

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УСТРОЙСТВ С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИКИ РЫВКА ШТАНГИ У ТЯЖЕЛОАТЛЕТОВ ТРЕНИРОВОЧНЫХ ГРУПП

**М.В. ШАИНОВА, А.И. ПОГРЕБНОЙ,
А.П. ОСТРИКОВ,
ФГБОУ ВО КГУФКСТ, г. Краснодар,
Краснодарский край, Россия**

Аннотация

Изучены возможности использования устройств с обратной связью для совершенствования техники рывка у тяжелоатлетов тренировочных групп на основе результатов компьютерного видеоанализа и тензометрии. Установлено, что использование устройств с обратной связью в тренировочном процессе тяжелоатлетов позволяет вносить необходимые корректировки в кинематические и динамические параметры движений. Экспериментальная проверка эффективности упражнений с применением устройств с обратной связью показала преимущество спортсменов экспериментальной группы по сравнению с контрольной по 10 параметрам технической подготовленности из 13.

Ключевые слова: тяжелая атлетика, тренировочные группы, биомеханические параметры, рывок, видеоанализ, тензометрия, устройства с обратной связью.

THE POSSIBILITY OF USING FEEDBACK DEVICES TO IMPROVE THE TECHNIQUE OF LIFTING THE BARBELL FOR WEIGHTLIFTERS OF TRAINING GROUPS

**M.V. SHAINOVA, A.I. POGREBNOY,
A.P. OSTRIKOV,
FSBEI HE KSUPEST, Krasnodar city,
Krasnodarskiy kray, Russia**

Abstract

The article presents the results of studying the possibilities of using feedback devices in weightlifters of training groups, based on the results of computer video analysis and tensometry. It is established that the use of feedback devices in the training process of weightlifters allows making the necessary adjustments to the kinematic and dynamic parameters of movements. An experimental test of the effectiveness of exercises using feedback devices showed the advantage of athletes in the experimental group compared with the control group in 10 parameters of technical readiness out of 13.

Keywords: weightlifting, training groups, biomechanical parameters, jerk, video analysis, tensometry, feedback devices.

Введение

Как известно, рост спортивного мастерства происходит за счет совершенствования прежде всего физической и технической подготовленности [1, 2, 4]. Однако зачастую, несмотря на растущие силовые показатели тяжелоатлета, результаты в классических упражнениях остаются на прежнем уровне. Причиной этого часто является несовершенная техническая подготовленность спортсмена, что до настоящего времени остается значительной проблемой в тяжелой атлетике. Это актуально не только на начальном этапе подготовки, когда закладывается основа техники упражнения, но и на тренировочном этапе, когда решается задача совершенствования сформированного навыка. Для решения этой проблемы необходим поиск различных путей совершенство-

вания техники выполнения соревновательных упражнений.

В процессе оценки техники рывка принято выделять три периода и шесть фаз [6]. Рациональная техника классического рывка содержит в себе определенные количественные показатели: вертикальных и горизонтальных составляющих в траектории движения штанги; ее скорости в разных фазах рывка; перемещения звеньев тела спортсмена, в частности, показатели углов в тазобедренных и коленных суставах в граничные моменты фаз [7, 9]. Известно, что эффективность тренировочного процесса повышается, если совершенствование техники упражнений опирается на инструментальные методы анализа и контроля движений. При этом использование



устройств биологической обратной связи даёт возможность оценивать действия спортсмена непосредственно в ходе выполнения упражнения [5, 8, 10]. Применение таких устройств позволяет спортсмену и тренеру получать информацию о качестве выполнения упражнений и незамедлительно вносить необходимую коррекцию.

Цель исследования: изучить возможности совершенствования техники рывка штанги с применением устройств обратной связи у спортсменов тренировочных групп.

