

МИНИСТЕРСТВО СПОРТА, ТУРИЗМА И МОЛОДЕЖНОЙ
ПОЛИТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ЦЕНТР СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВКИ СБОРНЫХ КОМАНД РОССИИ»

Для ограниченного пользования

ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Сборник информационных материалов



ТВТ Дивизион
Москва 2010

Сборник информационных материалов подготовлен на основании материалов НИР, выполненной Кубанским государственным университетом физической культуры, спорта и туризма в соответствии с планом научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ Минспорттуризма России на 2010 год

Редакционная коллегия ФГУ «Центр спортивной подготовки сборных команд России»:

А.М. Кравцов (главный редактор),
А.Г. Абалян, С.П. Евсеев, Е.Б.Мякинченко, Т.Г. Фомиченко,
С.Л. Хоронюк, М.П. Шестаков (зам. главного редактора),
Ю.Н. Шилин (ответственный секретарь)

Особенности подготовки спортсменов высокой квалификации:
Сборник информационных материалов. – М.: ТВТ Дивизион, 2010. – 96 с.

ISBN 978-5-98724-078-6

Информационные материалы содержат описание особенностей использования различных средств и методов подготовки спортсменов высокой квалификации к ответственному международным соревнованиям.

Сборник предназначен для тренеров и спортсменов сборных команд, а также специалистов различных научных направления принимающих участие в подготовке спортсменов высокой квалификации разных спортивных специализаций.

УДК 77.03.25

ISBN 978-5-98724-078-6

© Минспорттуризм России, 2010
© Оформление ТВТ Дивизион, 2010

1. РЕЗУЛЬТАТ ПРИМЕНЕНИЯ 6-НЕДЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПЛИОМЕТРИЧЕСКИХ ТРЕНИРОВОК НАПРАВЛЕННЫХ НА УВЕЛИЧЕНИЕ БЫСТРОТЫ ДВИЖЕНИЙ СПОРТСМЕНОВ	4
2. МЕТОДЫ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ТРЕНИРОВОК У МОЛОДЫХ ГРЕБЦОВ МЕЖДУНАРОДНОГО КЛАССА.....	21
3. ПРОБЛЕМА ДОСТИЖЕНИЯ ПИКА СПОРТИВНОЙ ФОРМЫ К НАЧАЛУ ОЛИМПИЙСКИХ ИГР В АФИНАХ.....	48
4. ВЛИЯНИЕ УТОМЛЕНИЯ НА СУБЪЕКТИВНУЮ И ОБЪЕКТИВНУЮ ОЦЕНКУ ОСОЗНАНИЯ СИТУАЦИИ В ВЕЛОСИПЕДНОМ СПОРТЕ.....	61
5. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ СРАВНЕНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕГУНОВ ПРИ БЕГЕ НА БЕГОВОЙ ДОРОЖКЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОДДЕРЖИВАЮЩЕЙ РЕМЕННОЙ ПОДВЕСКИ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВЕСА ТЕЛА И БЕЗ НЕЕ	79

1. РЕЗУЛЬТАТ ПРИМЕНЕНИЯ 6-НЕДЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПЛИОМЕТРИЧЕСКИХ ТРЕНИРОВОК НАПРАВЛЕННЫХ НА УВЕЛИЧЕНИЕ БЫСТРОТЫ ДВИЖЕНИЙ СПОРТСМЕНОВ

Майкл Г. Миллер¹, Джереми Дж. Гернимэн¹,
Марк Д. Рикард², Кристофер С. Читхэм¹ и Тимоти Дж. Майкл¹

THE EFFECTS OF A 6-WEEK PLYOMETRIC TRAINING PROGRAM ON AGILITY

Michael G. Miller¹, Jeremy J. Herniman¹, Mark D. Ricard²,
Christopher C., Cheatham¹ and Timothy J. Michael¹

Плиометрические тренировки применяются спортсменами в различных видах спорта для развития силовых и скоростно-силовых способностей. Особенность выполнения плиометрических упражнений (скоростно-силовые упражнения) заключается в быстром растяжении мышцы (эксцентрическое растяжение – негативная фаза), вслед за которым сразу же следует ее быстрое сокращение (концентрическое сокращение – позитивная фаза) (Baechle and Earle, 2000). В многочисленных исследованиях было продемонстрировано, что плиометрические тренировки в сочетании с синхронизированной программой тренировок, направленных на развитие и совершенствование силовых способностей могут способствовать улучшению выполнения техники вертикального прыжка, увеличению ускорения, увеличению силы ног, повышению проприоцептивной чувствительности и т.д. (Adams et al., 1992; Anderst et al., 1994; Bebi et al., 1987; Bobbert, 1990; Brown et

¹ Факультет HPER, Западный университет штата Мичиган, Мичиган, США

² Университет штата Техас в г. Арлингтоне, США

¹ Department of HPER, Western Michigan University, MI, USA

² University of Texas-Arlington, USA

al., 1986; Clutch et al., 1983; Harrison and Gaffney, 2001; Hennessy and Kilty, 2001; Hewett et al., 1996; Holcomb et al., 1996; Miller et al., 2002; Paasuke et al., 2001; Potteiger et al., 1999; Wilson et al., 1993).

Уже более 20 лет назад было высказано предположение, что выполнение плиометрических упражнений, приводящее к увеличению силы и повышению эффективности выполнения движений будет способствовать развитию быстроты (Stone and O'Bryant, 1984). В связи с этим плиометрические тренировки стали применяться в футболе, теннисе, американском футболе и других видах спорта, в которых быстрота движений является важным фактором повышения результативности действий спортсменов (Parsons and Jones, 1998; Renfro, 1999; Robinson and Owens, 2004; Roper, 1998; Yarp and Brown, 2000). Однако экспериментальных результатов, убедительно подтверждающих высказанное предположение было получено недостаточно.

В связи с этим целью данного исследования являлось определение влияния применения 6-недельной программы плиометрических тренировок, направленных на увеличение быстроты выполнения движений.

В исследовании принимали участие 28 испытуемых. Они были разделены на две группы: экспериментальную и контрольную (таблица 1). Испытуемые не имели травм нижних конечностей и не выполняли никаких других плиометрических упражнений в период проведения исследований.

Табл. 1. Демографические данные.

Данные представляют собой средние значения ($\pm CO$)

	Контрольная группа n = 14 (♂=10, ♀=4)	Экспериментальная группа n = 14 (♂=9, ♀=5)
Возраст (лет)	24,2 (4,8)	22,3 (3,1)
Рост (м)	1,70 (0,10)	175,4 (8,6)
Вес (кг)	81,2 (21,1)	80,1 (14,9)

В подготовку спортсменов экспериментальной группы была включена 6-недельная программа плиометрических тренировок, предусматривавшая выполнение различных специально отобранных плиометрических упражнений для нижних конечностей в установленное (постоянное) время суток (таблица 2), в то время как спортсмены контрольной группы не выполняли никаких плиометрических упражнений.

Программа была составлена на основе рекомендаций определявших объем и интенсивность тренировок, предложенных Пайпером и Эрдманом (Piper and Erdmann, 1998), с использованием рекомендованных ими упражнений.

Все испытуемые были проинструктированы о том, что они не должны начинать выполнение каких-либо других программ по укреплению нижних конечностей в течение 6-недельного экспериментального периода.

Табл. 2. Протокол проведения 6-недельной программы плиометрических тренировок

№ недели проведения тренировок	Объем тренировок (кол-во контактов с опорой)	Плиометрическое упражнение	Кол-во серий и повторений	Интенсивность тренировки
1	2	3	4	5
1 неделя	90	Прыжки с нагрузкой на икры и лодыжки и отскоками в стороны	2 X 15	Низкая
		Взрывной прыжок вверх из положения полуприседа с поднятыми вверх руками	2 X 15	Низкая
		Прыжки вперед через конус	5 X 6	Низкая

Продолжение табл. 2.

1	2	3	4	5
2 неделя	120	Прыжки с нагрузкой на икры и лодыжки и отскоками в стороны	2 X 15	Низкая
		Прыжок в длину с места ¹	5 X 6	Низкая
		Прыжок через барьер из стороны в сторону ²	2 X 15	Средняя
		Прыжки вперед на двух ногах	5 X 6	Средняя
3 неделя	120	Прыжки с нагрузкой на икры и лодыжки и отскоками в стороны	2 X 12	Низкая
		Прыжок в длину с места ¹	4 X 6	Низкая
		Прыжок через барьер из стороны в сторону ²	2 X 12	Средняя
		Прыжки вперед на двух ногах	3 X 8	Средняя
		Прыжки через конус из стороны в сторону ³	2 X 12	Средняя
4 неделя	140	Прыжки через конус по диагонали	4 X 8	Низкая
		Прыжок в длину с места с боковым спринтом ⁴	4 X 8	Средняя
		Прыжки через конус из стороны в сторону ³	2 X 12	Средняя
		Прыжки вперед на одной ноге ⁵	4 X 7	Высокая
		Запрыгивание на предмет на одной ноге сбоку ⁶	4 X 6	Высокая

Продолжение табл. 2.

