

УДК 796.526

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПАУЗ ОТДЫХА ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ СКАЛОЛАЗНОЙ ТРАССЫ

Котченко Юрий Васильевич

Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Физическое воспитание и спорт». Гуманитарно-педагогический институт, Севастопольский государственный университет. Севастополь, Россия. E-mail: skala7b@rambler.ru

OPTIMAL TIME FOR REST DURING MOVEMENT ON THE CLIMBING TRACK

Kotchenko Juri Vasilievich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor. Department of Physical Education and Sport of the Humanitarian and Pedagogical Institute of the Federal State Unitary Enterprise «Sevastopol State University». E-mail: skala7b@rambler.ru

Следует цитировать / Citation:

Котченко Ю. В. Определение оптимальной продолжительности пауз отдыха при прохождении скалолазной трассы // Здоровье человека, теория и методика физической культуры и спорта. — 2019. — № 4 (15). Спецвыпуск по гранту РФФИ № 19-013-20149\19. — С. 395–400. URL: <http://journal.asu.ru/index.php/zosh>

Kotchenko Ju. V. 2019. Optimal time for rest during movement on the climbing track. Health, Physical Culture and Sports, 4 (15), pp. 395–400. (in Russian). URL: <http://journal.asu.ru/index.php/zosh>.

Поступило в редакцию / Submitted 21.06.2019

Принято к публикации / Accepted 24.09.2019

Аннотация. В статье представлены результаты многолетних исследований по изучению соревновательной деятельности скалолазов высокой квалификации в дисциплине лазания на трудность. В качестве базы исходных данных использовались показатели выступлений мужчин на этапах кубка мира и чемпионатах мира в период с 2012 по 2018 гг. В общей сложности было собрано и проанализировано свыше 1100 индивидуальных стартов на 53 крупных международных турнирах. Изучались различные пространственно-временные характеристики лазания [9], в том числе и влияние пауз отдыха на итог прохождения короткой соревновательной трассы. Степень связи времени восстановления с результатом умеренная $R = 0,36$ и высокозначимая $p \ll 0,001$. Связь имеет характер логарифмической зависимости с наиболее активным ростом в первой половине трассы и плавно нарастающим во второй. Установлено, что подавляющее большинство спортсменов (90%) используют паузы отдыха общей продолжительностью до 56 секунд (на трассах протяженностью до 42 движений). Рост результативности на таких трассах, в целом сопровождается увеличением суммарной продолжительности пауз отдыха. В группе лидеров (1–4 место) показатели времени восстановления стабилизируются и не оказывают заметного влияния на результат. Попаданию в группу

лидеров способствуют паузы общей продолжительности порядка 30–40 сек. В ходе исследований построена регрессионная модель «время восстановления — результат», позволяющая рассчитать оптимум компонента и его зону. Предлагаемая модель разработана и может использоваться только для коротких соревновательных трасс. С ее помощью можно корректировать пространственно-временные характеристики лазания во время тренировочного процесса или рассчитать оптимальный показатель пауз отдыха при составлении тактического плана прохождения трассы на международных соревнованиях. Выполненные исследования позволили установить закономерности связи времени восстановления с итогом прохождения короткой соревновательной трассы. Степень связи умеренная $R = 0,36$ и высокозначимая $p = 2,3E-07$. Построена регрессионная модель позволяющая рассчитать зону оптимума компонента в зависимости от протяженности спортивной трассы. Результаты исследований могут использоваться при подготовке к международным стартам, а также непосредственно в ходе соревнований при составлении тактического плана выступления.

Ключевые слова: спортивное скалолазание, соревнования, время восстановления, эффективность выступления.

