

УДК 796.894.000.57:796.015.1
DOI <https://doi.org/10.26661/2663-5925-2024-3-12>

ПОРІВНЯЛЬНИЙ БІОМЕХАНІЧНИЙ АНАЛІЗ ФАЗОВОЇ СТРУКТУРИ РУХІВ ЗМАГАЛЬНОЇ ВПРАВИ ПРИСІДАННЯ ЗІ ШТАНГОЮ НА ПЛЕЧАХ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЮНИМИ ПАУЕРЛІФТЕРАМИ 12 РОКІВ

Ленько Д. Є.

*аспірант кафедри атлетизму силових видів спорту
Харківська державна академія фізичної культури
вул. Клочківська, 99, Харків, Україна
orcid.org/0009-0001-0028-116
Lenko_penko@ukr.net*

Джим В. Ю.

*кандидат наук з фізичного виховання та спорту, доцент,
професор кафедри атлетизму та силових видів спорту
Харківська державна академія фізичної культури
вул. Клочківська, 99, Харків, Україна
orcid.org/0000-0002-4869-4844
djimvictor@gmail.com*

Орлов А. А.

*доктор філософії PhD,
доцент кафедри теорії та методики фізичної культури і спорту
Запорізький національний університет
вул. Жуковського, 66, Запоріжжя, Україна
orcid.org/0000-0003-1044-7191
orlov105@ukr.net*

Ключові слова:
*біомеханічний аналіз,
присідання зі штангою на
плечах, фазова структура,
юні спортсмени.*

Мета статті полягала в порівняльному біомеханічному аналізі фазової структури рухів змагальної вправи присідання зі штангою на плечах під час виконання юними пауерліфтерами 12 років. Дослідження проводилось у місті Полтава в ДЮСШ «Полтава» та в місті Харків у ДЮСШ № 9, де брали участь 32 спортсмени етапу початкової підготовки другого року навчання віком 12 років у категорії до 55 кілограмів. Для аналізу техніки присідань зі штангою на плечах була проведена відеозйомка виконання цієї вправи спортсменів початківців з різним навантаженням від максимуму. Відеозйомка проводилася відеокамерою, розташованою перпендикулярно напрямку грифа штанги. Кожен спортсмен виконував вправу присідання зі штангою на плечах протягом 10 спроб. Проведене дослідження показників кута біоланок нахилу тулуба щодо горизонталі під час виконання вправи присідання зі штангою на плечах юними пауерліфтерами 12 років показало, що в кожній фазі були виявлені найбільш істотні достовірні показники виконання технічної складової змагальної вправи. Так, у першій фазі безпосереднього виконання вправи юні спортсмени мали велике технічне розходження між 30 % ваги від максимальної піднятої ваги та 90 %, про що свідчить висока достовірність різниці результатів ($t_{1,3} = 5,29$; $p_{1,3} < 0,001$). Під час другої фази безпосереднього виконання вправи юні пауерліфтери мали велику кількість помилок між 30 % і 90% ваги від максимуму ($t_{1,3} = 5,29$; $p_{1,3} < 0,001$). Під час виконання фази вільного падіння між вагою 30 % та 90 % від максимально піднятої ваги у юних спортсменів спостерігалася висока достовірність різниці результатів технічного виконання ($t_{1,3} = 4,95$; $p_{2,3} < 0,001$). Дослідження

виконання фази вставання до максимального розгинання в колінних суглобах під час виконання вправи з присідання зі штангою на плечах пауерліфтерами 12 років показало, що під час виконання вправи з 30 % ваги кут біоланок нахилу тулуба щодо горизонталі становив $137,1 \pm 3,64^\circ$, з 60 % ваги – $120,5 \pm 3,45^\circ$, а з 90 % – $109,2 \pm 3,67^\circ$. Достовірна різниця результату невдалого технічного виконання спостерігалася між виконанням фази з 30 % і 90 % ваги ($t_{1,3} = 5,40$; $p_{1,3} < 0,001$). В останній фазі з фіксацією виконання вправи присідання зі штангою на плечах пауерліфтерами 12 років були допущені суттєві помилки в техніці виконання. Достовірна різниця отриманих результатів спостерігалася між виконанням і різницею у виконанні невдалої технічної складової цієї фази з вагою 30 % і 90 %; спостерігалася дуже висока достовірна різниця результатів ($t_{1,3} = 4,68$; $p_{1,3} < 0,001$).

COMPARATIVE BIOMECHANICAL ANALYSIS OF THE PHASE STRUCTURE OF THE MOVEMENTS OF THE COMPETITIVE SQUAT EXERCISE WITH A BARREL ON THE SHOULDER PERFORMED BY YOUNG POWERLIFTERS 12 YEARS OLD

Lenko D. E.

*Postgraduate Student at the Department of Athleticism of Power Sports
Kharkiv State Academy of Physical Culture
Klochkivska str., 99, Kharkiv, Ukraine
orcid.org/0009-0001-0028-116
Lenko_penko@ukr.net*

Dzhym V. Yu.