1	2	3	4	5
5 неделя	140	Прыжки через конус по диагонали	2 X 7	Низкая
		Прыжок в длину с места с боковым спринтом ⁴	4 X 7	Средняя
		Прыжки через конус из стороны в сторону ³	4 X 7	Средняя
		Прыжки через конус с поворотом на 180°	4 X 7	Средняя
		Прыжки вперед на одной ноге ⁵	4 X 7	Высокая
		Запрыгивание на предмет на одной ноге сбоку ⁶	4 X 6	Высокая
6 неделя	120	Прыжки через конус по диагонали	2 X 12	Низкая
		Упражнение «шестиугольник» ⁷	2 X 12	Низкая
		Прыжки через конус со сменой направления	4 X 6	Средняя
		Прыжки вперед на двух ногах	3 X 8	Средняя
		Запрыгивание на предмет на одной ноге сбоку ⁶	4 X 6	Высокая

Примечание переводчика: На нижеперечисленных сайтах размещены видеозаписи выполнения вышеуказанных прыжковых упражнений:

¹ <http://www.youtube.com/watch?v=9uF87Q6tLxw&feature=related>

² <http://www.youtube.com/watch?v=hADsX-H2O5w>

³ <http://www.youtube.com/watch?v=Zjs6GLVEuRg>

⁴ <http://video.eastbay.com/?video=Jordan-Long-Jump-With-Lateral-Sprint&cat=Brands&catId=1022&vidId=10160&catTitle=Jordan&Start=10>

⁵ <http://www.youtube.com/watch?v=B4vKD0N8mrU>

⁶ <http://www.5min.com/Video/How-to-do-a-Single-Leg-Lateral-Jump-27031997>

⁷ на полу чертится шестиугольник, спортсмен становится в центр и, не останавливаясь, перепрыгивает поочередно через каждую из сторон, каждый раз возвращаясь в центр

С физиологической и психологической точек зрения оптимальная продолжительность проведения интенсивных силовых тренировок соответствует 4-6 неделям (Adams et al., 1992). Некоторые спортивные физиологи считают, что нервно-мышечные адаптационные реакции, способствующие выработке взрывной силы, возникают в начале энергетического цикла фазы периоди-

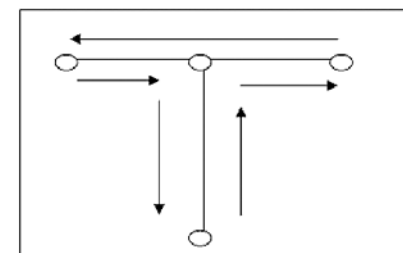


Рис. 1. Процедура выполнения Т-теста

Три конуса устанавливаются на прямой линии на расстоянии пяти метров друг от друга. Четвертый конус располагается на расстоянии 10 м от среднего конуса, так что все конусы образуют букву Т.

- Спортсмен начинает упражнение у основания буквы Т.
- Проводящий тест специалист дает сигнал к началу упражнения, и когда спортсмен пересекает фотоэлемент, начинается отсчет времени.
- Спортсмен бежит вперед к среднему конусу и касается его.
- Спортсмен перемещается в сторону на расстояние 5 м к правому конусу и касается его.
- Спортсмен перемещается в сторону на расстояние 10 м к дальнему конусу и касается его.
- Спортсмен перемещается в сторону на расстояние 5 м к среднему конусу и касается его.
- Спортсмен бежит назад на расстояние 10 м и касается конуса у основания буквы Т.
- Время останавливается, после того как спортсмен пересекает фотоэлемент.

зации тренировки (Adams et al., 1992). В соответствии с научными рекомендациями (Adams et al., 1992) для достаточного обеспечения восстановительных процессов, обеспечивающих эффективную спортивную деятельность, плиометрические тренировки проводились только два раза в неделю.

Согласно рекомендациям Пайпера и Эрдмана (Piper and Erdmann, 1998), а так же на основании результатов исследований, полученных Миллером с соавторами (Miller et al., 2002) объем тренировочной нагрузки находился в пределах 90–140 контактов ступней с опорой во время каждой тренировки, а интенсивность нагрузки постепенно возрастала в течение 5 недель и затем была снижена в течение 6-ой недели. Интенсивность упражнений уменьшалась в течение последней недели с целью предотвращения возникновения эффекта утомления.

Для оценки влияния плиометрических тренировок на быстроту движений спортсменов было проведено контрольное тестирование. Для этого были отобраны три теста, которые применялись до и после проведения эксперимента. Для определения скорости движения при смене направлений, например, во время рывка вперед, резких поворотов влево и вправо и движения назад применялся Т–тест.

Для определения быстроты движений при ускорении, торможении, поворотах в различных направлениях и беге под разными углами был использован Иллинойский тест (Рис. 2).

Для определения скорости и мощности (на основе измерения времени контакта с опорой при выполнении прыжка) был использован тест, направленный на оценку опорной реакции. Этот тест имитирует точечное упражнение (видео на сайте <http://www.youtube.com/watch?v=PR7s4nXtWSw>), которое требует от спортсмена пребывания в состоянии непрерывного балансирования (неустойчивого равновесия) для перемещения массы тела в нескольких различных направлениях.

Перед началом проведения плиометрических тренировок всем участникам эксперимента были разъяснены и наглядно продемонстрированы правила проведения тестов, а так же были про-

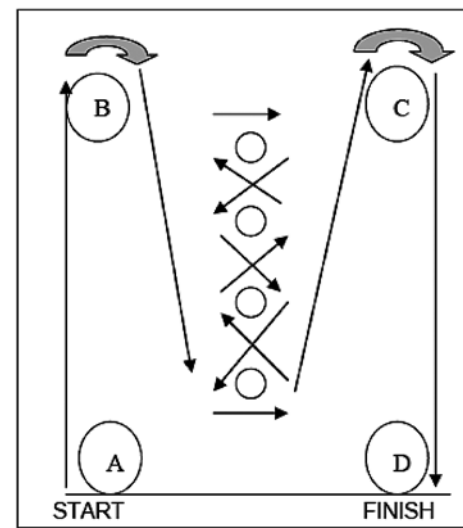


Рис. 2. Порядок выполнения Иллинойского теста на определение быстроты реакции

Для данного теста используется 4 конуса, образующих зону определения быстроты реакции (ловкости) (10 метров в длину x 5 метров в ширину). Выполнение теста начинается с конуса, расположенного в пункте А.

- Конусы В и С отмечают места поворотов.
- Конус в пункте D служит отметкой финиша.
- Разместите четыре конуса в центре исследуемой площади на расстоянии 3,3 м.
- Начать выполнение теста, лежа лицом вниз с руками на уровне плеч.
- По команде «Марш!» спортсмен начинает выполнение теста, и после пересечения им фотоэлемента начинается отсчет времени.
- Спортсмен поднимается и бежит в заданном направлении. В пунктах поворота В и С спортсмен касается конусов рукой
- Тест считается выполненным, после того как спортсмен пересекает финишную прямую, не опрокинув ни одного конуса.

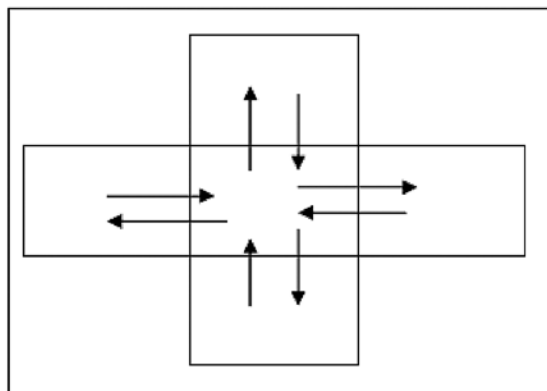


Рис. 3. Порядок выполнения теста на определение опорной реакции (выполняется на опорной ноге по часовой стрелке)

- Спортсмен становится в центр опорной плиты
- Спортсмен балансирует на опорной ноге
- Спортсмен прыгает вперед из центра и назад в центр
- Затем спортсмен прыгает вправо из центра и назад в центр
- Затем спортсмен прыгает назад из центра и обратно в центр
- Затем спортсмен прыгает влево из центра и назад в центр

ведены практические занятия для ознакомления с процедурой тестирования. Тестирование было организовано таким образом, чтобы свести до минимума влияние выполнения предшествующих заданий. Полная процедура тестирования каждого спортсмена занимала около часа. Она состояла из разминки, десятиминутных перерывов для отдыха между выполнением тестовых заданий и примерно трехминутных пауз между повторами. Испытуемые выполняли каждый тест три раза, после чего их результаты были обработаны с помощью методов математической статистики.

Для расчета статистических данных использовалась программа «The Statistical Package for Social Science» (Пакет программ обработки статистических данных в социологии) (версия 11.0: Чикаго, Ill).

После проведения тестирования до и после применения 6-ти недельной плиометрической тренировки были получены результаты, представленные в таблице 3, которые соответствуют средним значениям и стандартным отклонениям временных показателей спортсменов контрольной и экспериментальной групп при проведении всех трех тестов.