Методы и организация исследования

Исследование проходило в подготовительном периоде годичного цикла в течение 6 месяцев на базе ГБУ КК «ЦОП по тяжелой атлетике» и в лаборатории анализа двигательных действий НИИ КГУФКСТ. Всего в исследовании приняли участие 34 тяжелоатлета тренировочных групп в возрасте 14–15 лет, весовых категорий до 67 кг, мезоморфного типа телосложения. Спортсмены имели 1 спортивный разряд и были разделены на экспериментальную (ЭГ) и контрольную (КГ) группы в количестве 19 и 15 чел. соответственно. Для регистрации и анализа движений применялся компьютерный видеонализ с программным обеспечением Kinovea. Анализировался удачный подъем штанги в рывке на максимальном весе. В разных фазах рывка рассматривались: траектория движения снаряда, показатели суставных углов между звеньями тела атлета, высота подъема и скорость перемещения штанги. Точность измерений данным методом достигалась за счет использования эталонного тест-объекта, обеспечивающего привязку до 24 измерительных точек к видеосъемке. Данная методика широко известна, используется в различных инструментальных системах измерений и обеспечивает точность до 3 мм. Измерение скорости происходило аналитическим методом (рассчитывались по элементам движения согласно видеосъемке). При работе с Kinovea использовалась синхронизированная видеосъемка камерой Baumer с частотой 240 кадров/с. Для регистрации усилия, развиваемого спортсменом при выполнении соревновательных и вспомогательных упражнений, а также для регистрации силы отталкивания в прыжках в высоту с места применялся метод тензодинамометрии. При этом использовалась тензоплатформа Bertec 120×60 см. Результаты исследования обрабатывались методами математической статистики.

Для коррекции траектории движения штанги у спортсменов ЭГ использовались управляемые лазерные створы из комплекта системы Smart Speed (Fusion Sport, Австралия). Створы устройства настраивались на допустимые пределы в траектории штанги и сигнализировали при пересечении луча штангой. Высота подъема и скорость движения штанги в разных фазах рывка определялась с помощью ультразвукового датчика и компьютерной программы собственной разработки [3]. Малогабаритный датчик закреплялся на грифе штанги. Данные о высоте и скорости подъема мгновенно отображались на компьютере с предоставлением наглядной информации спортсмену.

Результаты исследования и их обсуждение

В рамках проведенных нами ранее исследований было установлено, что успешный подъем штанги предельного веса возможен лишь при оптимальной траектории движения штанги, особенно во второй фазе рывка: штанга должна приближаться к спортсмену в среднем на 4,8 см [10]. Обнаружена корреляционная связь между горизонтальным смещением грифа и величинами угла в коленных суставах: чем больше угол в коленных суставах, тем сильнее горизонтальное смещение штанги к спортсмену. Для рациональной техники рывка в фазе финального разгона углы в коленных и тазобедренных суставах должны стремиться к максимальному выпрямлению. Анализ усредненных значений силовой составляющей в фазах предварительного и финального разгонов показал, что для оптимальной техники наибольший акцент усилий должен приходиться на фазу финального разгона. При этом важно рациональное распределение скорости на протяжении всего движения: в фазе предварительного разгона – 1,5 м/с, в фазе финального разгона – 1,9 м/с.

В целях настоящего исследования спортсмены КГ занимались по общепринятой методике. Совершенствование технической подготовленности тяжелоатлетов ЭГ производилось на основе оперативного получения информации о движениях спортсмена непосредственно во время тренировок.

В процессе выполнения упражнений, направленных на коррекцию горизонтального смещения штанги в фазах предварительного и финального разгона, у спортсменов ЭГ использовались лазерные створы из комплекта системы Smart Speed. В случае ошибки, когда штанга смещалась вперед в фазе предварительного разгона или выходила за допустимые пределы в фазе финального разгона, луч лазерной системы пересекался штангой и загорался красный сигнал на створе. Такой подход позволял сформировать биологическую обратную связь и выработать у спортсмена мышечную память, позволяющую сохранять оптимальную траекторию.

Для рационального распределения скорости и максимальных усилий в фазах предварительного и финального разгона использовались упражнения «Тяга на высоту», а также «Тяга и рывок с намеренно замедленным подъемом до колен». Максимальная высота подъема штанги и скорость ее движения в разных фазах рывка определялись с помощью ультразвукового датчика, компьютерной программы собственной разработки и мгновенно отображались на мониторе компьютера с предоставлением наглядной информации спортсмену.

Динамика изменения биомеханических параметров техники рывка на максимальном весе в группах за исследуемый период представлена в табл. 1.