*Candidate of Sciences in Physical Education and Sports, Associate Professor,
Professor at the Department of Athletics and Strength Sports
Kharkiv State Academy of Physical Culture
Klochkivska str., 99, Kharkiv, Ukraine
orcid.org/0000-0002-4869-4844
djimvictor@gmail.com*

Orlov A. A.

*Doctor of Philosophy PhD,
Associate Professor at the Department of Theory and Methods
of Physical Culture and Sports
Zaporizhzhia National University
Zhukovskoho str., 66, Zaporizhzhia, Ukraine
orcid.org/0000-0003-1044-7191
orlov105@ukr.net*

Key words: *biomechanical analysis, squatting with a barbell on the shoulders, phase structure, young athletes.*

The purpose of the article was a comparative biomechanical analysis of the phase structure of the movements of the competitive squat exercise with a barbell on the shoulders when performed by young powerlifters aged 12. The study was conducted in the city of Poltava at the Poltava Secondary School and in Kharkiv at the Secondary School No. 9, where 32 athletes of the initial training stage of the second year of study, aged 12 years, in the category up to 55 kilograms participated. In order to analyze the technique of squats with a barbell on the shoulders, a video was taken of the performance

of this exercise by beginner athletes with different loads from the maximum. Video shooting was carried out with a video camera located perpendicular to the direction of the neck of the bar. Each athlete performed the barbell squat exercise for 10 attempts. The study of the indicators of the angle of the biolinks of the torso tilt in relation to the horizontal when performing the squat exercise with a barbell on the shoulders by young powerlifters of 12 years of age showed that in each phase, the most significant and reliable indicators of the performance of the technical component of the competitive exercise were found. Thus, in the first phase of the direct execution of the exercise, young athletes had a large technical difference between 30% of the weight from the maximum lifted weight and 90%, which is evidenced by a high reliable difference in the results ($t_{1,3} = 5,29$; $p_{1,3} < 0,001$). During the second phase of direct execution of the exercise, young powerlifters had a large number of errors between 30% and 90% of the maximum weight ($t_{1,3} = 5,29$; $p_{1,3} < 0,001$). When performing the phase of free fall between the weight of 30% and 90% of the maximally lifted weight in young athletes, a high reliable difference in the results of technical performance was observed ($t_{1,3} = 4,95$; $p_{1,3} < 0,001$). A study of the performance of the phase of getting up to maximum extension in the knee joints when performing the squat exercise with a barbell on the shoulders by powerlifters of 12 years of age showed that when performing the exercise with 30% of the weight, the angle of the biolinks of the torso in relation to the horizontal was $137,1 \pm 3,64$, with 60% by weight is $120,5 \pm 3,45$, and with 90% – $109,2 \pm 3,67$. A significant difference in the result of unsuccessful technical performance was observed between the performance of the phase with 30% and 90% weight ($t_{1,3} = 5,40$; $p_{1,3} < 0,001$). In the last phase of fixation when performing the squat exercise with a barbell on the shoulders by 12-year-old powerlifters, significant mistakes were made in the execution technique. A significant difference in the obtained results was observed between the performance and the difference in the performance of the failed technical component of this phase with a weight of 30% and 90%; a very high significant difference in results was observed ($t_{1,3} = 4,68$; $p_{1,3} < 0,001$).

Постановка проблеми. Технічна складова виконання вправ у спорті особливо характеризується ефективністю й раціональністю використання атлетом своїх фізичних можливостей [8, с. 752]. Так, на ефективність правильного виконання вправ впливає стаж занять спортсмена.

Слід зазначити, що вплив технічної складової на змагальні показники не є однаковий у силових видах спорту [1, с. 59; 2, с. 81; 9, с. 98]. Пауерліфтинг не виражається варіативністю технічних дій атлета. Але під час виконання окремих змагальних вправ юні пауерліфтери мають відмінності в біомеханічній структурі руху штанги й окремих фазах вправи, адже всі антропометричні показники у спортсменів відрізняються. До того ж спортсмени на етапі початкової підготовки допускають помилки під час виконання змагальних вправ, але ці помилки в технічних діях не завжди впливають саме на спортивний результат. Саме це питання і змусило проаналізувати біомеханічну структуру рухів кутів нахилу тулуба щодо горизонталі в кожній фазі змагальної вправи присідання зі штангою на плечах [1, с. 59; 3, с. 98; 5, с. 332; 6, с. 86; 7, с. 86].

Дослідження змагальної вправи присідання зі штангою на плечах у пауерліфтингу освітлює найголовніші ключові аспекти техніки виконання цієї вправи – траєкторію руху штанги. Біомеханічна тривимірна картина руху суттєво впливає на результат, є складною узагальнюючою кривою. Ця біомеханічна крива штанги віддзеркалює взаємодію з безліччю чинників, які охоплюють зовнішні впливи (силу тяжіння, опір тертя, реакцію опори тощо) та внутрішні фактори (м'язові сили, координаційні вміння, фізіологічний стан атлета) [6, с. 86; 7, с. 86].

