

УДК 612.76:796.8

Эрикенов С.М.

**ОСОБЕННОСТИ ФАЗОВОЙ  
СТРУКТУРЫ РЫВКА  
ГИРИ И ПРОЯВЛЕНИЯ  
ДВИГАТЕЛЬНЫХ  
ХАРАКТЕРИСТИК  
АТЛЕТОВ  
РАЗНОГО УРОВНЯ  
ПОДГОТОВЛЕННОСТИ**

*Ключевые слова:* рывок, рывковая тяга, фазы и периоды структуры рывка, биомеханические характеристики, гиревой спорт, тренажер.

Совершенствование спортивного мастерства в гиревом виде спорта, как и в любом другом, сопряжено с определенными закономерностями изменения биомеханических характеристик движений: пространственных – траектории движения центров масс снаряда и тела спортсмена и угловых изменений суставов; пространственно-временных – скорости движения снаряда и отдельных звеньев тела спортсмена; силы реакции опоры; работы силы; мощности движения и др.

Без четкого понимания особенности проявления биомеханических характеристик выполняемого упражнения невозможно программировать процесс совершенствования двигательного мастерства спортсмена [1; 2]. В связи с этим необходимо иметь соответствующие условия, позволяющие регистрировать наиболее информативные характеристики.

Применение в тренировочном процессе средств и методов объективной информации имеет большое значение для управления совершенствованием спортивного мастерства. Ученые постоянно работают над созданием компьютеризированного комплекса для регистрации и обработки биомеханических характеристик двигательных действий в спорте [3–5]. С использованием машин управляющего воздействия (Ю.Т. Черкесов) нами осуществлена эмпирическая работа: регистрация двигательных характеристик рывка гири, после чего определена фазовая структура данного упражнения [6].

Структура рывка гири по фазам и периодам и типичное проявление биомеханических характеристик мастером спорта РФ имеет свои особенности [7]. Основываясь на графиках проявления биомеханических характеристик [8], мы представляем свое видение деления рывка гири на фазы и периоды движения. Первая фаза начинается с началом опускания гири – активное

опускание гири. В этот момент графики перемещения, скорости и силы реакции опоры начинают опускаться вниз. Заканчивается эта фаза в тот момент, когда значение скорости падения гири вниз (отрицательная скорость) достигает максимальной величины, а сила реакции опоры – первого пика своего минимального значения. При этом наблюдается некоторая гетерохронность проявления силы и скорости.

Вторая фаза (торможение) начинается с конца первой фазы, т.е. при минимальном пиковом значении скорости, и заканчивается в момент максимума сгибания ног и опускания гири при нулевом значении скорости и максимуме проявления силы реакции опоры.

Третья фаза (предварительный разгон) начинается с конца второй фазы и заканчивается в момент максимума разгибания ног и проявления минимального значения силы реакции опоры.

Четвертая фаза (финальный разгон и уход под гирю) начинается с конца третьей фазы и заканчивается в момент подъема гири на максимальную высоту при нулевом значении скорости ее движения и силе реакции опоры, равной суммарному весу атлета и снаряда.

Пятая фаза (фиксация) начинается с окончанием четвертой фазы и заканчивается в момент начала опускания гири, которое сопровождается уменьшением скорости движения снаряда и силы реакции опоры.

Периоды структуры рывка отличаются своими особенностями: I период – замах; II период – разгон и уход; III период – фиксация.

Первый период движения (замах) объединяет первую и вторую фазы и начинается с момента начала опускания гири, когда графики перемещения, скорости и силы реакции опоры начинают опускаться вниз, и заканчивается в момент максимума опускания гири, достижения нулевого значения скорости движения снаряда при максимальном

сгибании ног. Второй период (разгон), объединяя третью и четвертую фазы, начинается с окончанием второй фазы, т.е. с момента максимального опускания гири, достижения нулевого значения скорости и максимального проявления силы реакции опоры, при максимальном сгибании ног, а заканчивается в момент подъема гири на максимальную высоту, когда скорость движения снаряда становится равной нулю, а сила реакции опоры – суммарному весу атлета и гири. Третий период (фиксация) начинается с окончанием второго периода (адекватно окончанию четвертой фазы) и заканчивается в момент начала опускания гири и соответствующего уменьшения скорости движения снаряда и силы реакции опоры.

