

БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДВИГАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЮНЫХ ТЯЖЕЛОАТЛЕТОВ 12-14 ЛЕТ

ӨТЕГЕНОВ Н.Ө. , КАЙНАЗАРОВ Н.Д. 

***Өтегенов Нұртас Өмірбайұлы** – Магистр, заведующий кафедры теории и методики физического воспитания, Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова, г. Ақтөбе, Қазақстан

E-mail: nurtas_29873@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4573-8984>

Кайназаров Нурканат Дулатович – Магистр, преподаватель кафедры теории и методики физического воспитания, Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова, г. Ақтөбе, Қазақстан

E-mail: nkainazarov@zhubanov.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0005-6820-758X>

Аннотация. В данной статье представлен детальный биомеханический анализ рывка штанги - одного из наиболее технически сложных соревновательных упражнений тяжелой атлетики. Исследование направлено на выявление ключевых кинематических и динамических параметров, определяющих эффективность и безопасность выполнения упражнения на различных уровнях спортивного мастерства.

В ходе работы рассмотрены основные фазы двигательного действия: стартовое положение, тяга, подрыв, уход под штангу и фиксация. Особое внимание уделено временному распределению между фазами, поскольку результаты исследования свидетельствуют о том, что существующая продолжительность отдельных этапов не обеспечивает оптимального ритма подъема снаряда. Нарушение межфазовых временных соотношений приводит к снижению мощности усилия в ключевые моменты подъема и повышает риск технических ошибок, что отрицательно сказывается на результативности соревновательного движения.

На основе анализа угловых параметров тела спортсмена установлено, что отклонение углов в коленном, тазобедренном и голеностопном суставах от биомеханически оптимальных значений существенно ограничивает возможность приложения максимального мышечного усилия. В связи с этим автор обосновывает необходимость целенаправленной коррекции угловых характеристик на каждой стадии подъема штанги с целью формирования наиболее выгодного положения опорно-двигательного аппарата.

Практическая значимость исследования состоит в том, что предложенные рекомендации могут быть непосредственно интегрированы в тренировочный процесс: корректировка временного ритма фаз и оптимизация суставных углов способны повысить техническую эффективность рывка, улучшить показатели результативности и снизить травматический риск. Полученные данные представляют интерес как для тренеров и спортсменов высокой квалификации, так и для специалистов в области спортивной биомеханики и физической подготовки.

Ключевые слова: юные тяжелоатлеты, рывок, мышцы, характеристики движения, биомеханика, техника.

Введение.

Спортивные таланты являются основой устойчивого развития соревновательного спорта [1, 55].

В настоящее время Китай является мировым лидером в тяжелой атлетике, и сохранение этого статуса зависит от подготовки спортивных кадров [2, 175]. Изучение технических особенностей движений молодых спортсменов имеет практическое и теоретическое значение для скорейшего освоения правильной техники [3, 194].

Материалы и методы исследования

В исследовании приняли участие восемь юных тяжелоатлетов в возрасте 12-14 лет. В экспериментальных условиях были засняты их движения при выполнении рывка с использованием трехмерной камеры и методов анализа. Получены данные о кинематике процесса рывка, проведена диагностика техники движений спортсменов, что может быть полезно для тренеров и атлетов.

Результаты и их обсуждение

В анализе движений юных тяжелоатлетов 12-14 лет используются такие параметры, как углы суставов, угловая скорость, хват и расстояние от стойки [4, 520]. Ниже приведены характеристики движений спортсменов на разных этапах.

Этап начальной позиции. Задача начальной позиции - подготовиться к подъему штанги,

обеспечив оптимальное положение всех частей тела для эффективного приложения усилий.

В подготовительной фазе углы трех суставов нижних конечностей напрямую влияют на технику последующих этапов. Если углы слишком малы, это снижает гибкость тела и затрудняет развитие усилий на следующем этапе. Из таблицы 1 видно, что в подготовительной фазе углы тазобедренного и голеностопного суставов у спортсменов часто слишком малы, а угол плеча - слишком велик. Это связано с необходимостью удерживать штангу близко к телу, что увеличивает рычаг сопротивления и затрудняет подъем. Рекомендуется минимизировать центр тяжести тела и поддерживать оптимальные углы суставов [5].

