

Оперативный и текущий биомеханический контроль в спорте (проблемы и пути решения)

Анатолий Шалманов¹, Виталий Скотников¹, Янис Ланка²

АННОТАЦИЯ

Цель. Разработать методику оперативного и текущего биомеханического контроля подготовленности спортсменов.

Методы. Анализ и обобщение научно-методической литературы, научный эксперимент.

Результаты. Авторами разработана комплексная система регистрации движения штанги и общего центра массы системы «штангист–штанга» с использованием аппаратно-диагностических программных комплексов.

Заключение. Результаты исследования свидетельствуют о том, что в спорте нужно разрабатывать специализированные программы, позволяющие быстро получать информацию о двигательных возможностях спортсмена.

Ключевые слова: управление спортивной тренировкой, биомеханический контроль, аппаратно-программный комплекс, спортивно-техническое мастерство.

ABSTRACT

Objective. To develop a technique for operating and concurrent biomechanical control of readiness in athletes.

Methods. Analysis and generalization of scientific and methodical literature, scientific experiment.

Results. The authors developed an integrated system for registration of movements of barbell and general center of mass of the system «weightlifter-barbell» through the use of hardware diagnostic software systems.

Conclusion. The results of the study indicate that it is necessary to develop in sports specialized programs that allow obtaining quickly information on motor abilities of an athlete.

Key words: management of sports training, biomechanical control, hardware software system, sports technical skills.

Постановка проблемы. Эффективность управления тренировочным процессом, особенно спортсменов высокой квалификации, зависит от своевременности и полноты информации о состоянии спортсмена, а также учета величины и характера тренировочной нагрузки. Сопоставляя эти данные, тренер может более обоснованно принимать решения о коррекции плана подготовки.

В спорте выделяют три вида контроля: оперативный, текущий и этапный. Задача *оперативного* контроля состоит в том, чтобы оценить реакцию организма спортсмена и качество выполнения того или иного упражнения сразу после завершения двигательного задания. *Текущий* контроль должен обеспечить тренера информацией о состоянии спортсмена в недельных циклах тренировки. Здесь важно оценить динамику изменения наиболее информативных показателей в тестовых заданиях и сравнить ее с динамикой изменения тренировочных нагрузок. Суть *этапного* контроля заключается в том, чтобы оценить уровень подготовленности спортсмена после достаточно длительного периода тренировки (подготовительного, переходного, соревновательного). Этот вид лучше всего разработан и используется в рамках комплексного контроля. Для его реализации привлекаются врачи, психологи, биомеханики, специалисты по физической подготовке и другие специалисты.

Каждый из перечисленных видов контроля предъявляет свои требования к его проведению, выполнение которых связано с решением многих содержательных и организационных проблем. В частности, необходимо обеспечить своевременное получение информации о состоянии спортсмена и выполненной работе с использованием современных аппаратно-диагностических программных комплексов (АПК). Важно сделать так, чтобы процедура проведения контроля, особенно оперативного и текущего, стала составной частью тренировочного процесса и не мешала его естественному ходу. Более того, необходимо стремиться к тому, чтобы его проводил тренер без привлечения со-

ответствующих специалистов, а для этого нужно создавать специализированные и доступные АПК.

Как уже отмечалось, наиболее разработанным является этапный контроль. Для его проведения привлекаются соответствующие специалисты, определяются сроки и места проведения (лаборатории, центры). Труднее всего реализовать первые два вида контроля, поскольку они требуют получения срочной информации о состоянии спортсмена и тренировочной нагрузке и должны проводиться в условиях тренировочного процесса и даже соревнований.

Основная задача биомеханического контроля состоит в том, чтобы оценить двигательные возможности спортсменов с использованием инструментальных методик. Несмотря на то что в настоящее время существуют многочисленные измерительные системы, не все они могут использоваться для оперативного и текущего контроля, в особенности это касается их программного обеспечения. Основная трудность состоит в скорости получения необходимой информации, то есть сразу после выполнения двигательного задания или через несколько минут. Кроме того, процедура тестирования не должна создавать никаких помех для спортсмена, он может даже не знать, что участвует в обследовании. Одним из путей решения этой проблемы является разработка специализированных АПК и их внедрение в тренировочный процесс.