Табл. 3. Средние значения (\pm стандартные отклонения) 3-х регистраций быстроты реакции

Тест на быстроту реакции	Перед испытаниями	После испытаний
<i>T-тест на быстроту (сек.)</i>		
Экспериментальная группа	12,8 (1,0)	12,1 (1,1) *
Контрольная группа	12,6 (1,1)	12,6 (1,1)
<i>Иллинойский тест на быстроту (сек.)</i>		
Экспериментальная группа	17,1 (1,7)	16,6 (1,6) *
Контрольная группа	16,5 (0,95)	16,5 (0,9)
<i>Тест на оценку опорной реакции (мсек.)</i>		
Экспериментальная группа	256,9 (28,2)	230,5 (37,2) *
Контрольная группа	233,1 (20,6)	232,1 (20,7)
* Значимое изменение (после испытаний – перед испытаниями) при использовании в качестве ковариаты показателя, измеренного перед проведением испытаний, $p < 0,05$.		

При выполнении T-теста показатели времени спортсменов экспериментальной группы улучшились на 4,86%, при выполнении Иллинойского теста на быстроту движений – на 2,93% и теста на оценку опорной реакции – более чем на 10%. Полученные результаты после проведения всех трех тестов достоверно отличаются от исходных. Это свидетельствует о том, что применение плиометрических тренировок позволяет улучшить временные показатели благодаря улучшению либо моторной функции, либо адаптационных реакций нервной системы.

В одном из предыдущих исследований влияния плиометрических тренировок авторы предположили, что улучшение быстроты является результатом вовлечения в данный процесс большего количества моторных клеток (мотонейронов) (Potteiger et al. 1999). По результатам других исследований было сделано предположение о том, что адаптационные реакции нервной системы обычно проявляются, когда реакции спортсменов ускоряются в результате более высокой координации между сигналом центральной нервной системы и проприоцептивной обратной связью (Craig, 2004). Однако мы не смогли установить, вызывалась ли вышеуказанная нервная адаптация синхронной активизацией моторных нейронов или более активной передачей нервных импульсов в спинной мозг в соответствии с ранее высказанным предположением Поттейгера и соавторов (Potteiger et al., 1999). Таким образом, необходимо проведение дополнительных исследований для выяснения механизма действия адаптационных реакций нервной системы, проявляющихся в результате плиометрических тренировок, и их механизма воздействия на быстроту движений спортсменов.

Нами был выбран тест на оценку опорной реакции, позволяющий измерить время контакта стоп ног с опорой в момент подготовки к смене направления движения (прыжка), которое служит основным компонентом быстроты движений, и улучшение которого является одним из главных положительных эффектов плиометрических тренировок. Роупер (Roper, 1998) использовал четырехточечное упражнение, имеющее большое сходство с применяемым нами тестом на опорной плите, ввиду того, что виды применяемых в обоих тестах движений требуют быстрой и последовательной смены направления движения вперед, назад и в стороны. Он констатировал, что взаимосвязь между плиометрическими тренировками и повышением результативности выполнения тестов на быстроту может заключаться в том, что в обоих этих видах деятельности используются одинаковые типы движения, позволяющие увеличить выход мощности и коэффициент полезного действия движения благодаря немедленной смене направления при приземлении. Результаты, полученные нами при

применении теста на оценку опорной реакции, подтверждают предположение Роупера, что выполнение программы плиометрических тренировок может способствовать сокращению времени опорной реакции по причине увеличения мышечной силы и коэффициента полезного действия движения.

В ходе проводимого нами исследования спортсмены, принимавшие участие в плиометрических тренировках, показали значимое улучшение времени при выполнении как Т-теста, так и Иллинойского теста на быстроту. Следовательно, нами была выявлена позитивная корреляция между плиометрическими тренировками и повышением результативности выполнения обоих тестов на быстроту движений. Данное повышение быстроты реакции имеет несомненную пользу для спортсменов, занимающихся видами спорта, требующими быстрых движений, и служит также подтверждением результатов, полученных при проведении других исследований. Например, авторы одного из исследований особенностей подготовки теннисистов применяли Т-тест и тест, основанный на выполнении точечного упражнения, для определения скорости и быстроты движений спортсменов (Parsons and Jones, 1998). Они обнаружили, что теннисисты стали более быстрыми и ловкими, что позволило им принимать больше мячей и тем самым повысить результативность своей игры. Ренфро (Renfro, 1999) проводил измерения быстроты, используя Т-тест вместе с плиометрическими тренировками, а Робинсон и Оуэнс (Robinson and Owens, 2004) продемонстрировали улучшение быстроты движений спортсменов, которые выполняли вертикальные, боковые и горизонтальные плиометрические прыжки.

В ходе наших исследований были получены очень обнадеживающие результаты, которые наглядно продемонстрировали положительное влияние плиометрических тренировок на развитие быстроты движений спортсменов. Кроме того, полученные нами результаты подтверждают сделанное ранее предположение, что увеличение быстроты движений наступает уже через 6 недель проведения плиометрических тренировок. Поэтому целесообразно применять их на последней стадии процесса подготовки спор-

тсменов к соревновательному сезону. Нами также установлено, что спортсмены могут использовать плиометрические упражнения не только для прерывания монотонности тренировок, но, применять их для развития ловкости и одновременно для совершенствования силовых и скоростно-силовых способностей.

Однако использование плиометрических упражнений показано в основном спортсменам высокой и высшей спортивной квалификации находящимся в хорошей спортивной форме, не имеющим серьезных травм тех частей тела, которые непосредственно подвергаются воздействию упражнений, а также подбранные упражнения должны соответствовать специфике вида спорта и тех движений, которые выполняет спортсмен в процессе своей деятельности.

Существует еще целый ряд ограничений, правил подбора и выполнения плиометрических упражнений, а также использования плиометрических тренировок в подготовке спортсменов, с которыми желательно ознакомиться перед их применением.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Adams, K., O'Shea, J.P., O'Shea, K.L. and Climstein, M. (1992) The effects of six weeks of squat, plyometrics, and squat plyometric training on power production. *Journal of Applied Sports, Science Research* 6, 36-41.
2. Anderst, W.J., Eksten, F. and Koceja, D.M. (1994) Effects of plyometric and explosive resistance training on lower body power. *Medicine and Science in Sport and Exercise* 26, S31.
3. Asmussen, E. and Bonde-Peterson, F. (1974) Apparent efficiency and storage of elastic energy in human muscles during exercise. *Acta Physiologica Scandinavica* 92, 537-545.
4. Baechle, T.R. and Earle, R.W. (2000) *Essentials of strength training and conditioning*. 2nd edition. Champaign, IL: National Strength and Conditioning Association.
5. Barnes, M. and Attaway, J. (1996) Agility and conditioning of the San Francisco 49ers. *Strength and Conditioning* 18, 10-16.
6. Bebi, J., Cresswell, A., Engel, T. and Nicoi, S. (1987) Increase in jumping height associated with maximal effort vertical depth jumps. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 58, 11-15.
7. Bobbert, M. (1990) Drop jumping as a training method for jumping ability. *Sports Medicine* 9, 7-22.
8. Brown, M.E., Mayhew, J.L. and Boleach, L.W. (1986) Effects of plyometric training on vertical jump performance in high school basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 26, 1-4.
9. Buttifant, D., Graham, K. and Cross, K. (1999) Agility and speed of soccer players are two different performance parameter. *Journal of Sports Science* 17, 809.
10. Cavagna, G. (1977) Storage and utilization of elastic energy in skeletal muscle. *Exercise and Sports Sciences Reviews* 5, 89-129.
11. Chu, D.A. (1998) *Jumping into plyometrics*. Champaign, IL: Human Kinetics.
12. Clutch, D., Wilton, B., McGown, M. and Byrce, G.R. (1983) The effect of depth jumps and weight training on leg strength and vertical jump. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 54, 5-10.

13. Craig, B.W. (2004) *What is the scientific basis of speed and agility? Strength and Conditioning* 26(3), 13- 14.
14. Draper, J.A. and Lancaster, M.G. (1985) The 505 Test: A test for agility in the horizontal plane. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport* 17, 15- 18.
15. Harrison, A.J. and Gaffney, S. (2001) Motor development and gender effects on stretch-shortening cycle performance. *Journal of Science and Medicine in Sport* 4, 406-415.
16. Hennessy, L. and Kilty, J. (2001) Relationship of the stretch-shortening cycle to spring performance in trained female athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research* 15, 326-331.
17. Hewett, T.E., Stroupe, A.L., Nance, T.A. and Noyes, F.R. (1996) Plyometric training in female athletes. Decreased impact forces and increased hamstring torques. *American Journal of Sports Medicine* 24, 765-773.
18. Holcomb, W.R., Lander, J.E., Rutland, R.M. and Wilson, G.D. (1996) A biomechanical analysis of the vertical jump and three modified plyometric depth jumps. *Journal of Strength and Conditioning Research* 10, 83-88.
19. Komi, P.V. (1992). The stretch-shortening cycle. In: *Strength and power in sport*. Boston, Mass: Blackwell Scientific. 169-179.
20. Mayhew, J., Piper, F., Schwegler, T.M. and Ball, T.E. (1989). Contributions of speed, agility and body composition to anaerobic power measurements in college football players. *Journal of Applied Sports Science Research* 3, 101-106.
21. Miller, J.M., Hilbert, S.C. and Brown, L.E. (2001) Speed, quickness, and agility training for senior tennis players. *Strength and Conditioning* 23(5), 62-66.
22. Miller, M.G., Berry, D.C., Bullard, S. and Gilders, R. (2002) Comparisons of land-based and aquaticbased plyometric programs during an 8-week training period. *Journal of Sports Rehabilitation* 11, 269-283.
23. Paasuke, M., Ereline, J. and Gapeyeva, H. (2001) Knee extensor muscle strength and vertical jumping performance characteristics in pre and postpubertal boys. *Pediatric Exercise Science* 13, 60-69.