Таблица 1. Угол наклона части тела на подготовительном этапе

Спортсмены	Угол наклона бедра (°)	Угол наклона колена (°)	Угол наклона лодыжки (°)	Угол наклона плеча (°)	Углы сгиба локтя (°)	Расстояние захвата (мм)	Отход от позиции (мм)
1	33.924	41.985	67.668	55.34	166.854	792	359
2	30.771	45.753	72.564	68.048	174.832	781	430
3	38.048	61.513	86.001	68.947	172.965	836	479
4	39.997	59.92	72.957	66.178	174.025	803	426
5	35.001	67.195	88.501	66.543	178.258	865	411
6	36.211	55.893	78.298	75.152	165.381	772	451
7	39.546	56.371	71.127	69.018	175.948	869	417
8	25.546	63.255	83.887	65.214	161.349	849	539
Исходные значения	33.63~49.00	64.95~69.43	84.98~98.63	21.53~49.39	161.10~175.06	828~952	364~625

Что касается хвата, некоторые спортсмены используют узкий хват, что неэффективно. Широкий хват позволяет задействовать более крупные группы мышц и снижает высоту подъема штанги. Однако широкий хват требует большей силы хвата и гибкости запястий, что может быть причиной его редкого использования. Расстояние между стопами у всех восьми спортсменов находится в пределах нормы. Оптимальное расстояние позволяет максимально задействовать силу ног [6].

Этап подъема штанги до уровня колен. Основная задача этого этапа - поднять штангу до уровня колен с определенной скоростью, подготовившись к следующей фазе. Усилие создается за счет мышц-разгибателей и мышц таза. Из таблицы 2 видно, что вклад тазобедренного сустава в разгибание больше, чем коленного и голеностопного. Однако у некоторых спортсменов угол разгибания голеностопа превышает угол тазобедренного сустава, что неэффективно. Также на этом этапе не следует сгибать руки, чтобы не ограничивать работу крупных мышц.

Таблица 2. Стадия угол подъема ниже колена для обозначения различных аспектов единицы измерения физических характеристик (°)

Спортсмены	Угол разгибания бедра (°)	Угол разгибания колена (°)	Угол разгибания лодыжки (°)	Угол наклона плеча (°)	Углы сгиба локтя (°)
1	40.179	31.786	21.285	70.23	172.488
2	55.833	28.992	32.246	79.459	170.582
3	47.869	22.368	10.703	75.637	170.271
4	47.787	26.797	19.106	67.23	163.159
5	28.689	25.797	23.375	76.827	174.422
6	49.052	30.12	20.232	79.242	171.827
7	36.443	16.817	18.56	69.358	164.304
8	69.167	45.777	21.368	70.64	175.927
Исходные значения	44.7~71.2	28~65.5	10.2~22.7	23.69~48.88	160.36~174.08

Этап подъема штанги выше колен. На этом этапе штанга поднимается до верхней трети бедра. Угол колена уменьшается, а тазобедренного сустава - увеличивается, что

позволяет разогнуть корпус. Из таблицы 3 видно, что у четырех спортсменов время выполнения этапа превышает 0,2 секунды, тогда как у элитных атлетов оно составляет в среднем 0,14 секунды. Слишком долгое выполнение этапа нарушает координацию и снижает инерцию штанги. Также у некоторых спортсменов угол сгибания колена слишком мал или велик, что требует корректировки.

Таблица 3. Фаза подседа с указанием сгибания и разгибания коленного и тазобедренного суставов, а также изменений вертикальной скорости штанги

Спортсмены	Время (S)	Угол сгибания колена (°)	Угол разгибания бедра (°)	Вертикальная скорость штанги	
				Старт	Финиш
1	0.2	12.304	31.016	987	1198
2	0.16	1.459	44.059	895	1400
3	0.16	31.632	87.041	1159	1615
4	0.16	10.449	59.124	1174	1717
5	0.28	31.997	69.903	798	2479
6	0.24	6.985	59.197	787	1382
7	0.16	16.453	49.573	992	1074
8	0.2	5.393	53.425	1224	1477
Исходные значения	0.14	14.08	32.33		

Фаза усилия. Этот этап выполняется за очень короткое время и требует максимального усилия мышц для придания штанге ускорения. Из таблицы 4 видно, что у большинства спортсменов время выполнения соответствует норме, но углы разгибания суставов варьируются. Например, у трех спортсменов угол разгибания колена превышает 60°, что может быть связано с неправильным углом приложения усилия. Рекомендуется обратить внимание на оптимальные углы суставов во время тренировок.