Несмотря на то что во многих видах спорта преодолеть перечисленные выше трудности довольно сложно, в некоторых из них эта проблема вполне решается. Это относится к тяжелой атлетике, на примере которой будет показан возможный путь решения проблемы.

С нашей точки зрения, для проведения оперативного и текущего биомеханического контроля необходимо выполнить следующие требования:

1. Процедура тестирования не должна мешать спортсмену и не создавать никаких помех естественному ходу тренировочного процесса или соревнования.

2. Тестовыми заданиями должны быть классические и некоторые специально-вспомогательные упражнения.

3. Необходимо иметь соответствующую аппаратуру и программное обеспечение для регистрации кинематических и динамических показателей движения.

4. Сбор данных и их обработка во время соревнований должны осуществляться в течение двух минут после выполнения упражнения. В ходе тренировки это время может быть немного больше.

5. Результаты тестирования каждого атлета заносятся в базу данных и могут быть проанализированы сразу после выполнения упражнения, после тренировки или соревнования.

6. Динамика изменения информативных показателей техники и скоростно-силовой подготовленности спортсменов должна быть основой для коррекции тренировочного процесса и «паспортизации» технической и физической подготовленности атлетов.

Цель исследования состояла в том, чтобы разработать методику оперативного и текущего биомеханического контроля технической и скоростно-силовой подготовленности тяжелоатлетов, удовлетворяющую перечисленные выше требования.

Методы и организация исследования. Большинство исследований в том числе и в условиях соревнований, проводили с использованием кино- или видеосъемки

с последующей довольно длительной обработкой полученных данных [1, 3, 5, 6, 8]. Стремление ускорить процесс обработки привело к появлению специализированных аппаратно-программных комплексов, таких как «V-Scope VS-120» (Израиль) и «Weightlifting analyzer 3.0» (Германия), которые дают возможность получать кинематические и динамические показатели движения штанги сразу после выполнения упражнения. Разработка и совершенствование таких систем открывают широкие возможности для их использования как во время соревнований, так и в тренировочном процессе, что, несомненно, повысит эффективность подготовки тяжелоатлетов высокой квалификации.

В Российском государственном университете физической культуры, спорта, молодежи и туризма разработана комплексная система регистрации движения штанги и общего центра массы (ОЦМ) системы «штангист–штанга» с использованием двух АПК (динамометрической платформы и фото-, видеосъемки) [2]. Однако этот комплекс стационарный и используется только в зале тяжелой атлетики университета. Для создания мобильного комплекса нами разработана система регистрации кинематических и динамических показателей движения штанги, которую можно использовать в любом спортивном зале и во время соревнований.

Для регистрации траектории подъема штанги и расчета кинематических и динамических показателей ее движения нами разработан АПК, в состав которого входят: фото-видеокамера «Сапог»; насадка с излучателем (масса – 30 г), закрепляемая на торце грифа штанги; ноутбук с программным обеспечением. Камера устанавливается сбоку от помоста на расстоянии 5,5 м от источника излучения на высоте 1,5 м. Оптическая ось камеры перпендикулярна плоскости съемки. Частота съемки – 50 кадров в секунду (рис. 1).

Для измерений во время соревнований и тестирования спортсменов в тренировочном процессе созданы три программы: «рывок», «толчок» и «сравнение». «Рывок», кроме анализа рывка классического, позволяет тестировать спортсменов в следующих упражнениях: рывок с плintов, тяга рывковая и толчковая. «Толчок» – предназначена для регистрации и расчета кинематических и динамических показателей в этом упражнении и в толчке от груди со стоек. Обе программы обеспечивают сбор данных, их последующую обработку и анализ. Программа «сравнение» позволяет сравнивать две попытки, выполненные одним и тем же спортсменом, и попытки разных атлетов. Она используется только при анализе результатов тестирования. Перед началом выбирают соответствующую программу, в которую вносят данные о спортсмене (ФИО, возраст, весовая категория, масса и длина тела, масса штанги).