Ця біомеханічна взаємодія атлета зі штангою визначається індивідуальними особливостями кожного пауерліфтера, а також загальними біомеханічними принципами, які лежать в основі виконання цієї складної вправи. Розглядаючи форму траєкторії штанги, можна розрізняти не лише технічні особливості кожного атлета, а й універсальні біомеханічні закономірності, які допомагають оптимізувати техніку виконання змагальної вправи, [5, с. 332; 10, с. 1396; 13, с. 756]. Це розподілення дає змогу більш якісно та точно аналізувати рух в окремих фазових частин змагальної вправи.

На сьогодні проведено багато наукових досліджень, що стосуються техніки виконання змагальних вправ і технічних помилок в окремих фазових структурах руху в пауерліфтингу, але робіт, у яких детально проаналізовано біомеханічний аналіз елементів техніки фазової структури руху змагальних вправ, у науково-дослідних літературних джерелах освітлено в недостатній кількості. Відсутність наукового обґрунтування та впливу на змагальний результат технічних помилок пояснює актуальність нашого дослідження [1, с. 59; 3, с. 98; 4, с. 100; 5, с. 332; 6, с. 86; 7, с. 86; 11, с. 120].

Зв'язок із науковими програмами та темами. Проведення дослідження заплановано відповідно до наукових напрямів кафедри олімпійського та професійного спорту: «Перспективні напрями вдосконалення теоретичного та методичного забезпечення тренувальної діяльності у сучасному спорті» на 2020–2024 рр. (державний реєстраційний номер 0120U101061).

Мета дослідження – порівняльний біомеханічний аналіз фазової структури рухів змагальної вправи присідання зі штангою на плечах під час виконання юними пауерліфтерами 12 років.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження проводилося в місті Полтава в ДЮСШ «Полтава» та в місті Харків у ДЮСШ № 9, де брали участь 32 спортсмени етапу початкової підготовки другого року навчання віком 12 років у категорії до 55 кілограмів.

Під час виконання присідань зі штангою на плечах у пауерліфтингу найважливішим показником, що характеризує техніку виконання цієї змагальної вправи, є траєкторія руху штанги та нахили тулуба спортсменів. Траєкторія руху штанги по суті є узагальнюючою кривою, що відображає складну взаємодію комплексу чинників, які визначають рух спортсмена: зовнішніх (сила тяжіння, сила тертя, сила реакції опори тощо) і внутрішніх (м'язові й координаційні зусилля, морфофункціональний і психофізіологічний стан атлета, рівень його тренуваності і т. ін.). Із цієї причини можна говорити про те, що форма траєкторії руху штанги та тулуба спортсменів відображає як індивідуальні особливості техніки спортсмена, так і загальні біомеханічні принципи побудови цієї змагальної вправи [1, с. 59; 3, с. 98; 4, с. 100].

Для аналізу техніки присідань зі штангою на плечах була проведена відеозйомка виконання цієї вправи спортсменів початківців з різним навантаженням від максимуму. Відеозйомка проводилася відеокамерою, розташованою перпендикулярно напрямку грифа штанги. За такої зйомки основні кути між біоланок визначаються максимально достовірно. Кожен спортсмен виконував вправу присідання зі штангою на плечах протя-

гом 10 спроб. Для обробки вибиралася найкраща спроба із серії.

Обробка проводилася за допомогою програми Dartfish, у яку імпортувався відзнятий відеокліп. Вимірювалися кут нахили тулуба щодо горизонталі, які становили: 1-ша група – вага штанги 30 %; 2-га група – вага штанги – 60 %; 3-тя – вага штанги 90 %.

У дослідженні вимірювався кут нахилу тулуба щодо горизонталі під час виконання присідань зі штангою на плечах пауерліфтером 12 років з вагою 30 % (20 кг), 60 % (50 кг) і 90% (80 кг) від максимальної піднятої ваги штанги, а також час виконання кожної фази вправи. Бралися середньостатистичні дані 10 разів виконання з кожною вагою, що проводилися на фоні відновлення. Техніку виконання 12-річним пауерліфтером з різною вагою наведено на рис. 1, 2, 3.

Під час виконання юними пауерліфтерами 12 років змагальної вправи присідання зі штангою на плечах відбулася порівняльна технічна складова в різних відсоткових обтяженнях від повторного максимуму 30 % (20 кг), 60 % (50 кг) і 90 % (80 кг).

Тож під час виконання першої фази – «*стартове положення*» – були задіяні м'язові групи – довгі м'язи спини та м'язи стегна. Ця фаза мала за всіх відсоткових обтяжень 0 с на старті.