Abstract. The article presents result of year's research in competitive rock-climbing with high qualifications in discipline "hard climbing". Researches based on man's efficiency indicates on different stages of World's Cup and World's Championships during 2012–2018 years. To sum up, more than 1100 individual starts on 53 big international tournaments was collected and analyzed. Different temporal and spatial climbing characteristics [9], has been studied, including pause's influences on passing results of short competitive track. Level of connection between time of the rest and result moderate $R = 0,36$, and highly significant $p \ll 0,001$. Correlation is logarithmic depend between highly active growing in first half of the track and slightly growing in second one. In conclusion, most of athletes (90%) use 56 seconds long pauses (on tracks with 42 moves length) including grow of rest stabilized and does not influence on the result. Pauses 30–40 seconds long further the way in the Top Group. During researches regression model "rest time — result" was made. This model allows to find component's optimum and area. Model may be used only for short competitive tracks. This model helps in corrections of temporal and spatial climbing characteristics during training process and calculate optimal indicate of rest pauses during making passing track tactical plan on international competition. The studies performed allowed us to establish the laws of connection between recovery time and the result of passing a short competitive route. The degree of communication is moderate $R = 0.36$ and highly significant $p = 2.3E-07$. A regression model is constructed that allows calculating the optimum zone of the component depending on the length of the sports track. The research results can be used in preparation for international starts, as well as directly during the competition when drawing up a tactical performance plan.

Key words: sport climbing, competitions, recovery time, the effectiveness of performance.

Актуальность. Эффективность спортивного выступления в любом виде спорта всегда интересовала специалистов. Один из основных путей исследований в этом направлении — это поиск компонентов, оказывающих влияние на результат и возможность достижения по каждому из них оптимальных показателей, способствующих высокой результативности выступления.

Скалолазание в этом плане не является исключением, а после включения в программу Олимпийских игр такие исследования становятся особенно актуальными, поскольку могут существенно повысить степень конкурентоспособности российских спортсменов на международной арене.

Научные публикации данной тематики в скалолазании достаточно популярны и у оте-

чественных, и у зарубежных специалистов. Поскольку скалолазание относится к атлетическим видам спорта, наиболее внимательно рассматриваются вопросы специальной физической подготовки и выносливости [1–3], силы мышц плечевого пояса [4, 5]. Очень подробно изучаются и многочисленные психологические аспекты прохождения сложной спортивной трассы [6, 7].

В последнее время в зарубежной печати стали появляться статьи, посвященные изучению пространственно-временных характеристик лазания [8]. Пока что эта область считается малоизученной, но достаточно перспективной, поскольку данные характеристики позволяют получить количественную оценку по некоторым параметрам прохождения спортивной трассы.

Знание таких компонентов может реально способствовать достижению более высокого результата за счет максимальной реализации соревновательного потенциала спортсмена. Косвенным подтверждением такой гипотезы может служить высказывание японских скалолазов после триумфального успеха на молодежном чемпионате мира в Мюнхене: «...наш секрет успеха не имеет ничего общего с физической подготовкой». А с чем имеет? Об этом они, конечно, не говорят.

Поиск и изучение компонентов, оказывающих воздействие на результат непосредственно в ходе соревновательного процесса, — весьма сложный этап исследований. Необходимо найти эти компоненты, собрать множество наблюдений по каждому, установить закономерности связи с результатом, определить степень влияния, выделить наиболее важные и уже после этого попробовать смоделировать процесс. Такие исследования ведутся и некоторые результаты были опубликованы в работе [9].

В данной статье рассматриваются результаты анализа одного из таких влияющих компонентов — времени восстановления (t_1).

Цель исследований: построение математической модели, позволяющей рассчитать оптимальное время продолжительности восстановительных пауз при прохождении спортивной трассы на международных соревнованиях.

В исследовании использовались данные, полученные в ходе выступлений высококвалифицированных скалолазов-мужчин на полуфинальных и финальных трассах этапов кубка и чемпионатов мира в дисциплине лазания на трудность.

Методы исследования. В общей сложности было собрано и изучено свыше 1100 индивидуальных стартов на 53 крупных международных турнирах. С помощью специализированной программы Kinovea 0.8.24 обрабатывались видеофайлы выступлений. Полученные данные анализировались с помощью программного пакета Statistica 10. Методы анализа: корреляционный, регрессионный.