РИСУНОК 1 – Методика биомеханического контроля

Во время соревнований при взвешивании атлетов данные о спортсмене заносят в компьютер. Затем запускают подпрограмму сбора данных, которые после выполнения упражнения сохраняются в памяти компьютера. Процесс сбора данных занимает менее одной минуты, после чего можно сразу провести их обработку или сделать это после тренировки или соревнования. Процесс обработки также длится не более одной минуты, а данные хранятся в памяти компьютера уже в обработанном виде, результаты же можно быстро просмотреть в любое время.

В результате обработки данных программа выводит на экран графики изменения вертикальной и горизонтальной силы, скорости и мощности, траекторию движения снаряда и положение атлета (рис. 2). Кроме того, она автоматически рассчитывает наиболее информативные кинематические и динамические показатели движения штанги, которые можно распечатать в виде итогового отчета.

Программа дает возможность проследить положение атлета в любой момент времени подъема штанги, а в строке состояний – увидеть значения некоторых показате-

лей движения штанги (высота подъема, отклонение от вертикали, вертикальная и горизонтальная скорость и время от момента отрыва штанги от помоста), соответствующие рассматриваемой позе атлета. Положение крестика на траектории соответствует показываемой позе. Кроме того, можно запустить просмотр всей попытки от момента отрыва штанги от помоста до наивысшей точки ее подъема. Во время просмотра изображения на графиках синхронно с движением штанги движется вертикальная линия (маркер), по положению которой в дополнительном окне (рис. 3) можно оценить величину измеренных показателей движения снаряда, синхронно с этим маркером движется крестик на его траектории.

В программе «толчок» реализованы аналогичные возможности определения кинематики и динамики движения штанги, однако количество показателей, которые рассчитываются автоматически, больше, поскольку добавляется информация о ее движении при выталкивании от груди.

Пользуясь программой «сравнение», можно вывести на экран дисплея положения

двух атлетов и траектории штанги, изучать изображения атлетов как синхронно, так и независимо друг от друга (рис. 4). Кроме того, в дополнительном окне можно получить информацию о значениях кинематических и динамических показателей движения штанги обоих атлетов в любой момент времени. Аналогичным образом можно сравнить две попытки одного и того же атлета, включая и неудачные.

Проверку результатов работы данной методики проводили в условиях официальных соревнований: съемку осуществляли на кубке России по тяжелой атлетике 2012 г. в Чебоксарах. Для изучения закономерностей изменения движения штанги у спортсменов разных весовых категорий (66 атлетов – мужчины) были выбраны попытки с лучшими результатами. В данной статье мы ограничимся рассмотрением только данных, полученных в рывке.

Результаты исследования. В таблице 1 приведены кинематические и динамические показатели движения штанги у спортсменов в восьми весовых категориях. Отметим, что с увеличением массо-ростовых

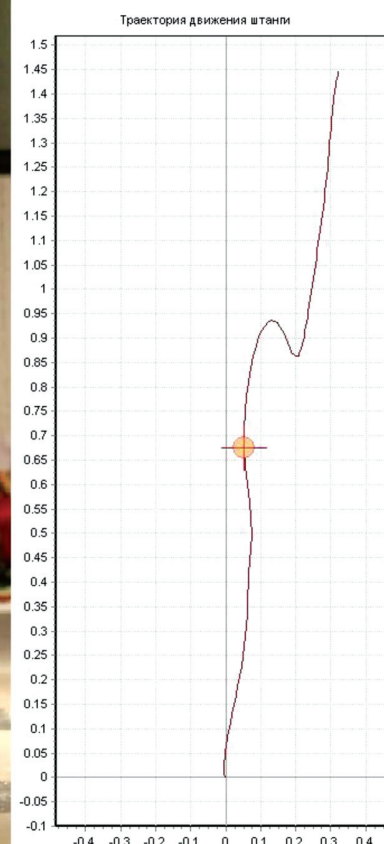
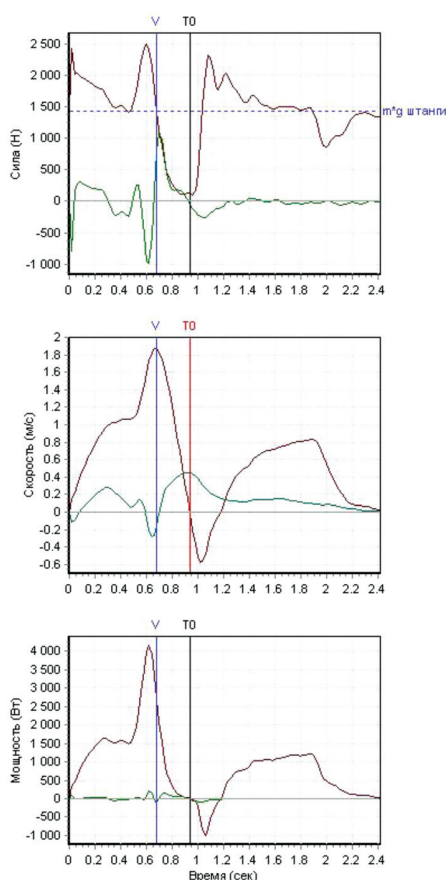