24. Parsons, L.S. and Jones, M.T. (1998) Development of speed, agility and quickness for tennis athletes. *Strength and Conditioning* 20(3), 14-19.
25. Paule, K., Madole, K. and Lacourse, M. (2000) Reliability and validity of the T-test as a measure of agility, leg power and leg speed in college aged men and women. *Journal of Strength and Conditioning Research* 14, 443-450.
26. Pfeiffer, R. (1999) Plyometrics in sports injury rehabilitation. *Athletic Therapy Today* 4(3), 5.
27. Piper, T.J. and Erdmann, L.D. (1998) A 4 step plyometric program. *Strength and Conditioning* 20(6), 72-73.
28. Potteiger, J.A., Lockwood, R.H., Haub, M.D., Dolezal, B.A., Aluzaini, K.S., Schroeder, J.M. and Zebas, C.J. (1999) Muscle power and fiber characteristic following 8 weeks of plyometric training. *Journal of Strength and Conditioning Research* 13, 275-279.
29. Read, M. (1996) An off-season strength and conditioning program for hockey. *Strength and Conditioning* 18(6), 36-39.
30. Renfro, G. (1999) Summer plyometric training for football and its effect on speed and agility. *Strength and Conditioning* 21(3), 42-44.
31. Robinson, B.M. and Owens, B. (2004) Five-week program to increase agility, speed, and power in the preparation phase of a yearly training plan. *Strength and Conditioning* 26(5), 30-35.
32. Roozen, M. (2004) Illinois agility test. *NSCA's Performance Training Journal* 3(5), 5-6.
33. Roper, R.L. (1998) Incorporating agility training and backward movement into a plyometric program. *Strength and Conditioning* 20 (4), 60-63.
34. Stone, M.H. and O'Bryant, H.S. (1984) *Weight Training: A scientific approach*. Minneapolis: Burgess.
35. Twist, P.W. and Benicky, D. (1996) Conditioning lateral movements for multi-sport athletes: Practical strength and quickness drills. *Strength and Conditioning* 18(5), 10-19.
36. Wathen, D. (1993) Literature review: explosive/ plyometric exercises. *Strength and Conditioning* 15(3), 17-19.
37. Wilson, G.J., Newton, R.U., Murphy, A.J. and Humphries, B.J. (1993) The optimal training load for the development of dynamic athletic

- performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 25, 1279-1286. Miller et al. 465
38. Yap, C.W. and Brown, L.E. (2000) Development of speed, agility, and quickness for the female soccer athlete. *Strength and Conditioning* 22, 9-12.
39. Young, W., Hawken, M. and McDonald, L. (1996) Relationship between speed, agility and strength qualities in Australian Rules football. *Strength and Conditioning Coach* 4, 3-6.
40. Young, W.B., McDowell, M.H. and Scarlett, B.J. (2001) Specificity of spring and agility training methods. *Journal of Strength and Conditioning Research* 15, 315-319.

МЕТОДЫ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ТРЕНИРОВОК У МОЛОДЫХ ГРЕБЦОВ МЕЖДУНАРОДНОГО КЛАССА

Арне Геллих¹, Стефен Зейлер² и Эйке Емрих³

TRAINING METHODS AND INTENSITY DISTRIBUTION OF YOUNG WORLD CLASS ROWERS

Type of submission: Original Investigation
Arne Guellich¹, Stephen Seiler², and Eike Emrich³

Краткая характеристика проведенных исследований

Цель данных исследований заключалась в поиске наиболее рациональных вариантов планирования тренировочных нагрузок гребцов — юниоров высшей квалификации.

Основным методом исследования являлся анализ разных типов физических нагрузок и уровней интенсивности гребли, применяемых во время тренировок квалифицированных гребцов-юниоров, и их взаимосвязь с результативностью, достигаемой этими спортсменами в более позднем возрасте.

В исследованиях приняли участие 36 молодых немецких гребцов-мужчин: 31 финалист международных и 5 национальных соревнований среди юниоров. Средний возраст — $19,2 \pm 1,4$ лет; среднее количество тренировок в неделю — $10,9 \pm 1,6$. Участники

¹ Факультет спортивных наук, Университет Кайзерслаутерна, ГЕРМАНИЯ

² Факультет здоровья и спорта, Университет Агдера, Кристиансанд, НОРВЕГИЯ

³ Институт спортивных наук, Университет Саарланда, Заарбрюкен, ГЕРМАНИЯ

¹ Department of Sports Sciences, University of Kaiserslautern, GERMANY

² Faculty of Health and Sport, University of Agder, Kristiansand, NORWAY

³ Institute of Sports Sciences, University of the Saarland, Saarbruecken, GERMANY

исследований заполняли дневники в течение 37 недель. В дневниках фиксировались данные характеризующие объемы определенных видов физических нагрузок с указанием категорий их интенсивности. Категории тренировок оценивались как в совокупности на протяжении всего сезона, так и по отдельности для определенных периодов тренировочного процесса. Данные полученные в процессе сбора информации анализировались и сравнивались между собой.

Результаты. Общее тренировочное время распределения различных нагрузок включало: 52% гребли, 23% упражнений с сопротивлением, 17% альтернативных тренировок и 8% разминочных программ. Согласно результатам контроля частоты сердечных сокращений 95% всех упражнений по гребле выполнялось при интенсивности, соответствующей <2 ммоль/л, 2% – 2-4 ммоль/л и 3% – >4 ммоль/л лактата крови. На протяжении всего сезона объем низкоинтенсивной работы при гребле оставался в основном неизменным, по-прежнему составляя примерно 95%. Во время соревновательного периода была обнаружена тенденцию к снижению интенсивности тренировок на уровне <2 ммоль/л, в то время как интенсивность оставшихся ~5% тренировок была близка к уровню максимального потребления кислорода (VO_{2max}). При этом у спортсменов, которые через три года добились высоких результатов в международных соревнованиях среди взрослых, статистически значимые различия с остальными сверстниками выразились только в несколько более высоких объемах тренировок в пределах двух данных уровней интенсивности.

Вывод: гребцы-юниоры международного класса, мониторинг которых проводился в рамках данных исследований, делали акцент на выполнении низкоинтенсивных упражнений по гребле в постоянном режиме с прогрессирующей поляризацией во время соревновательного периода.

Для подтверждения возможности существования механизмов, лежащих в основе потенциальной взаимосвязи между поляризацией интенсивности тренировок и последующим достижением успеха, требуется проведение дополнительных исследований.

Введение

Для достижению максимальной результативности высококвалифицированные спортсмены, занимающиеся требующими выносливости циклическими видами спорта, подвергаются воздействию очень высоких тренировочных нагрузок. Например, взрослые гребцы международного класса соревнуются на дистанции 2000 м, прохождение которой занимает примерно 6-7 минут, и в то же время тратят на тренировки в течение сезона такое количество времени, что каждая минута в течение соревнований эквивалентна многим часам тренировочного процесса. Основной вопрос, заключается в том, каким образом наиболее эффективно использовать этот объем тренировок для получения максимальной отдачи. В силу многочисленных причин систематическое вмешательство в тренировочный процесс спортсменов международного класса с целью проведения научных исследований является ограниченным, и потому существует дефицит экспериментальных исследований по выявлению оптимальной организации тренировочного процесса для обеспечения максимально возможной физической и технической подготовленности.

Например, одним из главных изменений в процессе совершенствования тренировочного процесса, применяемого норвежскими гребцами – медалистами международных соревнований в течение тридцати лет, явилось увеличение общего объема тренировок в сочетании с существенным сдвигом в распределении интенсивности тренировок: от более высокой до более низкой интенсивности.