Результаты. Одной из серьезных проблем исследования является отсутствие стандартизации трасс в сложном лазании. Соревновательный маршрут может иметь непредсказуемые (или плохопрогнозируемые) протяженность и категорию трудности [10]. Эти два параметра оказывают сильное влияние продолжительность восстановительных пауз, соответственно, на различных трассах оптимальное время отдыха будет отличаться.

Для определения категории трудности использовалась методика [9, с. 22], позволяющая исключить из анализа легкие трассы, а проблема протяженности была решена путем деления маршрутов на две группы: короткие (s-трассы), когда $Y \leq 42$, а также средние и длинные (ext-трассы), для $Y > 42$. После таких ограничений выборка для группы коротких трасс составила $n = 375$.

Паузы отдыха во время выступления при условии, если речь идет о высоких результатах, скалолазы используют почти всегда. Минимальные показатели по этому компоненту в своем большинстве характерны для слабоподготовленных спортсменов, которые просто не в состоянии держать паузу и работают на пределе до срыва. В остальных случаях, за редким исключением, скалолазы используют такие паузы, позволяющие восстановить дыхание, дать отдых предплечьям или скорректировать при необходимости последовательность движений (рис. 1, 2).



Рис. 1. Классическая позиция отдыха



Рис. 2. Сложная позиция отдыха

Анализ выступлений показывает, что высококвалифицированные спортсмены могут брать такие паузы в очень сложных, а иногда и просто непредсказуемых местах. С другой стороны, менее подготовленные спортсмены, не владея научно обоснованными рекомендациями по общей продолжительности временных пауз, иногда совершенно необоснованно затягивают время отдыха, что часто ведет к ухудшению результата. Основные характеристики t_1 -компонента представлены в таблице.

Степень связи времени t_1 -компонента с результатом (Y) — умеренная и высокозначимая, т. е. присутствует практически всегда. Следовательно, несколько дополнительных секунд отдыха на трассе вполне могут способствовать достижению более высокого результата. Несмотря на то, что высокая дисперсия данных не позволяет построить точное уравнение связи для поиска оптимальных показателей, искомые закономерности все же присутствуют. Учитывая эти обстоятельства, при поиске ре-

шения лучше ориентироваться не на прецизионный показатель компонента, а на его зону оптимума.

Показатели времени восстановления характерные для трасс полуфинально-финального этапа

Характеристики (для коротких трасс)	показатели	
Среднее значение времени отдыха на трассе	t_1	24,7
Индекс корреляции ($p = 2,3E-07$)	R	0,36
Дисперсия данных	σ^2	471
Коэффициент вариации	v	88
Стандартная ошибка среднего	m	1,14
Минимальный показатель на соревновательных трассах	min	0
Максимум суммарной продолжительности времени отдыха	max	94

Линейный график значений t_1 -компонента и распределение ряда представлены на рисунке 3 и рисунке 4.