РИСУНОК 2 – Кинематические и динамические характеристики движения, положение атлета в момент максимума скорости штанги в финальном разгоне и траектория снаряда в рывке

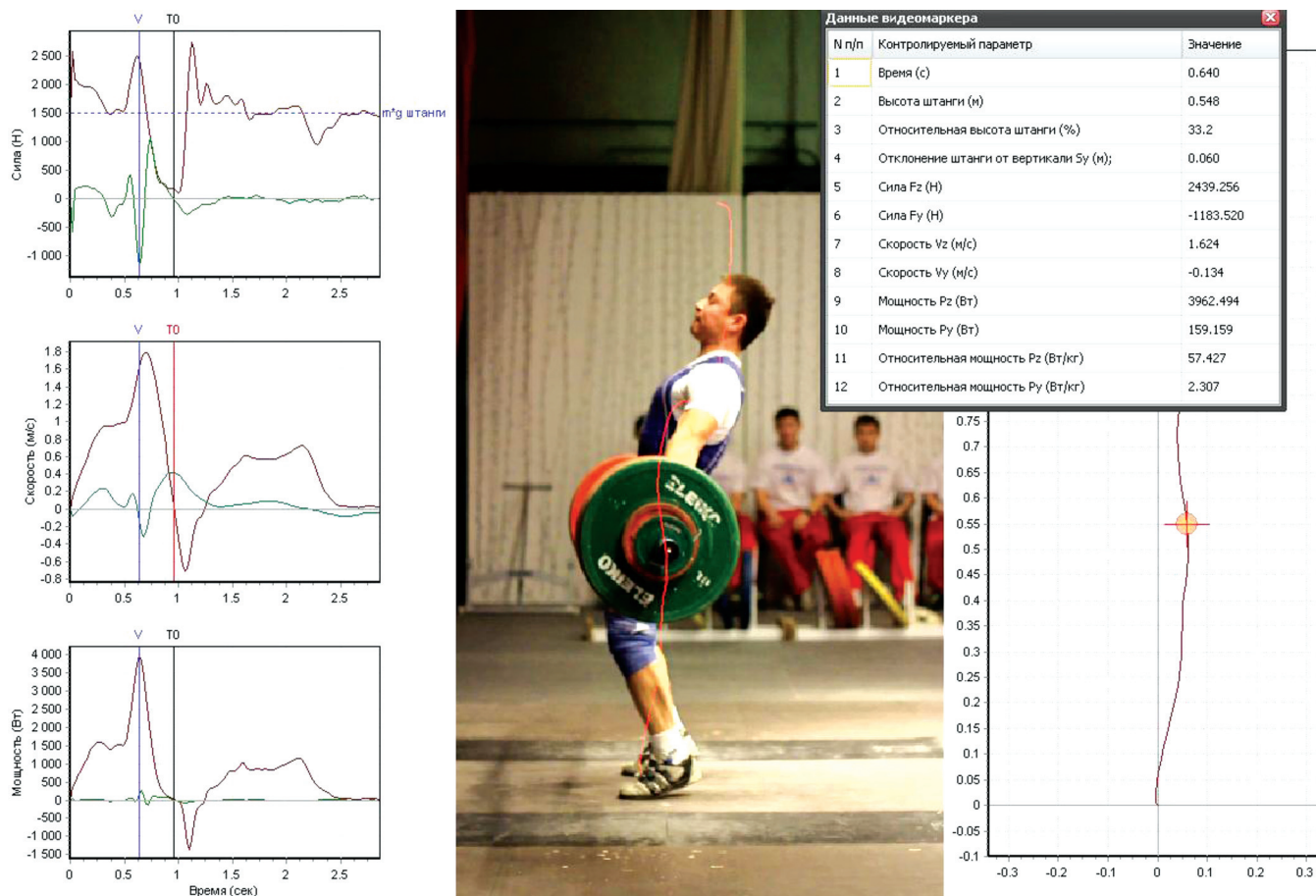


РИСУНОК 3 – Величины кинематических и