Распределение интенсивности тренировок в ежедневной практике и в течение сезона является важнейшей переменной в организации тренировочного процесса в циклических видах спорта. При соблюдении 3-зональной структуры интенсивности, где 1 зона представляет интенсивность физической нагрузки ниже первого вентиляционного порога (VP_1 ; где вентиляционный эквивалент O_2 отклоняется от линейности при отсутствии увеличения вентиляционного эквивалента CO_2 ; обычно < 2 ммоль/л лактата крови),

2 зона интенсивности — от $ВП_1$ до $ВП_2$ (где вентиляционный эквивалент CO_2 также начинает увеличиваться; $\sim 2-4$ ммоль/л) и 3 зона — выше $ВП_2$ (> 4 ммоль/л)³⁻⁵, на основе изучения соответствующих литературных источников было первоначально выделено два основных типа распределения нагрузки^{5,6}. «Пороговая модель тренировки» была разработана на основе ряда краткосрочных исследований, продемонстрировавших, что тренировка с интенсивностью на уровне порога лактата вызывает значительное улучшение физиологических параметров у нетренированных лиц⁷⁻¹⁰. Контрастирующая с нею «поляризованная модель тренировки» была предложена на основе наблюдений, которые были сделаны при проведении ряда исследований, описывающих распределение интенсивности рабочей нагрузки у высококвалифицированных спортсменов в таких видах спорта, как марафон, гребля, трековый велоспорт и лыжные гонки^{2,5,11-16}. В ходе проведения данных исследований было сделано одно и то же наблюдение, которое заключалось в том, что успешные спортсмены в циклических видах спорта выполняют 75% и более тренировок (отработка техники, расстояние, время) при уровне интенсивности ниже $ВП_1$. Кроме того, примерно от 10 до 20% объема тренировок проводятся при превышении $ВП_2$ (т.е., 6–10 ммоль/л лактата крови)^{2,5,11,15,17}. Отсюда следует, что явно низкий объем тренировок выполняется при нормальном пороге содержания лактата в крови. Таким образом, очевидно, происходит «поляризация» выполняемых в ходе тренировок нагрузок в обоих направлениях от пределов, характерных для умеренного уровня интенсивности. В случае критического распределения интенсивности тренировок, направленных на достижение оптимальной результативности, следует ожидать количественно измеримых различий в организации тренировочного процесса³ между добивающимися высоких результатов и менее подготовленными спортсменами, обладающими одинаковым потенциалом результативности.

Недавние долгосрочные наблюдения, подтверждают эффективность низкоинтенсивных тренировок при достиже-

нии желаемой физиологической адаптации и повышении результативности^{3,4,18,19}.

В настоящем исследовании мы дополнили результаты вышеуказанных исследований, предоставив 1) детальную характеристику распределения типов физических нагрузок и распределения их интенсивности на примере специальных тренировок по гребле, 2) изменение указанных в пункте 1 параметров на протяжении всего тренировочного сезона от осени до лета в крупной группе гребцов международного класса юниорского возраста, и 3) сравнение особенностей тренировочного процесса входящих в эту группу гребцов-юниоров, которые три года спустя принимали участие в финальных заездах международных соревнований, по сравнению с остальными гребцами, которым не удалось достичь подобного уровня результативности.

План проведения исследований

Настоящее исследование основано на анализе данных полных отчетов о ежедневных тренировках, предоставляемых 36 спортсменами, входящими в состав мужской национальной юниорской сборной по гребле Германии. Проведение данного исследования было утверждено Германским федеральным институтом спортивных наук Германии, при этом со всех спортсменов было взято письменное согласие на использование в исследовательских целях данных характеризующих специфику их тренировок.

Всех членов национальной сборной команды попросили фиксировать изучаемые показатели, характеризующие их ежедневные индивидуальные тренировки в стандартном цифровом тренировочном журнале и предоставлять его тренеру команды. Для определенных категорий нагрузок, запланированных в процессе тренировок, в течение первой недели каждого года тренировок устанавливались индивидуальная частота сердечных сокращений (ЧСС) с помощью применения централизованного протокола гребли на эргометре с нарастающей нагрузкой («Concept СПС»; 3-минутные стадии испытаний, шаг изменения нагрузки: 20

ватт). Помимо этого рассчитывалась мощность гребли (в ваттах) при 4 ммоль/л лактата венозной крови ($P_{\text{лад}}$) путем определения соотношения между уровнем содержания лактата в крови и мощностью гребного эргометра. Национальная правительственная федерация по гребле до сих пор не проводила стандартизованных централизованных испытаний максимального потребления кислорода у гребцов-юниоров. Поэтому информация о максимальном потреблении кислорода этими спортсменами отсутствует. Индивидуальная частота сердечных сокращений устанавливалась для каждой категории выполняемых во время гребли нагрузок на основе устойчивого соотношения между показателями содержания лактата в крови и частотой сердечных сокращений, определяемого в процессе гребли на эргометре, выполняемой согласно протоколу ступенчатого усиления нагрузки вначале тренировочного сезона²³. Контроль ЧСС осуществлялся на протяжении всех сеансов гребли посредством проведения мониторинга ЧСС в режиме реального времени (Полар, Кемпеле, Финляндия).

Мониторинг тренировок

Перед началом тренировок тренер проводил краткий опрос спортсменов с целью выяснения предпочтительного варианта организации тренировки, а также им был выдан план представления отчетов. Тренировки были разделены по категориям в соответствии с указаниями национальной федерации (таблица 1).

Приводимые здесь данные были получены для реально проведенных, а не запланированных тренировок на протяжении всего тренировочного сезона (37 недель, t_1). Кроме того, три года спустя (t_2) вновь была прослежена результативность данной группы спортсменов, которые находились уже во взрослом возрасте.

Определение уровней интенсивности, использованных в документации по тренировочному процессу, в основном соответствовало 3-зональной физиологической модели, использованной в предыдущем исследовании распределения интенсивности тренировочных нагрузок в гребле². Такие категории тренировок,

Табл. 1. Определение категорий интенсивности специфических тренировок по гребле, предложенное Национальной федерацией гребли Германии

Категории тренировок: определение/характеристики							
	Повторы, продолжительность (мин)	Перерыв (мин)	Общее время (мин)	Скорость (% соревновательной скорости)	Частота гребков (к-во / мин)	ЧСС (ударов/мин)	Лактаг крови (ммоль/л)
Компенсация	1, 15-60		15-60	< 70	< 20	< 140	< 2
Экстенсивная выносливость	1-3, 30-60	3-6	40-120	70-80	≤ 22	140-160	< 2
Интенсивная выносливость	2-4, 10-60	2-6	40-100	75-85	18-24	156-168	2-4
Высоко-интенсивная выносливость	2-3, 3-10	10-20	≤ 90	85-100	24-34	> 180	4-8
Характерные для соревнований скорость и выносливость	2-8, 0,7-2,0	5-15	≤ 70	95-110	СЧ±4	макс.	4-6
Скорость	6-12, 0, 2-0,4	> 10		106-112	макс.		

Названия из первой колонки представляют собой дословный перевод терминов, употребляемых в документах Национальной федерации гребли Германии. ЧСС – частота сердечных сокращений, СЧ – соревновательная частота. Индивидуальная частота сердечных сокращений для заданных пределов интенсивности физической нагрузки рассчитывалась на основе отношения «лактат – ЧСС» во время гребли на эргометре

как «Компенсационная тренировка» и «*Экстенсивная тренировка выносливости*» (<80% нормального темпа; ЧСС: <160 ударов/мин; [Ла] <2 ммоль/л; таблица 1) соответствуют работе ниже ВП1 ("зона 1"). «*Интенсивная тренировка выносливости*» (75-85% нормального темпа; ЧСС: 156-168 ударов/мин; [Ла-] 2-4 ммоль/л) соответствует интенсивности рабочей нагрузки от ВП1 до ВП2 ("зона 2"). Категории «Высокоинтенсивная тренировка выносливости», «*Специфическая для данного вида гонки тренировка скорости и выносливости*» и «*Тренировка скорости*» (85-112% нормального темпа; ЧСС: >180 ударов/мин; [Ла] >4 ммоль/л) соответствуют уровню интенсивности тренировочной нагрузки выше ВП₂ ("зона 3"). Данная схема, основанная на трех зонах (уровнях) интенсивности, уже описывалась и применялась ранее при проведении как экспериментальных, так и описательных исследований распределения интенсивности нагрузки во время совершенствования выносливости^{5,20-22}.

Регистрация данных тренировок проводилась с начала тренировочного сезона (15 октября) и до общенациональных квалификационных испытаний для участия в чемпионате мира среди юниоров (30 июня; всего 37 недель). Эти 37 недель были разделены на 3 тренировочных периода: период базовой подготовки (ПБП) с 1 по 15 неделю, период специальной подготовки (ПСП) – с 16 по 25 неделю и (ранний) соревновательный период (СП) – с 26 по 37 неделю. Кульминацией ПСП стало участие в проводимой в рамках национального чемпионата лодочной регате, которое является обязательным условием для всех членов команды. Регистрация данных по СП завершается записями о проведении общенациональных соревнований.

В целях оценки достоверности анализируемой документации, содержащей сведения о тренировках спортсменов, цифровые данные из тренировочных журналов, предоставленные тренеру национальной команды, были сопоставлены с данными, сообщенными непосредственно членам нашего исследовательского коллектива (как «нейтральным» адресатам) 29 спортсменами, участвовавшими в анонимном почтовом опросе по окончании

сезона. Для проведения этого анализа была проведена повторная идентификация участников обследования на основе информации об их днях рождения и достигнутых ими результатах. Степень корреляции данных тренировочных журналов и почтового опроса составила $r=0,88$ (частота тренировок; $p<0.01$) и $r=0,84$ (продолжительность тренировок; $p<0.01$). Отклонение зафиксированных в журналах цифровых данных от данных почтового опроса составило $4,0 \pm 8,5\%$ по частоте проведения тренировок и $-10,4 \pm 12,3\%$ по затраченному на проведение тренировок времени. Какая-либо зависимость между данным отклонением и достижением результативности не была обнаружена ($p>0,05$, для каждого случая).