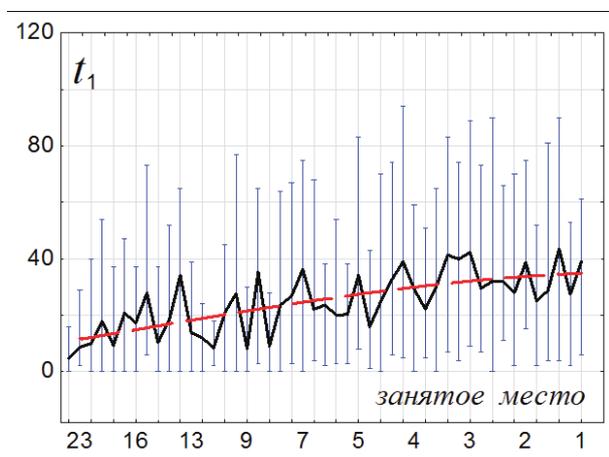


Рис. 3. Диаграмма рассеяния данных

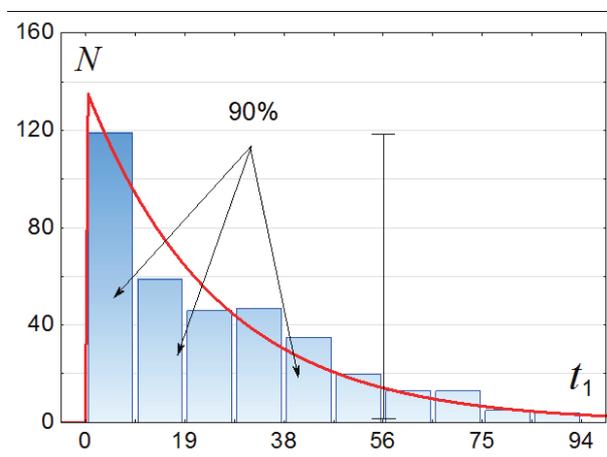


Рис. 4. Распределение данных

Как мы видим, рост результативности сопровождается увеличением суммарной продолжительности пауз отдыха (рис. 3). В группе лидеров (1–4 место) показатели стабилизируются и уже не оказывают заметного влияния на результат. Но попаданию в эту группу лидеров способствуют паузы общей продолжительности порядка 30–40 сек.

Распределение ряда подчиняется экспоненциальному закону (рис. 4), при этом подавляющее большинство спортсменов (90%) ограничивается суммарным временем восстановительных пауз в пределах 56 секунд.

Если в качестве показателя результативности рассматривать не занятое место, а балл (Y), полученный спортсменом по результату выступления (максимально достигнутая отметка на трассе), связь компонента с результатом будет иметь вид логарифмической зависимости. Ее можно выразить с помощью уравнения регрессии:

$$t_{1s} = -86,7 + 33,73 \ln Y_s,$$

где t_{1s} — оптимальное время отдыха на s-трассе; Y_s — планируемый результат выступления на короткой трассе. Рабочий диапазон уравнения: $15 \leq Y \leq 42$.

Как отмечалось выше, высокая дисперсия не позволяет получить точную величину оптимума компонента и величина стандартной ошибки очень высокая: $m = 81\%$. Полученное с помощью регрессионной модели значение нужно рассматривать в качестве центра зоны оптимума, а границы этой зоны

определяются с учетом размера стандартной ошибки.

Рассмотрим пример. Протяженность соревновательной трассы $Y_{\text{top}} = 36$. Тогда оптимальное время отдыха для этой трассы: $t_{1s} = -86,7 + 33,7 \ln Y_s = 33,73 \ln(36) - 86,7 = 34$ секунды.

С учетом величины стандартной ошибки получаем размер зоны оптимума: 34 ± 29 секунд, и чем ближе к центру зоны находится показатель спортсмена, тем лучше. Таким образом, даже если время восстановления, использованное спортсменом, составило всего 10 секунд, и при этом он показал хороший результат, это не будет явной ошибкой. Но если он вышел за границы зоны оптимума (менее 5 и более 63 секунд для трассы $Y_{\text{top}} = 36$), это уже можно трактовать как ошибочные действия, поскольку, как показывает практика, такие значения редко сопутствуют эффективному прохождению спортивного маршрута.

Заключение. Выполненные исследования позволили установить закономерности связи времени восстановления с итогом прохождения короткой соревновательной трассы. Степень связи умеренная $R = 0,36$ и высокозначимая $p = 2,3E-07$. Построена регрессионная модель, позволяющая рассчитать зону оптимума компонента в зависимости от протяженности спортивной трассы. Результаты исследований могут использоваться при подготовке к международным стартам, а также непосредственно в ходе соревнований при составлении тактического плана выступления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кёстермейер Г., Примеров В. П. Спортивное скалолазание. Первое приближение. Екатеринбург, 2010. 112 с.
2. Ломовцев Д. Ю., Кравчук Д. А. Оптимизация тренировочного процесса скалолазов, специализирующихся в лазании на трудность, на основе комплексного анализа уровня физической подготовленности // Омский научный вестник. 2012. № 4. С. 247–249.
3. Baláš J., et al. 2012. Hand-arm strength and endurance as predictors of climbing performance // European Journal of Sport Science. 12 (1). P. 16–25.
4. España-Romero V., Ortega F. B., García-Artero E., Gutiérrez A. 2006. Performance, anthropometrics and muscle strength characteristics in spanish elite rock climbers. Revista Española e Iberoamericana de Medicina de la Educación Física y el Deporte. 15 (4). P. 176–183.

