидкому і точному «зануренню» під штангу з мінімізацією зайвих коливань (див. табл. 1).

Фаза F6 «попередній присід (активне гальмування)» характеризувалася $131,6 \pm 6,63^\circ$; $114,5 \pm 6,52^\circ$; $98,3 \pm 6,50^\circ$; $79,9 \pm 6,48^\circ$ (I–IV). Достовірні відмінності груп становили: I–III ($t=3,59$; $p < 0,01$), I–IV ($t=5,58$; $p < 0,001$), II–IV ($t=3,76$; $p < 0,001$), недостовірні групи: I–II, II–III, III–IV ($p > 0,05$). Послідовне зменшення ϕ вказує на ефективніше гальмування і стабілізацію тазо-стегнової ланки перед виштовхуванням (див. табл. 1).

Таблиця 1

Порівняльні зміни кутів біоланок тазостегнового суглобу 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	62,4±1,18	59,7±1,16	57,5±1,17	55,2±1,11	t _{1,2} =1,63 t _{1,3} =2,95 t _{1,4} =4,44 t _{2,3} =1,34 t _{2,4} =2,80 t _{3,4} =1,43	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
2	F2, ф	101,2±2,77	107,4±2,95	112,7±3,12	121,5±3,13	t _{1,2} =1,53 t _{1,3} =2,76 t _{1,4} =4,86 t _{2,3} =1,23 t _{2,4} =3,28 t _{3,4} =1,99	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
3	F3, ф	158,1±0,77	159,2±0,85	161,5±0,81	163,5±0,73	t _{1,2} =0,96 t _{1,3} =3,04 t _{1,4} =5,09 t _{2,3} =1,96 t _{2,4} =3,84 t _{3,4} =1,83	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
4	F4, ф	193,5±7,27	173,9±6,83	157,9±6,74	138,7±6,76	t _{1,2} =1,96 t _{1,3} =3,59 t _{1,4} =5,52 t _{2,3} =1,67 t _{2,4} =3,66 t _{3,4} =2,01	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
5	F5, ф	134,9±5,67	120,6±5,52	106,4±5,69	90,1±5,75	t _{1,2} =1,81 t _{1,3} =3,55 t _{1,4} =5,55 t _{2,3} =1,79 t _{2,4} =3,83 t _{3,4} =2,01	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
6	F6, ф	131,6±6,63	114,5±6,52	98,3±6,50	79,9±6,48	t _{1,2} =1,84 t _{1,3} =3,59 t _{1,4} =5,58 t _{2,3} =1,76 t _{2,4} =3,76 t _{3,4} =2,00	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	180,7±1,82	175,5±1,86	171,9±1,79	169,2±1,75	t _{1,2} =2,00 t _{1,3} =3,64 t _{1,4} =4,55 t _{2,3} =1,59 t _{2,4} =2,47 t _{3,4} =0,88	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
8	F8, ф	138,5±0,45	137,9±0,48	136,6±0,47	135,7±0,40	t _{1,2} =1,37 t _{1,3} =3,38 t _{1,4} =5,15 t _{2,3} =1,94 t _{2,4} =3,52 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} <0,01 p _{3,4} >0,05
9	F9, ф	199,7±1,65	203,7±1,58	207,9±1,67	212,3±1,61	t _{1,2} =1,75 t _{1,3} =3,49 t _{1,4} =5,47 t _{2,3} =1,83 t _{2,4} =3,81 t _{3,4} =1,90	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
10	F10, ф	176,0±0,75	173,9±0,77	172,9±0,69	171,0±0,71	t _{1,2} =1,95 t _{1,3} =3,04 t _{1,4} =4,84 t _{2,3} =0,97 t _{2,4} =2,77 t _{3,4} =1,92	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 – підрип 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 безпорожного присіду; 10 – вставання, фаза випрямлення ніг.