Достижения спортсменов во взрослом возрасте

36 спортсменов, обследуемых в ходе данных исследований, продолжали принимать участие в соревнованиях высокого уровня. Это позволило нам три года спустя провести ретроспективное сравнение зарегистрированных параметров 14-ти из них, которые начиная с юниорского возраста продолжали выступать во взрослом возрасте в чемпионатах мира и/или финалах олимпийских играх, и остальными 22 гребцами, которые в течение того же периода времени добивались успеха только в соревнованиях национального уровня.

Статистический анализ

Все виды статистического анализа выполнялись с применением 14 версии программы SPSS. Физические и физиологические характеристики и параметры тренировочного процесса представлены в виде средних значений и стандартных отклонений. Распределение интенсивности тренировок и другие их характеристики сравнивались между определенными тренировочными периодами с использованием основанного на повторных измерениях дисперсионного анализа. Сравнение характеристик тре-

нировок между юниорами, добившимися во взрослом возрасте успехов на международной арене, и теми из них, которым не удалось подняться выше национального уровня, осуществлялось с применением критерия Стьюдента для независимых выборок. При значении $p < 0,05$ величина учитывалась как статистически значимая.

Результаты исследований

Все 36 спортсменов оставались членами национальной юниорской сборной по гребле на протяжении всего исследуемого периода (2001; t1) и становились финалистами национальных чемпионатов среди юниоров. Среди них 31 гребец принимал участие в финальных заездах юниорских чемпионатов мира, 27 завоевывали медали этих чемпионатов и 15 становились обладателями чемпионского титула. Во время первого периода исследований (t1) средний возраст спортсменов составлял $19,2 \pm 1,4$ лет, вес – $91,0 \pm 6,0$ кг и рост – $193,3 \pm 5,3$ см. Все они участвовали в среднем в $10,9 \pm 1,6$ тренировках и расходовали $12,8 \pm 2,5$ часов чистого тренировочного времени в неделю. Их показатель $PLa4$ во время выполнения программы эксперимента на гребном эргометре при ступенчатом усилении нагрузки в начале тренировочного сезона составлял 373 ± 29 Вт. Три года спустя (t2) все 36 спортсменов уже становились финалистами национальных чемпионатов среди взрослых. Из них 14 участвовали в финальных соревнованиях олимпийских игр (Афины, 2004) и/или мировых чемпионатов, девять завоевали медали этих соревнований.

Специфические тренировки по отработке техники гребли занимали 52% общего тренировочного времени у юниоров (таблица 2).

Оставшееся тренировочное время было посвящено выполнению упражнений с сопротивлением (23%), занятиям ОФП: бег трусцой, укрепляющая гимнастика и игры (17%), и программам разминки (8%). Среди силовых тренировок доминировали силовые тренировки на выносливость с большим количеством по-

Таб. 2. Распределение тренировок по типу и интенсивности в течение 37-недельного периода проведения количественного анализа (середина октября – конец июня)

Все тренировки	Среднее значение (СО)
Частота (количество тренировок/неделю)	10,9 (1,6)
Время (час./неделю)	12,8 (2,1)
Тренировки по гребле (%)	52,1 (5,1)
Тренировки с сопротивлением (%)	22,6 (4,3)
Альтернативные тренировки (%)	17,2 (5,2)
Разминка и тренировки гибкости	8,1 (4,3)
Тренировки по гребле	
Время (часов/неделю)	6,6 (0,8)
Расстояние (км/неделю)	97,1 (19,5)
Предел компенсации (%)	8,1 (6,1)
Предел экстенсивной выносливости (%)	86,8 (6,3)
Предел интенсивной выносливости (%)	2,0 (1,1)
Предел высокоинтенсивной выносливости (%)	1,0 (0,4)
Предел характерных для соревнований скорости и выносливости (%)	1,7 (0,6)
Предел скорости (%)	0,4 (0,5)

Средние значения \pm стандартные отклонения. Процентные показатели тренировок по гребле рассчитаны на основе пройденного расстояния (км)

вторений, выполняемые при умеренной интенсивности нагрузки (76%). Общее распределение интенсивности нагрузок в специфических тренировках по гребле также показано в таблице 2. Интересно, что примерно 95% специфических тренировок по гребле выполнялось при интенсивности, соответствующей уровню содержания лактата в крови < 2 ммоль/л (ниже ВП1, зона 1; «Компенсация» и «Экстенсивная тренировка выносливости»).

Еженедельная частота тренировок возрасла от $10,3 \pm 2,5$ в течение периода базовой подготовки (ПБП) до $11,3 \pm 1,7$ в период специальной подготовки (ПСП; $p < 0,01$) и вновь сокращалась до $10,6 \pm 1,8$ тренировок/неделю во время (раннего) соревновательного периода (СП; $p < 0,01$). На рисунке 1 показано примерное двукратное увеличение объема специфических тренировок по гребле от ПБП до СП.

Это двукратное увеличение достигалось как за счет общего повышения объема тренировок, так и за счет снижения силовых и

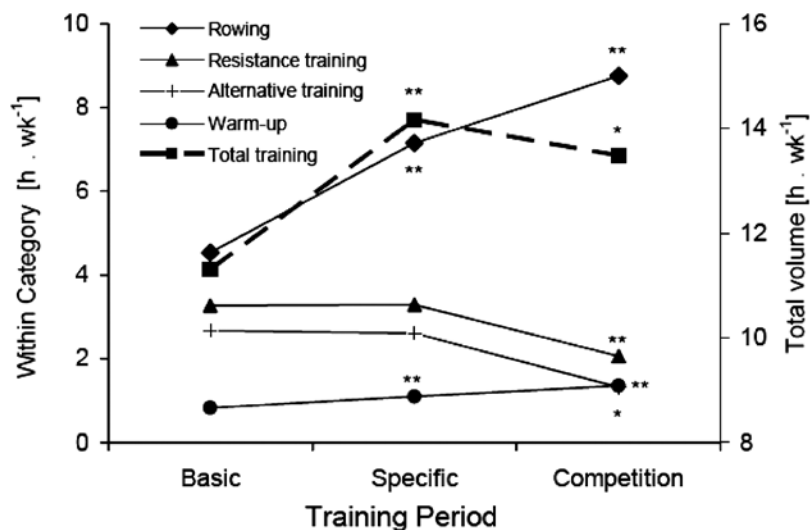


Рис. 1. Общий тренировочный объем (ч/неделю) и время проведения отдельных категорий тренировок в течение периода базовой подготовки (ПБП), периода специальной подготовки (ПСП) и раннего соревновательного периода (СП).

Средние значения (стандартные отклонения опущены для ясности).

* = $p < 0,05$, ** = $p < 0,01$ по сравнению с предыдущим периодом.

Примечание: Значения общего объема тренировок показаны на 2-ой ординате

альтернативных тренировок. Доля низкоинтенсивных нагрузок (зона 1) в общем объеме специфических тренировок по гребле оставалась практически неизменной на протяжении всего тренировочного сезона, в то время как для интенсивных тренировок было характерно значительное повышение нагрузки (рисунок 2).

На низкоинтенсивные тренировки выносливости (1 зона интенсивности) приходилось до 96% всего объема специфических

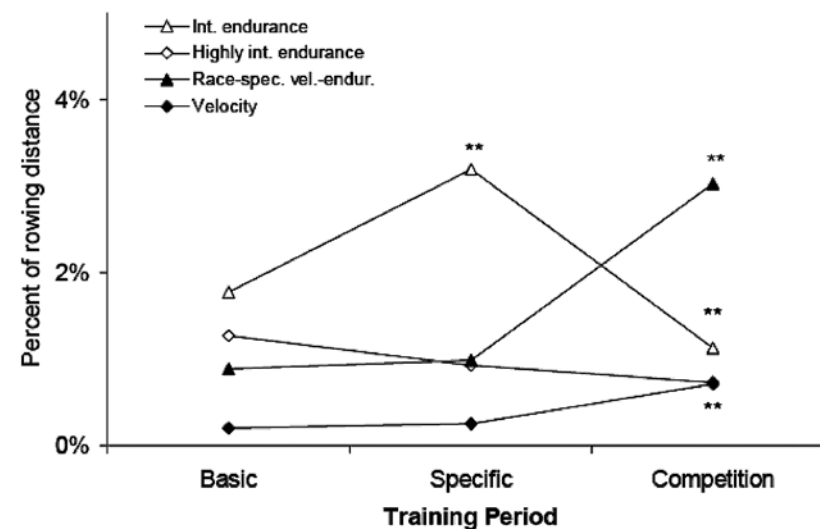


Рис. 2. Доля (пройденное при гребле расстояние) категорий тренировок по гребле повышенной интенсивности в течение периода базовой подготовки (ПБП), периода специальной подготовки (ПСП) и раннего соревновательного периода (СП).

Средние значения (стандартные отклонения опущены для ясности).