динамических показателей движения штанги в момент максимума вертикальной составляющей мощности

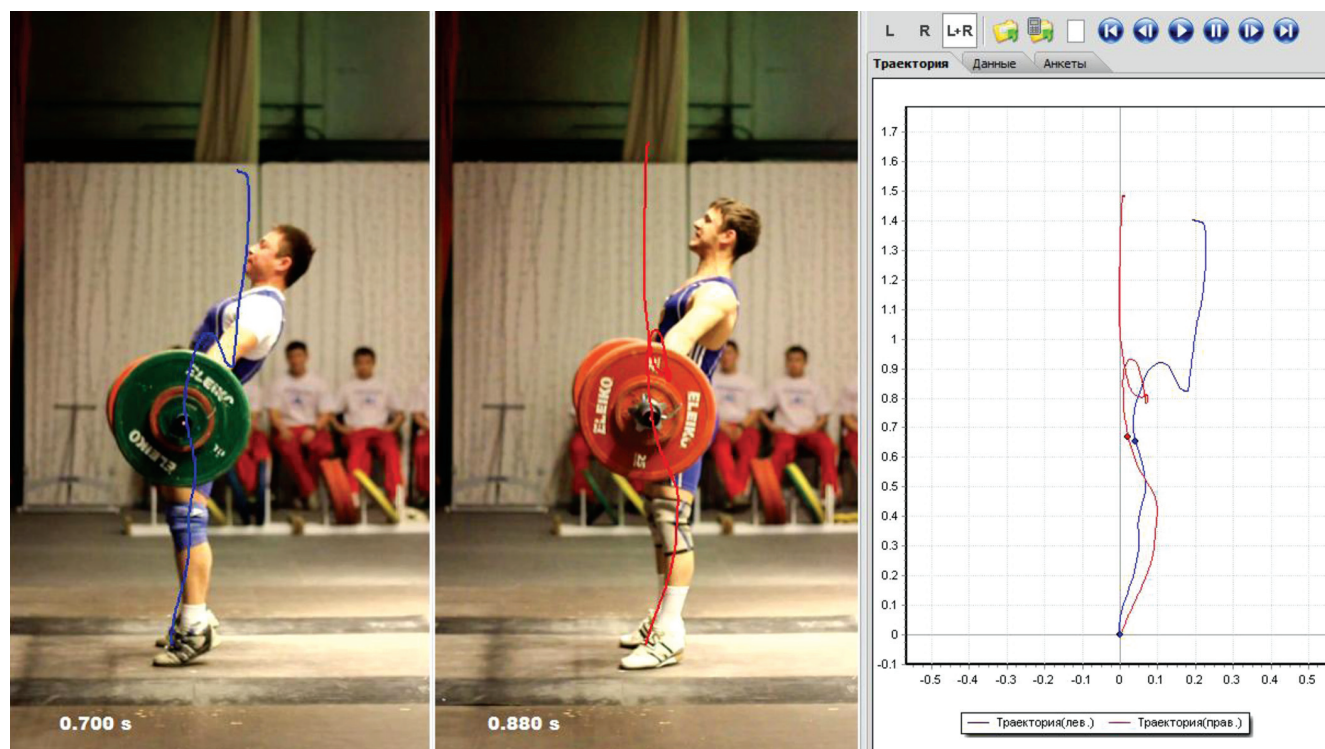


РИСУНОК 4 – Сравнение положения атлетов в момент максимума скорости штанги в фазе финального ее разгона и траектории