У другій фазі – «*безпосереднє виконання вправи*» – спортсменами було задіяно м'язові групи продовгуваті м'язи спини, чотириголового та двоголового м'яза стегна та м'язи гомілки. Час виконання атлетом у цій фазі становив: 30 % – 0,303 с, 60 % – 0,438 с та 90 % – 0,572 с (рис. 1, 2, 3).

Третя фаза – «*фаза вільного падіння*», під час її виконання були задіяні довгі м'язи спини, найширші м'язи спини, чотириголові та двоголові м'язи стегна, м'язи гомілки. Час виконання атлетом у цій фазі становив: 30 % – 0,842 с, 60 % – 1,011 с та 90 % – 1,111 с.

Під час виконання четвертої фази – «*вставання до максимального розгинання в колінних суглобах*» – були задіяні довгі м'язи спини, чотириголові та двоголові м'язи стегна. Час виконання атлетом у цій фазі становив: 30 % – 1,389 с, 60 % – 1,794 с та 90 % – 2,728 с.

Під час виконання останньої п'ятої фази – «*фіксація*» – були задіяні довгі м'язи спини, чотириголові м'язи стегна. Час виконання атлетом у цій фазі становив: 30 % – 1,718 с, 60 % – 2,123 с та 90 % – 2,964 с.

Проведене дослідження виконання вправи присідання зі штангою на плечах із різним відсотковим навантаженням від максимальної піднятої ваги 12-річними пауерліфтерами показало відмінності кутів біоланок нахилу тулуба щодо горизонталі. Так, у фазі «*стартове положення*»



№ фази	1	2	3	4	5
Час виконання фази, t, с	0	0,303	0,842	1,389	1,718

Рис. 1. Кінограма елементів техніки та часу виконання змагальної вправи присідання зі штангою на плечах, виконана юним пауерліфтером 12 років з обтяженням 30 % від максимальної піднятої ваги штанги: фаза 1 – стартове положення; фаза 2 – безпосереднє виконання вправи; 3 – фаза вільного падіння; фаза 4 – вставання до максимального розгинання в колінних суглобах; фаза 5 – фіксація



№ фази	1	2	3	4	5
Час виконання фази, t, с	0	0,438	1,011	1,794	2,123

Рис. 2. Кінограма елементів техніки та часу виконання змагальної вправи присідання зі штангою на плечах, виконана юним пауерліфтером 12 років з обтяженням 60 % від максимальної піднятої ваги штанги: фаза 1 – стартове положення; фаза 2 – безпосереднє виконання вправи; 3 – фаза вільного падіння; фаза 4 – вставання до максимального розгинання в колінних суглобах; фаза 5 – фіксація

з 30 % ваги кути становили $108,9 \pm 1,44^\circ$, з 60 % ваги – $110,9 \pm 1,31^\circ$, а з 90% - $116,1 \pm 1,51^\circ$. Достовірна різниця розходження технічних дій у цій фазі спостерігалася між виконанням з вагою 60 % та 90 % ($t_{2,3} = 2,34$; $p_{2,3} < 0,05$) та між виконанням з вагою 30 % та 60 % ($t_{1,2} = 2,32$; $p_{1,2} < 0,05$), а між виконанням з вагою 30 % та 90 % спостерігалася висока вірогідна різниця показників між технічними діями ($t_{1,3} = 5,19$; $p_{1,3} < 0,001$) (табл. 1).

У фазі «безпосереднє виконання вправи» з вагою 30 % кути становили $128,9 \pm 1,68^\circ$, з вагою 60 % – $132,1 \pm 1,95^\circ$, а з вагою 90 % – $140,7 \pm 1,69^\circ$. Достовірна різниця кутів нахилу тулуба спостерігалася між виконанням вправи з вагою 30 % та 60 % ($t_{1,2} = 2,33$; $p_{1,2} < 0,05$) і між виконанням

вправи з вагою 60 % та 90 % ($t_{2,3} = 2,56$; $p_{2,3} < 0,05$), а між виконанням з вагою 30 % та 90 % спостерігалася дуже висока достовірна різниця результатів ($t_{1,3} = 5,29$; $p_{1,3} < 0,001$) (табл. 1).

Під час виконання «фази вільного падіння» з вагою 30 % кути біоланок нахилу тулуба щодо горизонталі пауерліфтерів 12 років становили $149,7 \pm 2,21^\circ$, з вагою 60 % – $141,9 \pm 2,55^\circ$, а з вагою 90 % – $133,6 \pm 2,39^\circ$. Достовірна різниця результату спостерігалася між виконанням з вагою 30 % та 60 % ($t_{1,2} = 2,31$; $p_{1,2} < 0,05$) і між виконанням з вагою 60 % та 90 % ($t_{2,3} = 2,38$; $p_{2,3} < 0,05$), а між виконанням з вагою 30 % та 90 % спостерігалася висока достовірна різниця результатів ($t_{1,3} = 4,95$; $p_{1,3} < 0,001$) (табл. 1).