Для установления отличительных особенностей выполнения рывка гири атлетами различной квалификации проводилось эмпирическое исследование с применением компьютеризированного комплекса, который позволяет регистрировать и обрабатывать в автоматическом режиме следующие биомеханические параметры движения: сила реакции опоры, сила тяги, вертикальное перемещение, скорость движения гири, угловые параметры в коленном суставе, работа силы в наиболее важных участках выполнения рывка [9]. Комплекс состоит из персонального компьютера, сопряженного с датчиками силы, перемещения гири, угловых изменений в коленном суставе.

Результаты исследования показывают (табл. 1) более рациональное, экономичное выполнение упражнения мастером спорта РФ по сравнению со спортсменом-безразрядником. Так, мастер спорта при подъеме гири затрачивает меньшую энергию в двух основных фазах: торможения (2-я фаза) и разгона (3-я фаза). При этом во второй фазе у мастера спорта расход энергии (в процентном отношении) меньше, чем в третьей фазе.

Скорость вылета снаряда у спортсмена высокой квалификации также меньше, чем у спортсмена низкой квалификации; меньшей является и высота вылета гири (1,22 м и 1,44 м соответственно). Большее значение у мастера спорта имеет скорость опускания гири. Различие указанных показателей достоверно при  $p < 0,05$ . Несущественные различия выявлены в проявлении силы реакции опоры.

Выявление отличительных особенностей проявления биомеханических характеристик рывка и тяги рывковой с гирей осуществлялось также в условиях компьютеризированного комплекса. По результатам исследования установлено, что при выполнении рывка большими (по сравнению с тягой рывковой) являются скорость опускания гири и высота ее подъема; скорость подъема гири практически не различается. Несущественно большим при выполнении рывка является максимум силы реакции опоры.

Работа, совершенная в двух силовых фазах (2-я и 3-я), существенно больше в рывке, чем в тяге рывковой. Значительно различается процентное распределение работы в этих двух фазах. Так, в рывке существенно больший процентный показатель работы в фазе торможения (2-я фаза), а в тяге рывковой – в фазе разгона (3-я фаза).

В процессе эксперимента был использован тренажер «Улитка», адаптированный для выполнения тяги рывковой с гирей. Тренажер «Улитка» предназначен для создания переменных режимов сопротивления: возрастающего и убывающего (при поступательных движениях), комбинированного: возрастающе-убывающего (при возвратно-поступательном движении). Тренажер «Улитка» широко использовался учеными в эмпирических исследованиях, в которых неоднократно приведены данные о конструктивных особенностях, его эффективности и даны рекомендации для использования в

тренировочном процессе спортсменов [10–12].

Тренировка может осуществляться в трех режимах: убывающего, возрастающего и возрастающе-убывающего (комбинированного) внешнего сопротивления инерционной массы груза.

Особенности выполнения тяги рывковой с гирей и в условиях тренажера «Улитка» выявлены в результате регистрации и анализа биомеханических параметров упражнений, выполняемых с использованием устройства регистрации информации о параметрах движения (УРИПД).

Результаты исследования представлены в табл. 2. Как видно из таблицы, при выполнении движения в условиях тренажера в режиме возрастающе-убывающего сопротивления (возрастающее – при замахе, убывающее – при подрыве) скорость опускания ( $2,34 \pm 0,03$  м/с) и подъема ( $2,87 \pm 0,03$  м/с) снаряда существенно больше, чем в тяге рывковой с гирей при равнозначном сопротивлении (24 кг – в конце фазы амортизации) –  $1,90 \pm 0,01$  м/с и  $2,60 \pm 0,02$  м/с соответственно.

Достоверно большей в условиях тренажера является и высота подъема гири –  $1,10 \pm 0,16$  м против  $0,70 \pm 0,11$  м в традиционных условиях. Существенно не отличаются показатели силы реакции опоры –  $1600 \pm 25,50$  Н и  $1640 \pm 30,22$  Н соответственно. При этом выполнение упражнения на тренажере сопровождается меньшими энергетическими затратами.

Относительные показатели работы, произведенной при выполнении упражнения на тренажере и в традиционных условиях, распределяются следующим образом: во второй фазе (торможение) –  $45,60 \pm 0,32\%$  и  $26,00 \pm 0,24\%$ , в третьей фазе (предварительный разгон) –  $54,40 \pm 0,32\%$  и  $74,00 \pm 0,69\%$  соответственно. Как видно, в этой фазе происходит обратно пропорциональное проявление данных показателей.