ТАБЛИЦА 1 – Средние величины и стандартные отклонения показателей движения штанги в рывке у спортсменов разных весовых категорий

Показатель	Весовые категории, кг							
	56 n=10	62 n=7	69 n=6	77 n=5	85 n=10	94 n=16	105 n=6	+105 n=6
Длина тела, м	1,63 ±0,04	1,61 ±0,03	1,64 ±0,04	1,71 ±0,04	1,73 ±0,06	1,75 ±0,04	1,81 ±0,03	1,86 ±0,06
Масса тела, кг	55,8 ±0,27	61,8 ±0,25	68,2 ±1,28	76,7 ±0,09	84,5 ±0,42	92,3 ±1,61	102,8 ±2,37	127,0 ±15,0
Результат в рывке, кг	94,1 ±9,1	116,5 ±10,2	134,1 ±9,0	135,6 ±4,3	136,9 ±14,2	152,8 13,9	160,0 ±18,7	175,5 ±13,5
Максимум скорости в предварительном разгоне – V1, м·с ⁻¹	1,16 ±0,12	1,22 ±0,11	1,18 ±0,18	1,26 ±0,16	1,31 ±0,15	1,33 ±0,17	1,43 ±0,13	1,41 ±0,16
Уменьшение скорости при амортизации – ΔV1, м·с ⁻¹	0,08 ±0,17	0,02 ±0,04	0,02 ±0,04	0,10 ±0,04	0,08 ±0,10	0,07 ±0,09	0,13 ±0,14	0,05 ±0,05
Максимум скорости в финальном разгоне – Vmax, м·с ⁻¹	1,77 ±0,13	1,69 ±0,09	1,73 ±0,06	1,71 ±0,02	1,77 ±0,10	1,77 ±0,09	1,81 ±0,08	1,82 ±0,12
Высота в момент Vmax – HVmax, м	0,69 ±0,04	0,70 ±0,05	0,69 ±0,04	0,74 ±0,04	0,77 ±0,04	0,79 ±0,05	0,84 ±0,05	0,88 ±0,07
Время до Vmax – Tvmax, с	0,80 ±0,05	0,774 ±0,07	0,780 ±0,07	0,812 ±0,08	0,816 ±0,10	0,804 ±0,07	0,817 ±0,05	0,900 ±0,09
Максимум высоты – Hmax, м	0,95 ±0,06	0,93 ±0,06	0,95 ±0,05	0,99 ±0,06	1,03 0,06	1,05 ±0,05	1,11 ±0,06	1,16 ±0,10
Высота в момент фиксации – Hfix, м	0,79 ±0,02	0,78 ±0,07	0,80 ±0,03	0,82 ±0,04	0,90 ±0,05	0,87 ±0,05	0,94 ±0,04	0,99 ±0,06
Разность (Hmax-Hfix), м	0,16 ±0,03	0,15 ±0,04	0,15 ±0,03	0,17 ±0,04	0,13 ±0,05	0,17 ±0,03	0,18 ±0,05	0,17 ±0,04
Максимум абсолютной мощности в финальном разгоне – Pabs, Вт	2348 ±289	2529 ±226	3142 ±462	3091 ±464	3259 ±325	3615 ±550	3902 ±679	4264 ±576
Максимум относительной мощности в финальном разгоне – Potn, Вт·кг ⁻¹	42,2 ±5,3	40,9 ±3,66	46,1 ±6,9	40,3 ±6,9	38,6 ±3,9	39,1 ±5,7	38,0 ±7,0	33,7 ±4,4