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

На етапі F7 «виштовхування (фаза зупинки)» значення дорівнювали $180,7 \pm 1,82^\circ$; $175,5 \pm 1,86^\circ$; $171,9 \pm 1,79^\circ$; $169,2 \pm 1,75^\circ$ (I–IV). Достовірні: I–III ($t=3,64$; $p<0,01$), I–IV ($t=4,55$; $p<0,001$), II–IV ($t=2,47$; $p<0,01$); недостовірні: I–II, II–III, III–IV ($p>0,05$). Тут менший кут на пізніших етапах демонструє економніше погашення інерції та керованіший корпус (див. табл. 1).

Далі, у F8 «виштовхуванні (фаза посилення)» спостерігали $138,5 \pm 0,45^\circ$; $137,9 \pm 0,48^\circ$; $136,6 \pm 0,47^\circ$; $135,7 \pm 0,40^\circ$. Достовірні відмінності становили: I–III ($t=3,38$; $p<0,01$), I–IV ($t=5,15$; $p<0,001$), II–IV ($t=3,52$; $p<0,01$), недостовірні групи склали: I–II, II–III, III–IV ($p>0,05$). Невелике зменшення ϕ трактується як раціональніший перерозподіл моментів і менші коливання тулуба (див. табл. 1).

У F9 «присіді (безопорний підсід)» отримано $199,7 \pm 1,65^\circ$; $203,7 \pm 1,58^\circ$; $207,9 \pm 1,67^\circ$; $212,3 \pm 1,61^\circ$ (I–IV). Достовірні відмінності груп становили: I–III ($t=3,49$; $p<0,01$), I–IV ($t=5,47$; $p<0,001$), II–IV ($t=3,81$; $p<0,001$), недостовірні групи склали: I–II, II–III, III–IV ($p>0,05$). Зростання ϕ на пізніших етапах свідчить про оптимальнішу приймальну конфігурацію з чітким підведенням стегна під гриф (див. табл. 1).

Завершуючи, у F10 «вставанні (випрямленні ніг)» середні значення становили $176,0 \pm 0,75^\circ$ (I), $173,9 \pm 0,77^\circ$ (II), $172,9 \pm 0,69^\circ$ (III), $171,0 \pm 0,71^\circ$ (IV). Достовірні відмінності груп склали: I–III ($t=3,04$; $p<0,01$), I–IV ($t=4,84$; $p<0,001$), II–IV ($t=2,77$; $p<0,01$), недостовірні показники становили: I–II, II–III, III–IV ($p>0,05$). Тут менший кут у IV етапі сигналізує про стабільніше вирівнювання і раціональнішу фіксацію у фіналі підйому (див. табл. 1).

Для спортсменок до 53 кг простежується закономірна перебудова ϕ : зниження у фазах, де критична компактність і контроль (F1, F4–F8, F10), та зростання у відрізках, що відображають вертикалізацію й прийом (F2, F3, F9). Найвиразніші контрасти – у зіставленнях із IV етапом, що підтверджує зрілість техніко-позиційної організації поштовху зі зростанням підготовленості.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Аналіз кутів тазостегнового суглобу 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 фазові положення стегна стають більш раціональними та відтворюваними.

У спортсменок IV групи (етап підготовки до вищих досягнень) зафіксовано системну оптимізацію ϕ : зменшення кута в початковій тязі (F1) та фінальних і «перехідних» відрізках (F4–F8, F10) поряд із збільшенням ϕ у фазах попереднього розгону й підриву та прийому (F2, F3, F9). Сукупно це відображає компактніший стартовий уклад, керованіше гальмування перед виштовхуванням і стабільнішу вертикалізацію в прийомі та вирівнюванні (здебільшого $p<0,01$ – $0,001$).

У спортсменок III групи (етап спеціалізованої базової підготовки) простежуються статистично значущі (переважно $p<0,05$ – $0,01$) покращення кутових параметрів відносно I групи в більшості фаз: формується «економний» профіль розгинання стегна у драйві та точніший прийом з меншими горизонтальними зсувами.