Как видно из таблицы, исходный уровень показателей спортсменов ЭГ и КГ не различался, т.е. группы были идентичными. В конце исследования у спортсменов ЭГ результат в рывке увеличился в среднем на 9,5 кг, в КГ прирост в рывке составил в среднем 5,5 кг. В результате тренировок с применением метода биологической обратной связи у спортсменов ЭГ траектория движения штанги в фазе предварительного разгона приобрела более рациональный характер, заключающийся в увеличении горизонтального смещения штанги к спортсмену (A1).



Таблица 1

**Динамика изменения биомеханических параметров техники рывка
у тяжелоатлетов экспериментальной и контрольной групп**

Упражнения, параметры	Начало периода совершенствования			Окончание периода совершенствования		
	X _{ср.} ± σ					
	ЭГ	КГ	t-критерий Стьюдента. P > 0,05	ЭГ	КГ	t-критерий Стьюдента; P
Рывок классический (кг)	65,3 ± 3	65,6 ± 3	0,49	74,8 ± 3	71,1 ± 2,5	2,35; < 0,05
Приседания на плечах (кг)	106,5 ± 2,5	108,6 ± 2	0,56	116,0 ± 5,5	115,5 ± 3,5	3,21; < 0,05
Прыжок в высоту (см)	40,3 ± 2,0	40,1 ± 2,3	0,62	41,7 ± 1,0	41,8 ± 2,2	0,05; > 0,05
Швунг рывковым хватом в сед (кг)	67,5 ± 3,8	65,5 ± 3,7	0,76	76,3 ± 2,3	70,2 ± 3,4	2,91; < 0,05
Отжимания (кол-во за один подход)	40,2 ± 4,4	41,5 ± 5,5	0,28	45,1 ± 5,0	46,3 ± 6,0	1,41; > 0,05
Рост (см)	173,6 ± 4,1	173,5 ± 3,7	0,10	174,2 ± 1,7	174,5 ± 3,1	0,55; > 0,05
Мышечная масса (кг)	32,5 ± 4,2	32,7 ± 3,2	0,75	32,8 ± 3,7	32,9 ± 3,8	0,87; > 0,05
Содержание жира (%)	15,6 ± 2,8	14,1 ± 3,5	0,59	15,5 ± 2,3	14,3 ± 2,2	0,97; > 0,05
ИМТ (кг/м ²)	22,6 ± 1,3	22,1 ± 0,9	0,72	22,38 ± 0,9	22,2 ± 0,5	1,21; > 0,05
A1 (см)	2,7 ± 2,7	2,5 ± 1,9	0,52	4,5 ± 0,3	2,3 ± 1,7	3,07; < 0,05
A2 (см)	4,8 ± 1,5	4,8 ± 1,9	0,17	4,2 ± 1,1	5,0 ± 1,7	3,21; < 0,05
A3 (см)	3,9 ± 1,5	4,1 ± 1,3	0,22	3,9 ± 0,9	5,5 ± 1,7	3,78; < 0,05
B1 (см)	140,6 ± 5,3	139,7 ± 3,2	0,61	131,2 ± 1,3	138,6 ± 2,8	5,89; < 0,05
B2 (см)	14,2 ± 1,4	14,9 ± 0,6	1,70	11,3 ± 1,3	14,7 ± 2,4	8,23; < 0,05
V1 (м/с)	1,51 ± 0,02	1,52 ± 0,05	0,71	1,45 ± 0,05	1,51 ± 0,06	2,11; < 0,05
V2 (м/с)	1,81 ± 0,06	1,79 ± 0,05	0,64	2,08 ± 0,05	1,83 ± 0,05	3,98; < 0,05
Yt1 (°)	69,7 ± 3,3	72,5 ± 2,7	3,26 *	71,5 ± 1,4	72,1 ± 1,0	1,16; > 0,05
Yt2 (°)	157,3 ± 2,9	158,5 ± 3,5	0,47	169,4 ± 3,5	158,0 ± 2,8	8,16; < 0,05
Yk1 (°)	132,2 ± 2,4	130,1 ± 3,5	1,54	132,9 ± 2,1	132,4 ± 3,2	0,17; > 0,05
Yk2 (°)	147,2 ± 3,5	141,1 ± 3,4	0,53	151,9 ± 1,8	141,2 ± 3,7	5,91; < 0,05
F1 (% от поднимаемого веса)	145,0 ± 5,5	140,5 ± 5,9	1,09	150,0 ± 2,5	145,5 ± 4,5	1,05; > 0,05
F2 (% от поднимаемого веса)	160,5 ± 4,9	162,3 ± 5,2	0,43	185,3 ± 3,5	163,0 ± 3,2	6,54; < 0,05

* – P < 0,05.