№ фази	1	2	3	4	5
Час виконання фази, t, с	0	0,572	1,111	2,728	2,964

Рис. 3. Кінограма елементів техніки та часу виконання змагальної вправи присідання зі штангою на плечах, виконана юним пауерліфтером 12 років з обтяженням 90 % від максимальної піднятої ваги штанги: фаза 1 – стартове положення; фаза 2 – безпосереднє виконання вправи; 3 – фаза вільного падіння; фаза 4 – вставання до максимального розгинання в колінних суглобах; фаза 5 – фіксація

Таблиця 1

Порівняльні зміни кутів біоланок нахилу тулуба щодо горизонталі з обтяженням 30 %, 60 % та 90 % від максимальної піднятої ваги штанги під час виконання юним пауерліфтером 12 років змагальної вправи присідання зі штангою на плечах ($n_1 - n_2 - n_3 = 32$)

№	Показники фаз рухів, (град)	Групи			Оцінка статистичної відмінності	
		Обтяження 30 %	Обтяження 60 %	Обтяження 90 %	t	p
		$\bar{X}_1 \pm m_1$	$\bar{X}_2 \pm m_2$	$\bar{X}_3 \pm m_3$		
1	Стартове положення	108,9 ± 1,44	110,9 ± 1,31	116,1 ± 1,51	$t_{1,2} = 2,32$ $t_{1,3} = 5,19$ $t_{2,3} = 2,34$	$p_{1,2} < 0,05$ $p_{1,3} < 0,001$ $p_{2,3} < 0,05$
2	Безпосереднє виконання вправи	128,9 ± 1,68	132,1 ± 1,95	140,7 ± 1,69	$t_{1,2} = 2,33$ $t_{1,3} = 5,29$ $t_{2,3} = 2,56$	$p_{1,2} < 0,05$ $p_{1,3} < 0,001$ $p_{2,3} < 0,05$
3	Фаза вільного падіння	149,7 ± 2,21	141,9 ± 2,55	133,6 ± 2,39	$t_{1,2} = 2,31$ $t_{1,3} = 4,95$ $t_{2,3} = 2,38$	$p_{1,2} < 0,05$ $p_{1,3} < 0,001$ $p_{2,3} < 0,05$
4	Вставання до максимального розгинання у колінних суглобах	137,1 ± 3,64	120,5 ± 3,45	109,2 ± 3,67	$t_{1,2} = 3,31$ $t_{1,3} = 5,40$ $t_{2,3} = 2,24$	$p_{1,2} < 0,01$ $p_{1,3} < 0,001$ $p_{2,3} < 0,05$
5	Фіксація	93,5 ± 1,90	99,9 ± 1,79	105,9 ± 1,85	$t_{1,2} = 2,45$ $t_{1,3} = 4,68$ $t_{2,3} = 2,33$	$p_{1,2} < 0,05$ $p_{1,3} < 0,001$ $p_{2,3} < 0,05$

Дослідження виконання фази вставання до максимального розгинання в колінних суглобах під час виконання вправи присідання зі штангою на плечах пауерліфтерами 12 років показало, що під час виконання вправи з вагою 30 % кут біоланок нахилу тулуба щодо горизонталі становив $137,1 \pm 3,64^\circ$, з вагою 60 % – $120,5 \pm 3,45^\circ$, а з вагою 90 % – $109,2 \pm 3,67^\circ$. Достовірна різниця результату спостерігалася між виконанням фази з вагою 30 % та 60 % ($t_{1,2} = 3,31$; $p_{1,2} < 0,01$), між виконанням з вагою 60 % та 90 % ($t_{2,3} = 2,24$;

$p_{2,3} < 0,05$) і між виконанням з вагою 30 % і 90 % ($t_{1,3} = 5,40$; $p_{1,3} < 0,001$) (табл. 1).

В останній фазі – фіксація – під час виконання вправи присідання зі штангою на плечах пауерліфтерами 12 років з вагою 30 % кути біоланок нахилу тулуба до щодо горизонталі становили $93,5 \pm 1,90^\circ$, з вагою 60 % кути становили $99,9 \pm 1,79^\circ$, а з вагою 90 % – $105,9 \pm 1,85^\circ$. Достовірна різниця отриманих результатів спостерігалася між виконанням та різницею у виконанні технічної складової цієї фази з вагою 30 %

та 60 % ($t_{1,2} = 2,45$; $p_{1,2} < 0,05$), між виконанням фази з вагою 60 % і 90 % ($t_{2,3} = 2,33$; $p_{2,3} < 0,05$), а між виконанням з вагою 30 % і 90 % спостерігалася дуже висока достовірна різниця результатів ($t_{1,3} = 4,68$; $p_{1,3} < 0,001$), (табл. 1).

Графічно можна відстежити кути нахилу тулуба щодо горизонталі під час виконання присідань зі штангою на плечах пауерліфтерами 12 років з вагою 30 % (20 кг), 60 % (50 кг) і 90 % (80 кг) на рисунку 4.