У спортсменок II групи (етап попередньо-базової підготовки) відзначено вибіркові позитивні зміни (окремі фази з $p<0,05$) – насамперед у попередньому розгоні та відрізках, що передують виштовхуванню, що свідчить про становлення узгодженості ланцюга «таз-коліно-тулуб».

У спортсменок I групи (етап початкової підготовки) більшість показників мали тенденційний або недостовірний характер, водночас фіксуються початкові зрушення у вирівнюванні кутів у прийомі та заключному випрямленні, що відображає початок засвоєння технічної структури поштовху.

Отримані результати підтверджують ефективність відеоаналізу (Dartfish) для фазового моніторингу тазостегнових кутів і диференційованої корекції техніки. Практично доцільно орієнтувати контрольні індикатори на відрізки F1–F4 та F7–F10 під конкретний етап підготовки, що сприятиме стабільності прийому, зменшенню зайвих кутових відхилень та надійній фіксації у «поштовху класичному».

Перспектива подальших досліджень. Визначення змін біомеханічної структури колінного суглобу у поштовху за фазами, стилями виконання та рівнями підготовленості з розробленням нормативних діапазонів і порогів корекції для тренерського контролю.

Список використаних джерел

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*. 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 атлетиці: підруч. 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 силових 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. 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. Survey of Barbell Trajectory and Kinematics of the Snatch Lift from the 2015 World and 2017 Pan-American Weightlifting Championships. *Sports*. 2020. 8(9). 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. 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). 151. <https://doi.org/10.3390/sports7060151>.

Piven O. B.

*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
Kharkiv, Ukraine*

E-mail: piven_oleksandr@ukr.net

ORCID: 0000-0002-2490-5205

Orlov A. A.

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

E-mail: orlov105@ukr.net

ORCID: 0000-0003-1044-7191

Kanunova L. V.

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

E-mail: lkanunova17@gmail.com

ORCID: 0000-0002-4869-4844

Dzhym V. Yu.

Doctor of Science of Physical Education and Sport, Associate Professor,

Professor of the Department of Athletics and Strength Sports

Kharkiv State Academy of Physical Culture

Kharkiv, Ukraine

E-mail: djimvictor@gmail.com

ORCID: 0000-0002-4869-4844

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE ANGLES OF THE HIP JOINT BIOLINKS IN THE COMPETITIVE CLEAN AND JERK EXERCISE IN FEMALE WEIGHTLIFTERS OF DIFFERENT LEVELS OF FITNESS

Abstract

The effectiveness of the female jerk critically depends on the angular kinematics of the hip joint (verticality of the bar acceleration, stability of fixation, safety). Due to the fragmentary data on the female jerk, a systematic analysis of the angles and time characteristics of the hip joint is necessary to optimize the technique and training process. The purpose of the study was to determine changes in the angles of the hip joint during the performance of the competitive exercise "classical jerk" in weightlifters depending on the level of fitness in conditions of many years of training. The sample included 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 the Sports and Youth Schools of Kharkiv and Romny. Biomechanical analysis was carried out by video recording with frame-by-frame processing in Dartfish; The angle ϕ (degrees) relative to the horizontal was estimated in ten phases of the push with a load of 80% of the maximum lifted weight. Each athlete performed 10 repetitions in the recovery state; statistical processing was performed by parametric methods (normality test and Student's *t*-test). A pronounced positive dynamic of angular characteristics with the transition from younger to older stages was established in the phases: F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, F9, F10 ($p < 0.001$). The set of changes reflects the optimization of postural balance, "economization" of hip positions in key phases and an increase in the reliability of receiving and fixing the bar. The greatest differences were found between the 12- and 20-year-old groups, between adjacent stages the shifts were moderate or selective. The obtained data confirm the effectiveness of using video analysis in Dartfish for phase control of technique and can be used to individualize the correction of hip joint angles (primarily in F1-F4 and F7-F10) taking into account the stage of training and sports qualification.