Таблица 1

Биомеханические параметры рывка гири атлетами разного уровня подготовленности

| Квалификация атлета | Рывок гири весом 24 кг (кол-во раз) | Максимум скорости опускания гири (м/с), $x \pm \sigma$ | Максимум скорости подъема гири (м/с), $x \pm \sigma$ | Высота подъема гири (м), $x \pm \sigma$ | Максимум силы реакции опоры (Н), $x \pm \sigma$ | Работа силы реакции опоры во 2-й, 3-й фазах (Дж), $x \pm \sigma$ | Работа силы реакции опоры во 2-й фазе (%), $x \pm \sigma$ | Работа силы реакции опоры в 3-й фазе (%), $x \pm \sigma$ |
|---------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Безразрядник        | 30 (15+15)                          | $2,50 \pm 0,02$                                        | $3,00 \pm 0,03$                                      | $1,44 \pm 0,20$                         | $1601,00 \pm 25,50$                             | $2753,00 \pm 120,35$                                             | $53,50 \pm 0,47$                                          | $46,50 \pm 0,35$                                         |
| Мастер спорта РФ    | 30 (15+15)                          | $2,90 \pm 0,03$                                        | $2,60 \pm 0,02$                                      | $1,22 \pm 0,18$                         | $1623,00 \pm 30,30$                             | $1297,90 \pm 118,40$                                             | $47,90 \pm 0,37$                                          | $52,10 \pm 0,39$                                         |

Таблица 2

Биомеханические параметры тяги рывковой с гирей и в условиях тренажера «Улитка», выполняемой мастером спорта РФ

| Упражнение                                         | Максимум скорости опускания гири (м/с), $x \pm \sigma$ | Максимум скорости подъема гири (м/с), $x \pm \sigma$ | Высота подъема гири (м), $x \pm \sigma$ | Максимум силы реакции опоры (Н), $x \pm \sigma$ | Работа силы реакции опоры во 2-й, 3-й фазах (Дж), $x \pm \sigma$ | Работа силы реакции опоры во 2-й фазе (%), $x \pm \sigma$ | Работа силы реакции опоры в 3-й фазе (%), $x \pm \sigma$ |
|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Тяга рывковая, гиря, 24 кг, $n = 30$ (15 + 15)     | $1,90 \pm 0,01$                                        | $2,60 \pm 0,02$                                      | $0,70 \pm 0,11$                         | $1600,00 \pm 25,50$                             | $787,43 \pm 53,60$                                               | $26,00 \pm 0,24$                                          | $74,00 \pm 0,69$                                         |
| Тяга рывковая, «Улитка», 24 кг, $n = 30$ (15 + 15) | $2,34 \pm 0,03$                                        | $2,87 \pm 0,03$                                      | $1,10 \pm 0,16$                         | $1640,00 \pm 30,22$                             | $749,00 \pm 51,80$                                               | $45,60 \pm 0,32$                                          | $54,40 \pm 0,48$                                         |

В процессе исследования выявлена зависимость биомеханических параметров тяги рывковой, выполняемой мастером спорта РФ, от характера изменения внешнего сопротивления, создаваемого тренажером «Улитка». В результате анализа полученных параметров установлен режим сопротивления, при котором происходит наиболее рациональное проявление двигательных характеристик (табл. 3).

Итак, скорость опускания тяжести возрастает с повышением нагрузки, и наоборот, скорость подъема уменьшается (достоверность различия обнаружена при  $p < 0,05$ ). Исключение составляют показатели скорости при изменении сопротивления от 24 до 5 кг (2,87 м/с) и от 32 до 9 кг (2,80 м/с): разница, составляющая 0,7 м/с, несущественна.

Высота подъема тяжести достоверно уменьшается с увеличением отягощения во всех случаях сравнения. При сравнении величин максимума силы реакции опоры достоверного различия не обнаружено. Суммарное значение работы силы реакции опоры фаз торможения и разгона (вторая и третья фазы) достоверно уменьшается с увеличением отягощения. Относительный же показатель работы силы реакции опоры второй фазы существенно повышается с увеличением нагрузки. Непредвиденным является проявление этого показателя при диапазоне изменения сопротивления 5 – 24 – 5 кг и 9 – 32 – 9 кг. В первом случае процентное значение этого показателя достоверно больше, чем во втором, хотя нагрузка меньше.

В третьей фазе, наоборот, с нарастанием отягощения процентное проявление работы силы реакции опоры уменьшается. Резкое уменьшение этого показателя наблюдается при диапазоне изменения сопротивления 5 – 24 – 5 кг.