Инт. – интенсивная, Сорев. скор. – выносливость – характерные для соревнований скорость и выносливость. Различия между периодами:

** = $p < 0,01$ по сравнению с предыдущим периодом. Примечание:

Все остальные тренировки по гребле проводились при интенсивности, характеризующей экстенсивную выносливость и компенсацию

тренировок по гребле во время ПБП, причем во время СП наблюдалось только незначительное их сокращение до 94%. В течение СП также происходил небольшой, но значимый сдвиг в пределах тренировок по гребле 1 зоны интенсивности, характеризующийся сокращением *объема экстенсивных тренировок выносливости* (ПБП – 89%, ПСП – 88%; $p > 0,05$; СП – 84%; $p < 0,01$) и увеличением объема имеющих очень низкую интенсивность *компенсационных тренировок* (ПБП – 7,1%, ПСП – 6,5%; $p > 0,05$; СП – 10,1%; $p < 0,01$). Среди остальных 4-6% тренировок по гребле сначала отмечалось кратковременное преобладание тренировок *интенсивной выносливости* («зона 2» интенсивности нагрузок при пороге лактата), продолжающееся от ПБП до ПСП, после чего в течение СП происходил сдвиг в сторону увеличения тренировок наивысшей степени интенсивности («уровень 3»), таких как *специфическая для данного вида гонки тренировка на скорость и выносливость* (рис. 2). В то время как высокоинтенсивные тренировки составляли небольшой процент от общего объема тренировок на протяжении всего сезона, возрастание доли тренировок по гребле с интенсивностью, характерной для нормального гоночного темпа и выше (на 141%), с ПБП до СП ($p < 0,01$) свидетельствует о том, что *абсолютная (совокупная) дистанция гребли* при данном уровне интенсивности увеличилась в 3 раза.

Среди 14 спортсменов, ставших участниками финальных заездов на олимпийских играх и/или мировых чемпионатах среди взрослых через три года после регистрации их тренировок в юниорском возрасте (t_2), и 22 гребцов, которым не удалось добиться столь высоких результатов, 12 (86%) и 19 (86%) спортсменов, соответственно, участвовали в финалах чемпионатов мира среди юниоров (t_1), где 10 (71%) и 17 (77%) завоевывали медали, а 5 (36%) и 10 (45%) становились обладателями титула чемпиона мира среди юниоров. Данные ретроспективные группы гребцов не проявляли систематических различий в возрасте ($19,0 \pm 1,3$ и $19,4 \pm 1,4$ лет; среднее значение \pm СО), весе (91 ± 6 и 91 ± 6 кг), росте (193 ± 5 и 193 ± 6 см), или PLa4 (368 ± 28 и 376 ± 30 Вт) во время t_1 (для всех $p > 0,05$).

В таблице 3 представлены результаты сравнения характеристик тренировок между юниорами, добившимися успеха в соревнованиях международного и национального уровня.

Табл. 3. Сравнение анализируемых параметров тренировок у высококвалифицированных гребцов-юниоров, достигших успеха на международном ($n=14$) или только национальном ($n=22$) уровне через три года после представления отчетов о тренировках

	Международный уровень Среднее (СО)	Национальный уровень Среднее (СО)
Всего тренировок (37 недель)		
Количество	401(65)	406 (61)
Время (мин)	27534 (3119)	28966 (5321)
Тренировки по гребле		
Время (мин)	14654 (1726)	14697 (1999)
Предел компенсации (км)	422 (256)	232 (177) *
Экстенсивная выносливость (км)	2912 (446)	3236 (743)
Интенсивная выносливость (км)	73 (43)	74 (35)
Высокоинтенсивная выносливость (км)	29 (12)	40 (18)
Характерные для соревнований скорость и выносливость (км)	67 (20)	54 (17) *
Предел скорости (км)	13 (11)	15 (23)
Тренировки с сопротивлением		
Время (мин)	6226 (988)	6518 (1751)
Альтернативные тренировки		
Время (мин)	5021 (2593)	4873 (1454)
Разминка и тренировки на гибкость		
Время (мин)	2194 (1519)	2520 (1467)

Средние значения \pm стандартные отклонения суммарных количественных показателей за 37 недель * = $p < 0,05$

У гребцов, показавших высокие результаты в международных соревнованиях среди взрослых, в юниорском возрасте не было выявлено статистически достоверных отличий ($p > 0,05$) от остальных спортсменов в частоте общей частоте (количестве тренировок в неделю) или объеме тренировок, распределении времени, затраченного на разные типы тренировок, или распределении времени на работе в разных режимах интенсивности в процессе тренировок. Однако между этими обеими группами спортсменов были выявлены небольшие, но статистически значимые различия в распределении интенсивности нагрузки в специфических для гребли тренировках выносливости. Финалисты международных соревнований выполнили больший объем как наиболее компенсационных тренировок, так и специфических для данного вида гонки тренировок направленных на увеличение скорости и выносливости, характеризующихся максимальной интенсивностью физических нагрузок.

Обсуждение результатов исследований

Основной предпосылкой для проведения данных исследований, посвященных характеристике организации тренировочного процесса высокорезультативных спортсменов, являлось предположение, что их достижения зависят отчасти от того, каким образом они тренируются. В данном контексте мы считаем, что наиболее важным результатом данного исследования является выявление на основе проведения мониторинга частоты сердечных сокращений при разной продолжительности и интенсивности физических нагрузок того факта, что юниоры, достигшие во взрослом возрасте высоких результатов на международных соревнованиях, выполняли 95% всех специфических тренировок по гребле на протяжении 37 недель тренировочного сезона при 1 уровне интенсивности физической нагрузки, который характеризуется частотой сердечных сокращений, соответствующей концентрации лактата крови ниже 2 ммоль/л. В отличие от выявленных нами результатов в ходе применения того же самого ме-

тогда 3-уровневой интенсивности по отношению к группе хорошо тренированных, но не входящих в международную элиту бегунов на длинные дистанции было обнаружено, что они выполняли 71% тренировок 1 уровня интенсивности, 21% – 2 уровня интенсивности и 8% – 3 уровня интенсивности³. Даже если принять во внимание, что применение данного, получившего широкое распространение, метода количественного анализа нагрузки связано с тенденцией переоценки времени, затрачиваемого на низкоинтенсивные тренировки⁵, эти результаты, тем не менее, свидетельствуют о четко выраженном преобладании базовых тренировок выносливости на протяжении тренировочного сезона. У участвующей в настоящих исследованиях группы гребцов среди оставшихся 4-6 процентов от общего объема специфических тренировок по гребле, которые приходились на тренировки с повышенной интенсивностью физических нагрузок, в течение времени от периода базовой подготовки до соревновательного периода наблюдался сдвиг от тренировок с умеренно высокой интенсивностью на уровне порога лактата до тренировок с более высокой интенсивностью, характеризующихся превышением нормального темпа и почти максимальным потреблением кислорода (VO_{2max}). Таким образом, распределение интенсивности становилось более поляризованным в течение соревновательного периода.

Исследуемая группа спортсменов представляла собой довольно однородную группу талантливых гребцов, которые сумели подняться на уровень национальной элиты в стране с традиционно высоким развитием гребного спорта. Их физические характеристики (средний вес: 91 кг, средний рост: 193 см) заметно превышали опубликованные ранее данные для финалистов юниорских чемпионатов мира²⁴, что согласуется с тем фактом, что 15 человек из данной выборки стали чемпионами мира среди юниоров в том же сезоне, когда проводился сбор данных о применяемом ими варианте организации тренировочного процесса. Отличия в достигнутых результатах между «более успешными» и «менее успешными» спортсменами, выявленные в ходе настоящих исследований, являются очень незначительными. Данное исследование также не

преследовало своей целью сравнение результатов полученных при использовании различных тренировочных программ на результативность спортивной деятельности гребцов и выявление причинной взаимосвязи между распределением интенсивности и результативностью. Это был обычный ретроспективный вариационный анализ по установлению зависимости между особенностями тренировок юниоров и их более поздними достижениями во взрослом возрасте. При анализе данных, полученных через три года после проведения первичных обследований единственным значимым отличием в объеме тренировок или организации тренировочного процесса между более и менее результативными гребцами из данной выборки произошло небольшое, но статистически значимое увеличение в степени поляризации интенсивности физических нагрузок, наблюдаемое только у самых результативных спортсменов. Гребцы, которые достигли успеха на международной арене во взрослом возрасте, будучи ранее юниорами, проявили тенденцию к выполнению несколько большего количества тренировок направленных на развитие выносливости, характеризующихся как очень низкой, так и очень высокой интенсивностью физических нагрузок, по сравнению с остальными сверстниками. Мы можем только предполагать, какие преимущества могли быть связаны с этим увеличением поляризации интенсивности. Может оказаться, что выявленная повышенная степень поляризации является всего лишь результатом соблюдения дисциплины при регулировании интенсивности физических нагрузок (то есть, строгого соблюдения заданного уровня сложности, когда трудные тренировки действительно были трудными, а легкие – действительно легкими) наиболее успешными спортсменами, что могло послужить им защитой от перенапряжения.