Отже, можна твердити, що у юних пауерліфтерів 12-річного віку під час аналізу тренувального процесу, що здійснювався за традиційною програмою дитячих спортивних шкіл, різниця між технічними складовими виконання вправи присідання зі штангою на плечах із різним обтяженням –30 %, 60 %, 90 % ваги від максимуму – дуже висока і має різницю у виконанні технічних дій спортсменів етапу початкової підготовки між фазами.

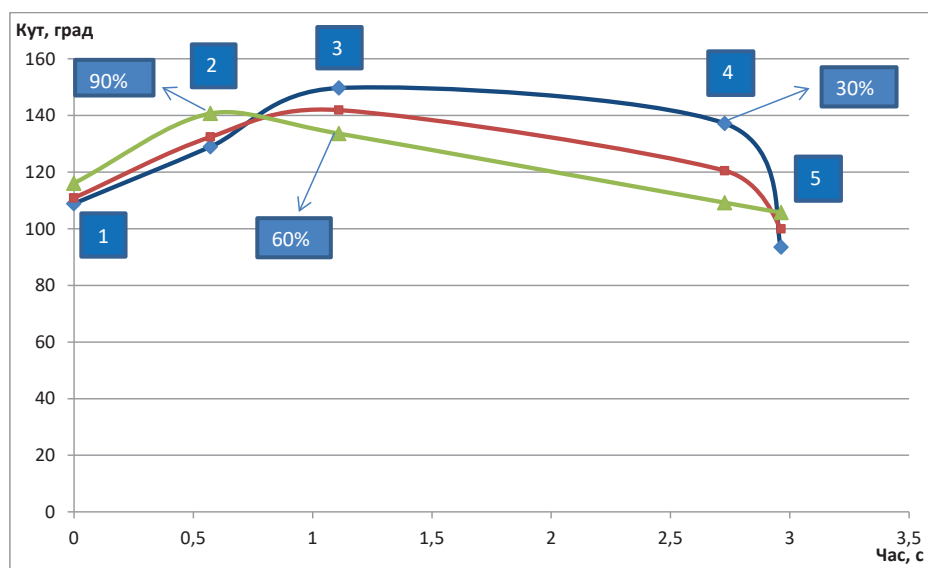


Рис. 4. Графік порівняння кутів біолонок нахилу тулуба щодо горизонталі з обтяженням 30 %, 60 % і 90 % від максимальної піднятої ваги штанги під час виконання юними пауерліфтерами 12 років змагальної вправи присідання зі штангою на плечах:

обтяження від максимального \blacklozenge – 30 %; \blacksquare – 60 %; \blacktriangle – 90 %. Фази: 1 – стартове положення; 2 – безпосереднє виконання вправи; 3 – вільного падіння; 4 – вставання до максимального розгинання у колінних суглобах; 5 – фіксація

Висновки. Проведений аналіз наукової літератури (Власко, Джим, 2023; Джим, Мулик, 2023; Джим, Канунова, 2022; Канунова, Плотников, Півень, (2020); Тихорський, 2019; Tykhorskyi, 2021; Podrihalo, Podrigalo, Bezkorovainyi, Halashko, Nikulin, Kadutskaya, [3; 4; 5; 9; 10; 11; 14]) підтвердив, що високий технічний розвиток позитивно впливає на освоєння спеціальної фізичної підготовленості, а отже, і на змагальний результат змагальної вправи присідання зі штангою на плечах загалом, що і було підтверджено нашими дослідженнями.

Проведене дослідження показників кута біолонок нахилу тулуба щодо горизонталі під час виконання вправи присідання зі штангою на плечах юними пауерліфтерами 12 років показало, що в кожній фазі були виявлені найбільш істотні достовірні показники виконання технічної складової змагальної вправи. Так, у першій фазі – *безпосереднє виконання вправи* – юні спортсмени

мали велике технічне розходження між вагою 30 % від максимальної піднятої ваги та 90 %, про що свідчить висока достовірна різниця результатів ($t_{1,3} = 5,29$; $p_{1,3} < 0,001$). Під час виконання другої фази – *безпосереднє виконання вправи* – юні пауерліфтери мали велику кількість помилок між виконанням з вагою 30 % і 90 % від максимуму ($t_{1,3} = 5,29$; $p_{1,3} < 0,001$). Під час виконання фази *вільного падіння* між виконанням з вагою 30 % і 90 % від максимально піднятої ваги у юних спортсменів спостерігалася висока достовірна різниця результатів технічного виконання ($t_{1,3} = 4,95$; $p_{1,3} < 0,001$). Дослідження виконання фази *вставання до максимального розгинання* в колінних суглобах під час виконання вправи з присідання зі штангою на плечах пауерліфтерами 12 років показало, що в разі виконання вправи з вагою 30 % кут біолонок нахилу тулуба щодо горизонталі становив $137,1 \pm 3,64^\circ$, з вагою 60 % – $120,5 \pm 3,45^\circ$, а з вагою 90 % – $109,2 \pm 3,67^\circ$. Достовірна різниця

результату невеликого технічного виконання спостерігалася між виконанням фази з вагою 30 % і 90 % ($t_{1,3} = 5,40$; $p_{1,3} < 0,001$). В останній фазі – фіксація – під час виконання вправи з присідання зі штангою на плечах пауерліфтерами 12 років були допущені суттєві помилки в техніці виконання. Достовірна різниця отриманих результатів спостерігалася між виконанням і різницею у виконанні невеликої технічної складової цієї фази з вагою 30 % і 90 %, і спостерігалася дуже висока достовірна різниця результатів ($t_{1,3} = 4,68$; $p_{1,3} < 0,001$).