Обозначения:

A1 – горизонтальное смещение штанги в фазе предварительного разгона.

A2 – горизонтальное смещение штанги в фазе финального разгона.

A3 – горизонтальное смещение штанги от вертикали точки старта до точки фиксации в подседе.

B1 – высота подъёма штанги.

B2 – высота опускания штанги во время подседа.

V1 – максимальная скорость в фазе предварительного разгона.

V2 – максимальная скорость в фазе финального разгона.

Yt1 – угол в тазобедренном суставе в фазе предварительного разгона.

Yt2 – угол в тазобедренном суставе в фазе финального разгона.

Yk1 – угол в коленном суставе в фазе предварительного разгона.

Yk2 – угол в коленном суставе в фазе финального разгона.

F1 – максимальные усилия в фазе предварительного разгона.

F2 – максимальные усилия в фазе финального разгона.

Согласно литературным данным, у тяжелоатлетов высокого класса эти показатели варьируются от 5 до 10 см [7]. Изменение горизонтального смещения в фазе предварительного разгона за исследуемый период у спортсменов ЭГ составило 42%. В КГ этот показатель не изменился.

Горизонтальное смещение штанги в фазе финального разгона (A2) в ЭГ уменьшилось на 12%, а значит, штанга после подрыва сразу устремлялась вверх, тем самым исключалась распространенная ошибка «отбивание штанги в фазе финального разгона». В КГ этот показатель, наоборот, увеличился на 4%. Возможно, по этой причине



в КГ увеличилось на 25% горизонтальное смещение штанги от вертикали, проведенной из стартовой позиции до точки фиксации в подседе (А3), что является большой проблемой при фиксации и основной причиной падения штанги назад [8].

Высота подъема штанги (В1) у спортсменов ЭГ уменьшилась на 6%, что говорит о более оптимальном выполнении рывка [8, 9]. В КГ это изменение составило всего 1%.

У спортсменов ЭГ максимальная скорость штанги в фазе финального разгона (V2) увеличилась на 13%, при этом увеличились углы в коленных и тазобедренных суставах в фазе финального разгона ($Yk2$, $Yt2$) на 7 и 3% соответственно, что очень важно для выполнения быстрого подъема и последующего подседа под штангу [9]. В КГ эти показатели практически не изменились.

Заключение

Использование устройств с обратной связью в тренировочном процессе тяжелоатлетов позволяет вносить необходимые корректировки в кинематические и динамические параметры движений. Экспериментальная провер-

В фазе финального разгона максимальное усилие на опору (F2) у спортсменов ЭГ в среднем составило 185% от поднимаемого веса. Эти значения приближаются к модельным характеристикам спортсменов высокого класса, у которых усилие возрастает до 200% [8].

Подтверждением эффективности предложенного подхода является более высокий результат в рывке у спортсменов ЭГ (увеличился на 12%, у спортсменов КГ – только на 4%). Учитывая, что в течение эксперимента в основном не произошло достоверных изменений в показателях физической подготовленности и процентного содержания мышечной массы, больший прирост спортивного результата в ЭГ можно объяснить улучшением технической подготовленности.

ка эффективности упражнений с применением устройств с обратной связью показала преимущество спортсменов экспериментальной группы по сравнению с контрольной по 10 (из 13) параметрам технической подготовленности.

Литература

1. *Иссурин, В.Б.* Подготовка спортсменов XXI века: научные основы и построение тренировки / В.Б. Иссурин. – М.: Спорт, 2016. – 464 с.

2. *Орлов, А.А.* Оптимизация соотношений нагрузок по технической и силовой подготовке в тренировочном процессе юных тяжелоатлетов / А.А. Орлов, В.А. Понамарев // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2007. – № 6. – С. 212–214.

3. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2023664705, 06.07.2023 / Программа измерения высоты подъема и скорости движения штанги / А.П. Остриков, М.В. Шаинова. Заявка № 2023663517 от 28.06.2023.

4. *Платонов, В.Н.* Основы подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Настольная книга тренеров / В.Н. Платонов. – Киев: Олимпийская литература, 2021. – Т. 1. – 592 с.