Таблица 4. Усилие (нагрузка) на часть тела в диапазоне фазы разгибания

Спортсмены	Время (S)	Угол разгибания бедра (°)	угол разгибания колена (°)	угол разгибания лодыжки (°)	угол разгибания плеча (°)	Углы сгибания в локте (°)
1	0.16	68.129	67.059	37.245	6.757	22.674
2	0.24	48.416	61.092	16.587	12.037	18.392
3	0.16	61.993	25.104	11.911	6.007	7.203
4	0.2	37.458	23.094	24.281	13.897	29.316
5	0.16	63.255	53.326	44.635	12.11	7.384
6	0.16 1	32.57	24.565	47.132	19.021	7.82
7	0.2	51.401	49.484	46.415	14.125	5.747
8	0.14	18.291	42.37	24.059	12.043	15.936
Исх. значения	0.14~ 0.2	31.5~ 48.9	64.7~ 81.1	9.6 ~ 42		

Инерционный подъем. На этой стадии корпус начинает опускаться, а штанга продолжает подниматься благодаря инерционному движению. Из таблицы 5 видно, что у всех спортсменов угол разгибания плеча находится в пределах нормы, но у четырех спортсменов недостаточно развито сгибание локтя, что требует дополнительной тренировки.

Таблица 5. Инерционный подъем плеча, единица измерения угла поворота локтя: (°)

Спортсмены	Угол разгибания плеча (°)	Углы сгибания в локте (°)
1	58.207	12.185
2	79.993	59.375
3	59.009	22.079
4	42.035	11.525
5	47.847	36.296
6	71	27.526
7	70.392	10.155
8	51.11	15.952

Заключение

Проведённый анализ биомеханических характеристик техники рывка показал, что распределение времени по отдельным фазам движения у юных тяжелоатлетов характеризуется вариативностью и в ряде случаев не соответствует рациональной структуре соревновательного упражнения. Нарушение оптимального временного соотношения между этапами тяги, подрыва и фиксации штанги приводит к снижению эффективности передачи усилия, ухудшению ритмо-темповой организации движения и повышению вероятности технических ошибок при выполнении подъёма.

Установлено, что одним из ключевых факторов повышения эффективности техники является формирование устойчивого двигательного ритма, обеспечивающего согласованность работы мышечных групп и последовательную реализацию усилия на всех этапах рывка. В этой связи в тренировочном процессе целесообразно акцентировать внимание не только на силовой подготовке спортсменов, но и на развитии осознанного контроля двигательных действий, направленного на совершенствование межмышечной координации и стабильности техники.

Результаты исследования также свидетельствуют о значимой роли угловых характеристик суставов в момент приложения максимального усилия. Изменение углов в коленных, тазобедренных и голеностопных суставах оказывает непосредственное влияние на кинематическую структуру движения, траекторию перемещения штанги и величину реализуемой мощности. Вследствие этого индивидуализация технической подготовки должна включать поиск оптимальных суставных положений с учётом антропометрических особенностей, уровня квалификации и функционального состояния юных тяжелоатлетов.

Практическая значимость исследования заключается в возможности использования полученных данных при разработке программ технической подготовки тяжелоатлетов различной квалификации. Рекомендуются внедрение средств биомеханического анализа, видеорегистрации и обратной связи для объективного контроля ритма движения и параметров суставной кинематики. Это позволит своевременно корректировать технику выполнения рывка, повышать эффективность соревновательной деятельности и снижать риск перегрузочных повреждений опорно-двигательного аппарата.