Тож можна стверджувати, що проведене дослідження показників кута біоланок нахилу

тулуба щодо горизонталі під час виконання присідання зі штангою на плечах юними пауерліфтерами 12 років підтвердило, що існує суттєва різниця між технічними складовими виконання вправи в кожній фазі у спортсменів з різними обтяженнями від максимальної піднятої ваги, але особливі відмінності спостерігалися між виконанням з вагою 30 % і 90 % від максимуму.

Перспектива подальших наукових пошуків полягатиме в порівняльному біомеханічному аналізі елементів техніки змагальної вправи з присідання зі штангою на плечах під час виконання юними пауерліфтерами 16 років.

ЛІТЕРАТУРА

1. Джим В. Ю., Ленко 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. № 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).
2. Джим М. О., Півень О. Б., Джим В. Ю. Зміни антропометричних показників у кваліфікованих спортсменок – фітнес-моделей під впливом методики функціонального тренування протягом річного макроциклу. *Фізичне виховання та спорт*. Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2023. № 4. С. 81–89. <https://doi.org/10.26661/2663-5925-2023-4-10>.
3. 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. № 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).
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. № 4. С. 100–109. <https://doi.org/10.26661/2663-5925-2023-4-12>.
5. 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.
6. Півень О. Б., Дорофеева Т. І. Залежність спортивного результату від фізичного розвитку, морфофункціональної та спеціальної силової підготовленості важкоатлетів на етапі попередньої базової підготовки. *Слобожанський науково-спортивний вісник*. 2017. № 4 (60). С. 86–90.
7. Півень О. Б. Особливості навчально-тренувального процесу важкоатлетів 15–16 років в змагальному періоді річного макроциклу з використанням різних методів швидко-силової підготовки. *Науковий часопис національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 9. Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт)*. 2017. № 91. С. 86–90.
8. Платонов В. Н. Сучасна система спортивного тренування. Київ : Перша друкарня, 2020. 752 с.
9. Харланова М. О., Джим В. Ю., Канунова Л. В. Вплив занять функціонального тренування на прояв спеціальної фізичної підготовленості кваліфікованих спортсменок фітнес моделей протягом підготовчого періоду. *Науковий часопис національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 15. Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт)*. 2023. № 4 (163). С. 98–104. DOI: 10.31392/NPU-nc.series15.2023.04(163).34.
10. Antoniuk O., Pavlyuk Y., Pavlyuk O., Chopyk T. Types of weights trajectory in sntach used by female weightlifters of various build. *Journal of Physical Education and Sport*, 22 (6), 1396–1402. DOI: 10.7752/jpes.2022.06175.
11. Podrihalo O.O., Podrigalo L.V., Bezkorovainyi D.O., Halashko O.I., Nikulin I.N., Kadutskaya L.A., et al. The analysis of handgrip strength and somatotype features in arm wrestling athletes with different skill levels. *Physical education of students*, 24 (2), 2020. 120–126. <https://doi.org/10.15561/20755279.2020.0208>.

12. Tykhorsky O., Dzhym V., Galashko M., Dzhym E. Analysis of the morphological changes in beginning bodybuilders due to resistance training. *Journal of Physical Education and Sport (JPES)*, 18 Supplement, issue 1, Art 52, 2018, pp. 382–386. DOI: 10.7752/jpes.2018.s152.
13. Vidal Pérez D., Miguel Martínez-Sanz J.M., Ferriz-Valero A., Gómez-Vicente V., Ausó E. Relationship of limb lengths and body composition to lifting in weightlifting. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2021, 18 (2), 756; <https://doi.org/10.3390/ijerph18020756>.