5. *Чарыкова, И.А.* Аналитический обзор зарубежных научных публикаций на тему применения БОС в спорте / И.А. Чарыкова, А.Г. Рамза, Я.Л. Сороколит // Прикладная спортивная наука. – 2017. – № 2 (6). – С. 105–116.

6. *Фролов, В.И.* Оптимальная фазовая структура выполнения рывка тяжелоатлетами высокой квалификации / В.И. Фролов // Тяжелая атлетика: ежегодник. – М: Физкультура и спорт, 1977. – С. 52–56.

7. *Хасин, Л.А.* Биомеханический анализ техники выполнения рывка современными тяжелоатлетами высокой квалификации с использованием скоростной видеосъемки и математического моделирования / Л.А. Хасин // Вестник спортивной науки. – 2017. – № 5. – С. 22–26.

8. *Шаинова, М.В.* Использование биологической обратной связи для совершенствования техники рывка у тяжелоатлетов тренировочных групп / М.В. Шаинова, А.И. Погребной, А.П. Остриков // Сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Подготовка высококвалифицированных спортсменов-тяжелотлетов на современном этапе». – М., 2023. – С. 284–290.

9. *Шаинова, М.В.* Оценка качества выполнения рывка тяжелоатлетами тренировочных групп на основе биомеханического анализа / М.В. Шаинова, А.И. Погребной, А.П. Остриков // Физическая культура, спорт, наука и практика: научно-методический журнал. – 2022. – № 1. – С. 46–52.

10. *Blumenstein, B.* Biofeedback applications in sport and exercise: Research findings. In B. Blumenstein, M. Bar-Eli, & G. Tenenbaum (Eds.), *Brain and body in sport and exercise: Biofeedback applications in performance enhancement*, 2002. – pp. 37–54.

References

1. Issurin, V.B. (2016), *Preparation of athletes of the XXI century: scientific foundations and construction of training*, Moscow: Sport, 464 p.

2. Orlov, A.A. and Ponamaryov, V.A. (2007), Optimization of load ratios for technical and strength training in the training process of young weightlifters, *Pedagogiko-psihologicheskie i mediko-biologicheskie problemy fizicheskoy kul'tury i sporta*, no. 6, pp. 212–214.

3. Ostrikov, A.P. and Shainova, M.V. (2023), *Certificate of registration of the computer program 2023664705, 07/06/2023. Program for measuring the lifting height and speed of the rod. Application No. 2023663517 dated 06/28/2023.*

4. Platonov, V.N. (2021), *Fundamentals of athletes' training in Olympic sports. The Trainer's Handbook*, Kiev: Olympic Literature, vol. 1, 592 p.



5. Charykova, I.A., Ramza, A.G. and Sorokoli, Ya.L. (2017), Analytical review of foreign scientific publications on the use of BF in sports, *Prikladnaya sportivnaya nauka*, no. 2 (6), pp. 105–116.
 6. Frolov, V.I. (1977), Optimal phase structure of performing a jerk by highly qualified weightlifters, *Tjzhelaya atletika: ezhegodnik*, Moscow: Fizkul'tura i sport, pp. 52–56.
 7. Khasin, L.A. (2017), Biomechanical analysis of the technique of performing a jerk by modern elite weightlifters using high-speed videography and mathematical modeling, *Vestnik sportivno, nauki*, no. 5, pp. 22–26.
 8. Shainova, M.V., Pogrebnoy, A.I. and Ostrikov, A.P. (2023), The use of biofeedback to improve the technique of snatch in weightlifters of training groups, In: *Collection of materials of the III All-Russian scientific and practical conference with international participation "Training of highly qualified weightlifters at the present stage"*, Moscow, pp. 284–290.
 9. Shainova, M.V., Pogrebnoy, A.I. and Ostrikov, A.P. (2022) Assessment of the quality of performance of the jerk by weightlifters of training groups based on biomechanical analysis, *Fizicheskaya kul'tura, sport, nauka i praktika: nauchno-metodicheskiy zhurnal*, no. 1, pp. 46–52.
 10. Blumenstein, B. (2002), Biofeedback applications in sport and exercise: Research findings. In: Blumenstein, B., Bar-Eli, M. and Tenenbaum, G. (Eds.), *Brain and body in sport and exercise: Biofeedback applications in performance enhancement*, pp. 37–54.
-