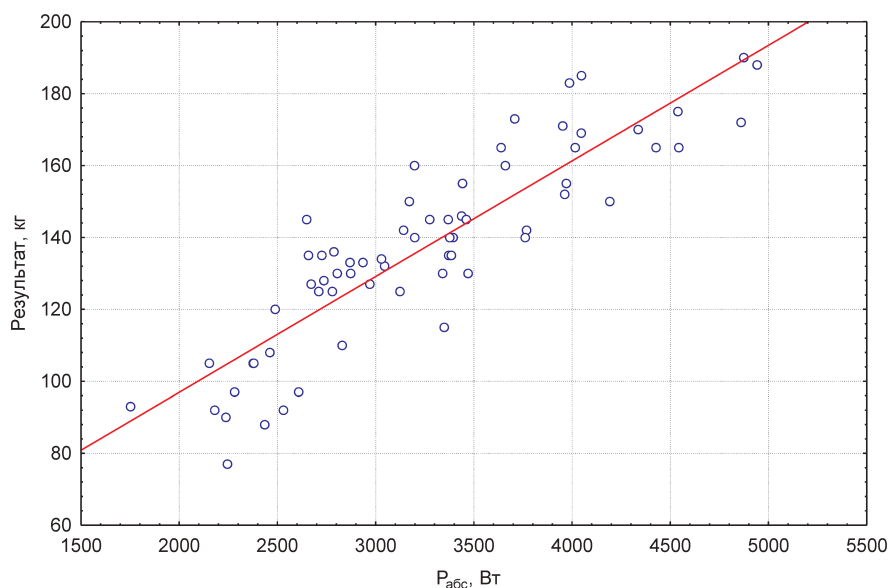


РИСУНОК 5 – Зависимость результата в рывке от максимальной абсолютной мощности в фазе финального разгона

данных атлетов и результатов в рывке увеличивается максимальная вертикальная скорость в конце фазы предварительного разгона и наблюдается незначительное снижение скорости в фазе амортизации. Больше половины атлетов не имеют потерь скорости в этой фазе, что является признаком техничного выполнения упражнения. Изменение максимальной скорости штанги в фазе финального разгона практически не связано с весовой категорией атлетов.

Большинство показателей высоты подъема штанги увеличивается с ростом весовой категории, что в существенной мере связано с увеличением размеров тела атлетов. Об этом свидетельствуют высокие коэффициенты корреляции между этими показателями и длиной тела спортсменов (от 0,83 до 0,91, при $p < 0,01$).

Наибольший интерес представляет изменение максимальной абсолютной мощности, которую развивают атлеты, разгоняя снаряд в вертикальном направлении. Значение ее в среднем увеличивается с ростом весовой категории от 2348 ± 289 Вт в весе 56 кг до 4264 ± 576 Вт в весе +105 кг. Величина относительной мощности имеет тенденцию к уменьшению, которая особенно выражена в абсолютной весовой категории.

На рисунке 5 показаны корреляционное поле и линия регрессии зависимости результата в рывке от максимальной абсолютной мощности в фазе финального разгона ($r = 0,88$, при $p < 0,01$). Полученные данные свидетельствуют о том, что абсолютная мощность является наиболее важным информативным и интегративным показателем технического мастерства и скоростно-силовой подготовленности штангистов, что согласуется с данными других исследователей [4, 5, 7].

Выводы и перспективы дальнейших исследований. Анализ научно-методической литературы и результаты собственных исследований убеждают в том, что для обеспечения оперативного и текущего биомеханического контроля в спорте нужно разрабатывать специализированные АПК, позволяющие быстро и без помех для спортсмена получать информацию о его двигательных возможностях. В настоящем исследовании сделана попытка создания такого комплекса, который можно использовать как в тренировочном процессе, так и в условиях соревнований. Простота работы с комплексом позволяет тренеру без помощи специалиста использовать его в тренировочном процессе.

Несмотря на то что разработанный АПК предназначен для регистрации кинематики и динамики движения только штанги, возможность визуального качественного анализа движения спортсмена в сочетании с объективными количественными данными даст тренеру значительно больше информации, чем это может показаться на первый взгляд.