Таким образом, регистрация биомеханических характеристик и деление рывка гири на фазы и периоды

позволили установить особенности выполнения данного упражнения.

Периоды упражнения имеют более целостную структуру, кинематическую и динамическую взаимосвязь. Правильность выполнения движения внутри каждого периода, соблюдение их кинематического и динамического соотношения во многом определяют рациональность и эффективность упражнения в целом. Так, выполнение первой фазы движения с большей скоростью и большей амплитудой требует от атлета проявления больших усилий за более короткий промежуток времени на сравнительно коротком участке перемещения гири во второй фазе движения. Правильность выполнения упражнения зависит от оптимальной амплитуды и конечной скорости в первой фазе движения (активное опускание гири), оптимального пути и конечной силы (реакции опоры) торможения, а также от своевременности перехода от второй фазы (торможения) к третьей (предварительный разгон).

Выполнение первой фазы движения с большей скоростью и большей амплитудой требует от атлета проявления больших усилий за более короткий промежуток времени на сравнительно коротком участке перемещения гири во второй фазе движения. Можно создать такие условия выполнения движения в этой фазе, которые будут способствовать большему проявлению рекуперации мышечной энергии. Но энергетическое обеспечение мышц должно быть оптимальным в каждом случае выполнения рывка, чтобы не происходило перерасхода силы и энергии, который отрицательно скажется на конечном результате, т.е. на количестве подъемов гири в рывке.

Наиболее значительной и затруднительной в плане энергетического обеспечения мышц является фаза торможения, и особенно момент перехода границы между нею и фазой предва-

Таблица 3

**Биомеханические параметры тяги рывковой с гирей и в условиях тренажера «Улитка»  
с различным диапазоном изменения сопротивления, выполняемых мастером спорта РФ**

| Диапазон сопротивления<br>(кг)   | Максимум скорости<br>опускания грузовых<br>дисков (м/с),<br>$\bar{x} \pm \sigma$ | Максимум скорости подъема<br>грузовых дисков<br>(м/с),<br>$\bar{x} \pm \sigma$ | Высота подъема<br>гири (м),<br>$\bar{x} \pm \sigma$ | Максимум силы<br>реакции опоры<br>(Н),<br>$\bar{x} \pm \sigma$ | Работа силы реакции опоры во<br>2-м, 3-м периоде<br>(Дж),<br>$\bar{x} \pm \sigma$ | Работа силы реакции опоры<br>во 2-м периоде<br>(%),<br>$\bar{x} \pm \sigma$ | Работа силы реакции опоры<br>в 3-м периоде<br>(%),<br>$\bar{x} \pm \sigma$ |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 3 – 16 – 3, $n = 30$ (15 + 15)   | $2,21 \pm 0,02$                                                                  | $3,07 \pm 0,04$                                                                | $1,16 \pm 0,17$                                     | $1685,70 \pm 30,60$                                            | $832,00 \pm 54,35$                                                                | $38,00 \pm 0,29$                                                            | $62,00 \pm 0,59$                                                           |
| 5 – 24 – 5, $n = 30$ (15 + 15)   | $2,34 \pm 0,02$                                                                  | $2,87 \pm 0,03$                                                                | $1,10 \pm 0,16$                                     | $1640,00 \pm 30,22$                                            | $749,00 \pm 51,80$                                                                | $45,60 \pm 0,32$                                                            | $54,40 \pm 0,48$                                                           |
| 9 – 32 – 9, $n = 30$ (15 + 15)   | $2,48 \pm 0,02$                                                                  | $2,80 \pm 0,03$                                                                | $1,01 \pm 0,13$                                     | $1702,50 \pm 30,35$                                            | $654,00 \pm 50,65$                                                                | $42,00 \pm 0,31$                                                            | $58,00 \pm 0,51$                                                           |
| 12 – 40 – 12, $n = 30$ (15 + 15) | $2,71 \pm 0,03$                                                                  | $2,67 \pm 0,03$                                                                | $0,92 \pm 0,12$                                     | $1750,12 \pm 30,39$                                            | $607,00 \pm 49,50$                                                                | $48,00 \pm 0,36$                                                            | $52,00 \pm 0,46$                                                           |

рительного разгона. Предварительный разгон (третья фаза) во многом зависит от особенностей выполнения предыдущей фазы (торможения). От величины силы (ускорения), с которой начинается эта фаза, а значит, и период, зависит величина энергии, которую получают мышцы в процессе фазы торможения. Чем резче будет остановка гири в конце торможения, тем с большей силой и ускорением начнется движение в третьей фазе (предварительный разгон).