REFERENCES

1. Dzhym, V.Y., Lenko, D. (2023). Udoshkonalennya spetsialnoyi fizychnoyi pidhotovky yunykhnauerlifteriv za dopomohoyu riznykh trenazhnykh prystroyiv 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]. *Naukovyy chasopys natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M.P. Drahomanova. Seriya 15. Naukovo-pedahohichni problemy fizychnoyi kultury (fyzichna kultura i sport)*, 6 (166), pp. 59–64. DOI: [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].
2. Dzhym, M.O., Piven, O.B., Dzhym, V.Y. (2023) Zminy antropometrychnykh pokaznykiv u kvalifikovanykh sport-smenok – fitnes modeley pid vplyvom metody funktsional'noho trenuvannya protyahom richnoho makrotsykladu [Changes in anthropometric indicators in qualified female athletes - fitness models under the influence of functional training methods during the annual macrocycle]. *Fyzichne vykhovannya ta sport*. Odesa: Helvetyka, (4), 81–89. <https://doi.org/10.26661/2663-5925-2023-4-10> [in Ukrainian].
3. Kanunov R.A., Piven O.B., Dzhym V. (2023). Analiz tekhnichnykh pomylkov pry vykonanni ryvka klasychnoho yunymy vazhkoatletamy na etapi poperedn'o-bazovoyi pidhotovky [Analysis of technical errors during the execution of the classical jerk by young weightlifters at the stage of preliminary basic training]. *Naukovyy chasopys natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M.P. Drahomanova. Seriya 15. Naukovo-pedahohichni problemy fizychnoyi kultury (fyzichna kultura i sport)*, 4 (163), pp. 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].
4. Kanunov, R.A., Dzhym, V.Y., Piven, O.B. (2023) Korelyatsiynyy vzayemozvyazok mizh osnovnyimi elementami tekhniki poshtovkhu klasychnoho ta morfolohichnyimi pokaznykamy i pokaznykamy fizychnoyi pidhotovky, shcho zabezpechuyut yikh vykonannya 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]. *Fyzichne vykhovannya ta sport*. Odesa: Helvetyka, (4), 100–109. <https://doi.org/10.26661/2663-5925-2023-4-12>
5. 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. [in Ukrainian].
6. Piven, O.B., Dorofeeva, T.I. (2017). Zaleznist sportyvnoho rezyltaty vid fizichnogo rozvytky, morfo-funktsionalnoi ta silovoi pidgotovlenosti vajkoatletiv na etapi poperednoi bazovoi pidgotovky [Dependence of sports results on physical development, morpho-functional and special strength training of weightlifters at the stage of preliminary basic training]. *Slobozhan scientific and sports bulletin*, no. 4 (60), pp. 86–90 [in Ukrainian].
7. Piven, O.B. (2017). Osoblyvosti navchalno-trenyvalnogo procesy vajkoatletiv 15–16 rokiv v zmagalnomy periodi richnogo makrocikly z vikoristanniam riznih metodiv shvidkisno-silovoi pidgotovky [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]. *Scientific journal of the National Pedagogical University named after M.P. Drahomanova*. Kyiv: Publishing House of the NPU named after M.P. Drahomanova. Issue 9(91), pp. 86–90 [in Ukrainian].
8. Platonov, V.N. (2020). Suchasna systema sportyvnoho trenuvannya. [Modern system of sports training]. Kyiv: Persha drukarnya, 2020. 752 p. [in Ukrainian].
9. Kharlanova, M.O., Dzhym, V.Y., Kanunova, L.V. (2023). Vplyv zanyat funktsionalnoho trenuvannya na proyav spetsialnoyi fizychnoyi pidgotovlenosti kvalifikovanykh sport-smenok fitnes modeley protyahom pidhotovchoho periodu [The effect of functional training classes on the manifestation of special physical preparedness of qualified female fitness models during the preparatory period.]. *Naukovyy chasopys natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M.P. Drahomanova. Seriya 15. Naukovo-pedahohichni problemy fizychnoyi kultury (fyzichna kultura i sport)*, 4 (163), pp. 98–104. DOI: 10.31392/NPU-nc.series15.2023.04(163).34 [in Ukrainian].
10. Antoniuk, O, Pavlyuk, Y, Pavlyuk, O, Chopyk, T. (2022). Types of weights trajectory in sntach used by female weightlifters of varius build. *Journal of Physical. Journal of Physical Education and Sport*, 22 (6), 1396–1402. DOI: 10.7752/jpes.2022.06175.

11. Podrihalo, O.O., Podrigalo, L.V., Bezkorovainyi, D.O., Halashko, O.I., Nikulin, I.N., Kadutskaya, L.A., et al. (2020). The analysis of handgrip strength and somatotype features in arm wrestling athletes with different skill levels. *Physical education of students*, 24 (2), 120–126. <https://doi.org/10.15561/20755279.2020.0208>.
12. Tykhorsky, O., Dzhym, V., Galashko, M., Dzhym, E. (2018). Analysis of the morphological changes in beginning bodybuilders due to resistance training. *Journal of Physical Education and Sport (JPES)*, 18 Supplement, issue 1, Art 52, pp. 382–386. DOI: 10.7752/jpes.2018.s152.
13. Vidal Pérez D., Miguel Martínez-Sanz J.M., Ferriz-Valero A., Gómez-Vicente V., Ausó E. (2021). Relationship of limb lengths and body composition to lifting in weightlifting. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 18 (2), 756. <https://DOI:10.3390/ijerph18020756>.