Key words: weightlifting, classic jerk, hip joint angle, spatiotemporal characteristics, video analysis, Dartfish, long-term preparation, sports qualification.

References

1. Dzhym, V.Y. (2023). Analiz rozroblenoj metodyky trenuvalnykh zaniat z pauerliftynhu 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> [in Ukrainian].
2. Dzhym, V., & Lenko, D. (2023). Udoskonalennia spetsialnoi fizychnoi pidhotovky yunikh pauerlifteriv za dopomohoiu riznykh trenazhernykh prystroiv v pidhotovchomu periodi richnoho makrotsyклу [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) [in Ukrainian].
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. [in Ukrainian].
4. Kanunov, R.A., Dzhym, V.Yu., & Piven, O.B. (2023). Koreliatsiyni vzaïmozv'язok mizh osnovnymy elementamy tekhniky poshtovkhu klasychnoho ta morfologichnymy pokaznykamy i pokaznykamy fizychnoi pidhotovky, shcho zabezpechiut 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]. *Fizychne vykhovannia ta sport*, 4, 100–109. <https://doi.org/10.26661/2663-5925-2023-4-12> [in Ukrainian].
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) [in Ukrainian].
6. Kanunova, L.V., & Dzhym, V.Y. (2018). Vplyv fizychnykh navantazhen na riven rozvytku fizychnykh yakosteï sportsmenok 12–15 rokiv, yaki zaimaiutsia hyrovym sportom na etapi pochatkovoi 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 naukovo-sportyvnyi visnyk*, 6 (68), 39–43 [in Ukrainian].
7. Kanunova, L.V., & Dzhym, V.Y. (2019). Pobudova trenuvalnoho protsesu yunikh hyrovychok 12-13 rokiv protiahom richnoho makrotsyклу z urakhuvanniam spetsyfichnoho biolohichnoho tsyклу. [Construction of the training process of young weightlifters 12-13 years old during the annual macrocycle taking into account the specific biological cycle]. *Slobozhanskyi naukovo-sportyvnyi visnyk*, 6 (74), 63–67 [in Ukrainian].
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. NUFVSVU*. p. 27–29 [in Ukrainian].

9. Oleshko, V.H. (2018). Teoriia ta metodyka trenerskoi diialnosti u vazhkii atletytsi: pidruch. dla 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. [in Ukrainian].
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]. *Slobzhanskyi naukovo-sportyvnyi visnyk*, 4 (60), 86–90 [in Ukrainian].
11. Piven, O.B. (2017). Osoblyvosti navchalno-trenuvalnoho 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 natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M.P. Drahomanova, Seriya 9. Naukovo-pedahohichni problemy fizychnoi kultury (fizychna kultura i sport)*, 9(91), 86–90 [in Ukrainian].
12. Platonov, V. M. (2020). Suchasna systema sportyvnoho trenuvannya. [Modern system of sports training]. Kyiv. 752 p. [in Ukrainian].
13. Pivnyy, A.S. (2001). *Formuvannya systemy sensornoho kontrolyu tochnykh rukhiv sport-smeniv*. [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. [in Ukrainian].
14. Abdel-Reda, A.J. (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> [in English].
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> [in English].
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 arm-wrestling weighing over 100 kg. *Slobzhanskyi Herald of Science and Sport*, 27(3), 135–144. <https://doi.org/10.15391/sns.v.2023-3.004> [in English].
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> [in English].
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> [in English].
19. Joffe, S.A., Price, P., Chavda S., Shaw J., & Tallent, J. (2023). 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*, 45(4), 411–428. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000755>. [in English].
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/eng.12809> [in English].
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> [in English].

Отримано: 30.09.2025
Рекомендовано: 30.10.2025
Опубліковано: 28.11.2025