Финальный разгон и уход составляют одну целостную фазу, поскольку требуется их целостное выполнение. В противном случае будет происходить перепад (падение) скорости при переходе от финального разгона к уходу, что недопустимо с точки зрения рациональности и экономичности движения.

Биомеханические параметры рывка гири имеют квалификационные различия. Так, мастер спорта РФ по сравнению с безразрядником затрачивает меньшую энергию в двух основных фазах – торможение (2-я фаза) и предварительный разгон (3-я фаза). При этом у мастера спорта относительный показатель расхода энергии во второй фазе меньше, чем в третьей. Скорость вылета снаряда у спортсмена высокой квалификации также меньше, чем у спортсмена низкой квалификации; меньшей является и высота вылета гири (1,22 м и 1,44 м соответственно); большее значение имеет скорость опускания гири.

#### Библиография

1. Pinder, A.D.J. and M.G. Boocock, 2014. Prediction of the maximum acceptable weight of lift from the frequency of lift. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 44 (2).
2. Bunting, L. and B. Briggs, 2014. An unusual complication of weightlifting: A case report. *Annals of Emergency Medicine*, 63 (3).
3. Воропаев В.И. Гиревой спорт как эффективное средство физического воспитания // Тяжелая атлетика: ежегодник. М., 1984. С. 71.
4. Ратов И.П. Проблемы, гипотезы и перспективы ряда исследовательских направлений биомеханики спорта // Проблемы биомеханики спорта. М., 1974. С. 5–39.

5. Юшкевич Т.П., Васюк В.Е., Буланов В.А. Тренажеры в спорте. М.: Физкультура и спорт, 1989.
6. Эбзеев М.М. Специальная силовая подготовка армрестлингистов высокого класса с использованием машины безынерционного управляющего воздействия: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Майкоп, 1994.
7. Черкесов Ю.Т., Ингушев Ч.Х. Фазовая структура толчка двух гирь // Олимп. 2000. № 1. С. 32–33.
8. Жеков И.П. Биомеханика тяжелоатлетических упражнений. М.: Физкультура и спорт, 1976.
9. Черкесов Ю.Т. Машины управляющего воздействия и спорт. Майкоп: АГУ, 1993.
10. Черкесов Ю.Т. Указ. соч.
11. Эбзеев М.М. Указ. соч.
12. Эльгайтаров А.А. Особенности двигательных характеристик толкателей ядра в связи с их квалификацией и комплексным вариативным использованием управляемых сопротивлений: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Майкоп, 1996.

#### Bibliography

1. Pinder, A.D.J. and M.G. Boocock, 2014. Prediction of the maximum acceptable weight of lift from the frequency of lift. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 44 (2).
2. Bunting, L. and B. Briggs, 2014. An unusual complication of weightlifting: A case report. *Annals of Emergency Medicine*, 63 (3).
3. Voropayev, V.I., 1984. Kettlebell lifting as an effective means of physical training. *Weightlifting: a year-book*. Moscow: 71. (rus)
4. Rатов, I.P., 1974. Problems, hypotheses and prospects of some research directions of biomechanics in sports. *Problems of biomechanics of sports*. Moscow: 5–39. (rus)
5. Yushkevich, T.P., V.E. Vasyuk and V.A. Bulanov, 1989. Exercise equipment in sports. Moscow: published by Physical culture and sports. (rus)
6. Ebzeyev, M.M., 1994. Special strength training of high class arm-wrestling sportsmen with the use of the machine of inertia-free control: abstract of Candidate's thesis in Pedagogy. Maikop. (rus)
7. Cherkosov, Yu.T. and Ch.Kh. Ingushev, 2000. Phase structure of two weights push. *Olympus*, 1: 32–33. (rus)
8. Zhekov, I.P., 1976. Biomechanics of weight-lifting exercises. Moscow: published by Physical culture and sports. (rus)
9. Cherkosov, Yu.T., 1993. Machines of controlled influence and sports. Maikop: published by Astrakhan State University. (rus)
10. Cherkosov, Yu.T. Op. cit.
11. Ebzeyev, M.M. Op. cit.
12. Elgaytarov, A.A., 1996. Features of motion features of shot putters in connection with their qualification and complex variable use of controlled resistance: abstract of Candidate's thesis in Pedagogy. Maikop. (rus)