В дальнейшем авторы планируют усовершенствовать АПК, в частности, заменить активный маркер (излучатель), закрепляемый на грифе штанги, на пассивный, который не нужно снимать при изменении массы снаряда. Кроме того, начата работа по созданию компьютерной программы учета и контроля тренировочных нагрузок.

Не менее важным направлением дальнейших исследований являются внедрение разработанной методики в тренировочный процесс, обучение тренеров и будущих специалистов по тяжелой атлетике теоретическим знаниям и умениям использовать современные методики биомеханического контроля в практической работе.

■ Литература

1. Мартынов С.С. Компенсаторные приспособления в движениях тяжелоатлетов / С.С. Мартынов, Г.И. Попов // Теория и практика физ. культуры. — 1991. — № 12. — С. 48–51.
2. Шалманов А.А. Биомеханический контроль технической и скоростно-силовой подготовленности спортсменов в тяжелой атлетике / А.А. Шалманов, В.Ф. Скотников // Теория и практика физ. культуры. — 2013. — № 2. — С. 103–106.
3. Baumann W. The snatch technique of world class weightlifters at the 1985 world championships / W. Baumann, V. Gross, K. Quade et al. // Int. J. Sport Biomech. — 1988. — N 4. — P. 68–89.
4. Garhammer J. Biomechanical profiles of Olympic weightlifters / J. Garhammer // Int. J. Sport Biomech. — 1985. — N 1. — P. 122–130.
5. Garhammer J. A comparison of maximal power outputs between elite male and female weightlifters in competition / J. Garhammer // Int. J. Sport Biomech. — 1991. — N 7. — P. 3–11.
6. Gourgoulis V. Three-dimensional kinematic analysis of the snatch of elite Greek weightlifters / V. Gourgoulis, N. Aggelousis, G. Mavromatis, A. Garas // J. Sport. Sci. — 2000. — N 18. — P. 643–652.
7. Garhammer J. The «Pull» for weightlifting: Can you spell P-O-W-E-R / J. Garhammer // Journal of Pure Power. — 2005. — P. 58–68.
8. Isaka T. Kinematic analysis of the barbell during the snatch movement of elite Asian weight lifters / T. Isaka, J. Okada, K. Funato // J. Appl. Biomech. — 1996. — 12. — P. 508–516.

■ References:

1. Martianov S.S. Compensatory adaptations in weightlifting movements / S.S. Martianov, G.I. Popov // Theory and practice of physical culture. — 1991. — N 12. — P. 48–51.
2. Shalmanov A.A. Biomechanical control of technical and speed strength fitness in weightlifters / A.A. Shalmanov, V.F. Skotnikov // Theory and practice of physical culture. — 2013. — N 2. — P. 103–106.
3. Baumann W. The snatch technique of world class weightlifters at the 1985 world championships / W. Baumann, V. Gross, K. Quade et al. // Int. J. Sport Biomech. — 1988. — N 4. — P. 68–89.
4. Garhammer J. Biomechanical profiles of Olympic weightlifters / J. Garhammer // Int. J. Sport Biomech. — 1985. — N 1. — P. 122–130.
5. Garhammer J. A comparison of maximal power outputs between elite male and female weightlifters in competition / J. Garhammer // Int. J. Sport Biomech. — 1991. — N 7. — P. 3–11.
6. Gourgoulis V. Three-dimensional kinematic analysis of the snatch of elite Greek weightlifters / V. Gourgoulis, N. Aggelousis, G. Mavromatis, A. Garas // J. Sport. Sci. — 2000. — N 18. — P. 643–652.
7. Garhammer J. The «Pull» for weightlifting: Can you spell P-O-W-E-R / J. Garhammer // Journal of Pure Power. — 2005. — P. 58–68.
8. Isaka T. Kinematic analysis of the barbell during the snatch movement of elite Asian weight lifters / T. Isaka, J. Okada, K. Funato // J. Appl. Biomech. — 1996. — 12. — P. 508–516.

¹ Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма, Москва, Россия
Shalmanov_bio@bk.ru

² Латвийская академия спортивной педагогики, Рига, Латвия
Janis.lanka@lspa.lv

Поступила 28.04.2013