Список литературы

1. Воронович Ю. В. Биомеханический анализ техники рывка в тяжелой атлетике: дис. ... магистра пед. наук / Ю. В. Воронович. – Могилев, 2011. – 60 с.
2. Жеков И. П. Биомеханика тяжелоатлетических упражнений / И. П. Жеков. – Москва: Физкультура и спорт, 2012. – 188 с.
3. Зациорский В. М. Физические качества спортсмена: основы теории и методики воспитания / В. М. Зациорский. – Москва: Советский спорт, 2009. – 200 с.
4. Дворкин Л. С. Тяжелая атлетика: учебник для вузов / Л. С. Дворкин, А. П. Слободян. – Москва: Советский спорт, 2005. – 600 с.
5. Сивохин И. П. Биомеханическая характеристика техники классических упражнений элитных тяжелоатлетов в условиях соревнования / И. П. Сивохин, В. Ф. Скотников, М. С. Хлыстов, С. К. Мустафин, В. В. Пак // Олимпийский спорт и спорт для всех: материалы XVIII Междунар. науч. конгресса, посвященного Всемирной зимней универсиаде 2017 года (1–4 октября 2014 г., Алматы). – Алматы: КазАСТ, 2014. – Т. 2. – С. 435–438.
6. Шалманов А. А. Кинематика и динамика движения штанги у тяжелоатлетов высокой квалификации в условиях соревнований / А. А. Шалманов, В. Ф. Скотников, А. В. Панин // Олимп. – 2012. – № 2–3. – С. 27–31.

References

1. Voronovich YU. V. Biomekhanicheskij analiz tekhniki ryvka v tyazhelej atletike: dis. ... magistra ped. nauk / YU. V. Voronovich. – Mogilev, 2011. – 60 s.
2. ZHekov I. P. Biomekhanika tyazheloatleticheskikh uprazhnenij / I. P. ZHekov. – Moskva:

Fizkul'tura i sport, 2012. – 188 s.

3. Zaciorskij V. M. Fizicheskie kachestva sportsmena: osnovy teorii i metodiki vospitaniya / V. M. Zaciorskij. – Moskva: Sovetskij sport, 2009. – 200 s.

4. Dvorkin L. S. Tyazhelaya atletika: uchebnik dlya vuzov / L. S. Dvorkin, A. P. Slobodyan. – Moskva: Sovetskij sport, 2005. – 600 s.

5. Sivohin I. P. Biomekhanicheskaya harakteristika tekhniki klassicheskikh uprazhnenij elitnyh tyazheloatletov v usloviyah sorevnovaniya / I. P. Sivohin, V. F. Skotnikov, M. S. Hlystov, S. K. Mustafin, V. V. Pak // Olimpijskij sport i sport dlya vsekh: materialy XVIII Mezhdunar. nauch. kongressa, posvyashchennogo Vsemirnoj zimnej universiade 2017 goda (1–4 oktyabrya 2014 g., Almaty). – Almaty: KazAST, 2014. – T. 2. – S. 435–438.

6. SHalmanov A. A. Kinematika i dinamika dvizheniya shtangi u tyazheloatletov vysokoj kvalifikacii v usloviyah sorevnovaniy / A. A. SHalmanov, V. F. Skotnikov, A. V. Panin // Olimp. – 2012. – № 2–3. – S. 27–31.

12-14 ЖАС АРАЛЫҒЫНДАҒЫ ЖАС АУЫР АТЛЕТШІЛЕРДІҢ ҚОЗҒАЛЫС ӘРЕКЕТІНІҢ БИОМЕХАНИКАЛЫҚ ТАЛДАУЫ

ӨТЕГЕНОВ Н.Ө.^{*id}, КАЙНАЗАРОВ Н.Д.^{id}

***Өтегенов Нұртас Өмірбайұлы** – Магистр, дене тәрбиесі теориясы мен әдістемесі кафедрасының меңгерушісі, Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе қ., Қазақстан
E-mail: nurtas_29873@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4573-8984>

Кайназаров Нурканат Дулатович – Магистр, дене тәрбиесі теориясы мен әдістемесі кафедрасының оқытушысы, Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе қ., Қазақстан
E-mail: nkainazarov@zhubanov.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0005-6820-758X>

Андатпа. Бұл мақалада ауыр атлетикадағы техникалық тұрғыдан ең күрделі жарыс жаттығуларының бірі болып саналатын штанганы жұлқа көтерудің егжей-тегжейлі биомеханикалық талдауы ұсынылған. Зерттеу әртүрлі спорттық шеберлік деңгейлерінде жаттығуды орындаудың тиімділігі мен қауіпсіздігін анықтайтын негізгі кинематикалық және динамикалық параметрлерді айқындауға бағытталған.