5. MacLeod D., Sutherland D. L., Buntin L., Whitaker A., Aitchison T., Watt I., et al. 2007. Physiological determinants of climbing-specific finger endurance and sport rock climbing performance // *Journal of sports sciences*. 25 (12). P. 1433–1443.

6. Анохова А. А., Сопов В. Ф. Применение комплексной программы обучения психической саморегуляции в скалолазании // *Современные проблемы психологии физической культуры и спорта: сб. науч. тр. М., 2016. С. 232–243.*

7. Бочавер К. А., Довжик Л. М., Тер-Минасян А. А. К вопросу о концентрации внимания в спортивном скалолазании // *Спортивный психолог*. 2015. № 1 (36). С. 55–62.

8. Orth D., Kerr G., Davids K., Seifert L. 2017. Analysis of Relations between Spatiotemporal Movement Regulation and Performance of Discrete Actions Reveals Functionality in Skilled Climbing. [Electronic resource]. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2017.01744/full>

9. Котченко Ю. В. Сложное лазание: Теория соревновательного процесса. Симферополь: Научный мир, 2018. 288 с.

10. Скалолазание и наука. Категории трасс [Электронный ресурс]. URL: <http://rcrs.info/category/kategorii-trass/>

REFERENCES

1. Këstermeyer G., Primerov V. P. 2010. Sports climbing. The first approximation. Ekaterinburg, 112 p. (in Russian).

2. Lomovtsev D. Y., Kravchuk D. A. 2012. Optimization of training process of sports-climbers specializing in climbing discipline “difficulty”, on the basis of a comprehensive analysis of the level of physical readiness. *Omsk Scientific Messenger*, 4, P. 247–249 (in Russian).

3. Baláš J., et al. 2012. Hand-arm strength and endurance as predictors of climbing performance. *European Journal of Sport Science*, 12 (1), P. 16–25.

4. España-Romero V., Ortega F. B., García-Artero E., Gutiérrez A. 2006. Performance, anthropometrics and muscle strength characteristics in spanish elite rock climbers. *Revista Española e Iberoamericana de Medicina de la Educación Física y el Deporte*, 15 (4), P. 176–183.

5. MacLeod D., Sutherland D. L., Buntin L., Whitaker A., Aitchison T., Watt I., et al. 2007. Physiological determinants of climbing-specific finger endurance and sport rock climbing performance. *Journal of sports sciences*, 25 (12), P. 1433–1443.

6. Application of the comprehensive program of training of mental self-regulation in rock-climbing. 2016. Anokhova A. A., Sopov V. F. Modern problems of psychology of physical culture and sports: coll. sci. tr. M., P. 232–243 (in Russian).

7. Bochaver K. A., Dovzhik L. M., Ter-Minasyan A. A. 2015. On the issue of concentration in sports climbing. *Sports psychologist*, no. 1 (36), P. 55–62 (in Russian).

8. Orth D., Kerr G., Davids K., Seifert L. 2017. Analysis of Relations between Spatiotemporal Movement Regulation and Performance of Discrete Actions Reveals Functionality in Skilled Climbing. [Electronic resource]. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2017.01744/full>

9. Kotchenko Yu. V. 2018. Complex climbing: Theory of the competitive process. Simferopol: Scientific world, 288 p. (in Russian).

10. Rock Climbing and Science. Categories of trails. 2018. [Electronic resource]. <http://rcrs.info>, Access mode: <http://rcrs.info/category/kategorii-trass/>