Жұмыс барысында қимыл әрекетінің негізгі кезеңдері қарастырылды: бастапқы қалып, тарту, серпу, штанга астына ену және бекіту фазалары. Фазалар арасындағы уақыттық бөлініске ерекше назар аударылды, себебі зерттеу нәтижелері қозғалыс кезеңдерінің қазіргі ұзақтығы снарядты көтерудің оңтайлы ырғағын қамтамасыз етпейтінін көрсетті. Фазааралық уақыттық арақатынастардың бұзылуы көтерудің шешуші сәттерінде күш қуатының төмендеуіне және техникалық қателіктер қаупінің артуына алып келеді, бұл жарыс қимылының нәтижелілігіне теріс әсер етеді.

Спортшы денесінің бұрыштық параметрлерін талдау негізінде тізе, жамбас және тобық буындарындағы бұрыштардың биомеханикалық тұрғыдан оңтайлы мәндерден ауытқуы максималды бұлшықет күшін қолдану мүмкіндігін едәуір шектейтіні анықталды. Осыған байланысты автор штанганы көтерудің әр кезеңінде бұрыштық сипаттамаларды мақсатты түрде түзету қажеттілігін негіздейді. Бұл тірек-қимыл аппаратының ең тиімді қалпын қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Зерттеудің практикалық маңыздылығы ұсынылған ұсынымдардың жаттығу үдерісіне тікелей енгізілу мүмкіндігімен айқындалады: фазалардың уақыттық ырғағын түзету және буын бұрыштарын оңтайландыру жұлқа көтеру техникасының тиімділігін арттыруға, нәтижелілік көрсеткіштерін жақсартуға және жарақат алу қаупін төмендетуге ықпал етеді. Алынған деректер жоғары білікті жаттықтырушылар мен спортшылар үшін, сондай-ақ спорттық биомеханика және дене дайындығы саласындағы мамандар үшін ғылыми және практикалық қызығушылық тудырады.

Түйін сөздер: жас ауыр атлеттер, жұлқа көтеру, бұлшықет, қозғалыс сипаттамалары, биомеханика, техника.

BIOMECHANICAL ANALYSIS OF THE MOTOR ACTIVITY OF YOUNG WEIGHTLIFTERS AGED 12-14 YEARS

OTEGENOV N.O.^{*id}, KAINAZAROV N.D.^{id}

***Otegenov Nurtas Omirbayuly** – Master, head of the department of theory and methods of physical education, K. Zhubanov Aktobe regional university, Aktobe, Kazakhstan

Abstract. This article presents a detailed biomechanical analysis of the snatch lift, one of the most technically complex competitive exercises in weightlifting. The study aims to identify the key kinematic and dynamic parameters that determine the efficiency and safety of exercise performance at different levels of athletic mastery.

The research examines the main phases of the motor action, including the starting position, pull, explosion phase, drop under the barbell, and fixation. Particular attention is paid to the temporal distribution between phases, since the findings indicate that the existing duration of certain stages does not ensure an optimal rhythm of the lift. Disturbances in interphase temporal relationships reduce force output during critical moments of the lift and increase the likelihood of technical errors, thereby negatively affecting competitive performance.

Based on the analysis of the athlete's body angular parameters, it was established that deviations in the knee, hip, and ankle joint angles from biomechanically optimal values significantly limit the ability to generate maximal muscular force. In this regard, the author substantiates the necessity of purposeful correction of angular characteristics at each stage of the barbell lift in order to create the most advantageous musculoskeletal position.

The practical significance of the study lies in the possibility of directly integrating the proposed recommendations into the training process. Adjustment of the temporal rhythm of movement phases and optimization of joint angles can improve the technical efficiency of the snatch, enhance performance outcomes, and reduce the risk of injuries. The obtained data may be of interest to coaches, elite athletes, and specialists in the fields of sports biomechanics and physical conditioning.

Key words: young weightlifters, snatch, muscles, movement characteristics, biomechanics, technique.