Полученные при проведении настоящих исследований данные согласуются с результатами предыдущих исследований, которые продемонстрировали, что низкоинтенсивные (ниже ЛП1 или ВП1) тренировки доминируют в общем объеме тренировок, проводимых результативными спортсменами в различных циклических видах спорта^{2,11-16}. Однако до сих пор в посвященных

этому вопросу научных публикациях не уделялось особого внимания факту преобладания в тренировочных планах этих высококвалифицированных спортсменов количества низкоинтенсивных тренировок, отличающихся примерно одинаковым уровнем физической нагрузки. При гребле на 2000 м в лодке с многочисленным экипажем для прохождения дистанции требуется примерно 6 минут, и при этом регистрируется интенсивность нагрузки на уровне 100-110% МПК ($VO_{2\max}$)²⁵. Несомненно, что вышеуказанное распределение интенсивности физических нагрузок при проведении тренировок противоречит житейской мудрости, ведь эти спортсмены очень мало работают во время тренировок на уровне интенсивности, которая должна проявляться ими во время соревнований. Недавно Ингхэм (Ingham) и соавторы проводили сравнительные исследования двух тренировочных режимов продолжительностью 12 недель. Один из них предусматривал 12 недель проведения, в основном, низкоинтенсивных тренировок (98% всех тренировок выполнялось при <75% МПК). Другой режим состоял из 70% низкоинтенсивных и 30% высокоинтенсивных тренировок (>84% МПК). Они обнаружили, что использование этих двух тренировочных режимов обеспечивало одинаковое увеличение МПК и результативности у британских гребцов национального уровня. Однако только использование первого, в основном, предусматривавшего проведение низкоинтенсивных тренировок способствовало более выраженной реакции организма гребцов на увеличение показателей содержания лактата в крови при субмаксимальной интенсивности нагрузки¹⁹. Следует отметить, что в группе гребцов применявших «смешанные» тренировки, не было обнаружено никаких признаков перенапряжения спортсменов, так что остается неясным, почему применение модели «смешанных» тренировок не приводило к достижению более высокой результатов.

Ранее одним из членов нашего исследовательского коллектива был сделан вывод, что высококвалифицированные спортсмены, занимающиеся такими циклическими видами спорта, как бег, велоспорт, лыжные гонки и гребля, зачастую затрачивают уди-

вительно мало своего тренировочного времени на тренировки, обычно характеризуемые как тренировки при пороговых показателях концентрации лактата в крови, но вместо этого проявляют тенденцию к поляризации своего тренировочного процесса в обоих направлениях от данного типа тренировок с умеренной интенсивностью, то есть в основном включают в свою программу тренировки двух уровней интенсивности: ниже VP_2 и выше VP_2 ²². Экспериментальные исследования, проведенные Ингхэмом и коллегами¹⁹, позволяют предположить, что заметное повышение адаптивной реакции спортсменов и очень высокий уровень результативности могут достигаться при применении тренировочного режима, в котором преобладают низкоинтенсивные высокообъемные тренировки при сравнительно малом объеме выполняемых в нормальном гоночном темпе высокоинтенсивных тренировок. Эти результаты противоречат общепризнанным теориям, о том, что высокоинтенсивные тренировки имеют решающее значение для оптимизации центрального лимитирующего механизма доставки кислорода у спортсменов в циклических видах спорта^{26,27}.

Согласно имеющимся у нас сведениям рассматриваемое здесь распределение интенсивности выполняемой работы в процессе тренировок не является уникальным для немецких гребцов, но также имеет место в других не менее успешных программах тренировок спортсменов международного уровня. Мы полагаем, что существует несколько уникальных свойств, характерных для гребли в частности, а также для тренировочного процесса высококвалифицированных спортсменов в целом, которые могут послужить объяснением эффективности данного распределения нагрузок.

Расширение общего объема тренировок обычно достигается за счет увеличения доли высокоинтенсивных физических нагрузок. Выдающиеся спортсмены подвергают себя напряженным тренировочным нагрузкам, проводя чаще всего несколько тренировок ежедневно, и тем самым приближаются (по крайней мере, на время) к пределу своей толерантности (способности длительно выносить неблагоприятные воздействия без снижения адаптивных

возможностей). Спортсмены пытаются сбалансировать нагрузки путем индуцирования (сд. суммирования) максимального уровня позитивных адапционных реакций (экспрессия генов, синтез митохондриальных и других важных белков, эффективное функционирование сердечно-сосудистой системы, буферная емкость крови) избегая стрессов, вызывающих чрезмерное возбуждение симпатической нервной системы, которое может привести к состоянию перетренировки. В соответствии с тенденцией, проявившейся в течение последних десятилетий в организации тренировочного процесса медалистов международных соревнований по гребле, а также высококвалифицированных спортсменов в других циклических видах спорта^{2,11-16}, есть основания предполагать с высокой степенью вероятности, что достижению вышеуказанного баланса в значительной степени способствует такая программа тренировок, которая в основном предполагает использование низкоинтенсивных высокообъемных тренировок лишь изредка перемежающимися с высокоинтенсивными. Рациональное их сочетание приводит к повышению эффективности спортивной деятельности гребцов высшей спортивной квалификации в условиях крупнейших соревнований сезона.

Мощность гребли рассчитывается на основе средней силы и частоты гребков. У квалифицированных гребцов максимальная сила, развиваемая во время гребка, остается примерно одинаковой при заданной частоте гребков²⁸, поэтому основной переменной, определяющей интенсивность нагрузки является скорость гребка (т.е., рабочий цикл). На основании этого мы можем сделать заключение, что экстенсивная тренировка, характеризующаяся низкой интенсивностью нагрузок, приводит в действие значительное количество моторных единиц и формирует специфические адапционные реакции в мышцах, которые также необходимы для гребли при высокой интенсивности физической нагрузки. Поэтому высококвалифицированные спортсмены могут позволить себе тренироваться на уровне интенсивности ниже первого вентиляционного порога, преследуя своей целью совершенствование техники выполнения гребка, и при этом продол-

жая формировать желательные адаптационные реакции. К тому же не исключено, что подобная тактика позволяет им также избегать возникновения чрезмерно выраженных стрессовых реакций²². Важно также отметить, что несмотря на сравнительно низкий процент высокоинтенсивных тренировок в общем объеме тренировок, тем не менее, во время соревновательного периода эти спортсмены еженедельно посвящали примерно 20 минут гребле с частотой сердечных сокращений, соответствующей высокой интенсивности физической нагрузки.

Принимая во внимание тот факт, что при применении для классификации интенсивности выполняемой работы метода «времени в зоне», основанного на определении частоты сердечных сокращений, существует тенденция занижения оценки фактического времени (и физиологического стресса) гребли при выполнении работы высокой степени интенсивности в связи с задержками в реакциях ЧСС. Исходя из этого, можно предположить, что фактическая продолжительность высокоинтенсивной работы каждую неделю составляет 30 минут и более.

Гребля также отличается от других циклических видов спорта, таких как бег и велоспорт, тем, что тренировочные программы гребцов включают значительный объем тренировок, в ходе которых им не приходится заниматься непосредственно греблей. В то время как у велосипедистов и бегунов практически все тренировочное время посвящено отработке техники выполнения движений, специфических для данных видов спорта, у исследуемых нами гребцов только немногим более 50% тренировочного времени приходилось непосредственно на саму греблю. Тренировочная программа гребцов часто предусматривает в качестве важного компонента проведение специальных силовых тренировок, что значительно сокращает время, выделяемое на специфические тренировки по гребле. Так, в проводимых нами исследованиях собственно на греблю приходилось от 40% общего тренировочного времени в период базовой подготовки и до 65% в течение раннего соревновательного периода. Ранее считалось, что специальные тренировки по гребле должны занимать, по крайней мере,

70% общего объема тренировок гребцов²⁹. Однако приведенный здесь более низкий показатель является отражением того факта, что гребцы-юниоры часто не имеют возможности проводить тренировки на воде поздней осенью и зимой. В отличие от них взрослые гребцы в основном могут позволить себе жить или переезжать в холодное время года в теплые регионы и тем самым обеспечивать себе круглогодичный доступ к водоемам для проведения специфических тренировок по гребле.

В связи с тем, что значительная доля тренировочного времени исследуемых здесь высококвалифицированных гребцов-юниоров была посвящена отличным от гребли видам физической активности, представляется целесообразным рассмотреть воздействие этих тренировок на общее распределение интенсивности выполнения физических нагрузок. Хотя в процессе занятий такими, напрямую не связанными с греблей видами физической активности, как выполнение упражнений направленных на улучшение гибкости (растяжка), спортивные игры или бег трусцой, мониторинг частоты сердечных сокращений не проводился, однако, согласно сообщениям тренеров они всегда проводились при низкой интенсивности физической нагрузки, и потому почти все они без исключения могут быть отнесены к низкоинтенсивным тренировкам. Силовые тренировки составляли 23% всего тренировочного времени. Некоторые силовые тренировки, скорее всего, включали кратковременные периоды времени, когда показатели местного мышечного метаболизма и концентрации лактата в крови соответствовали физическим нагрузкам, интенсивность которых находилась в пределах 2-ой и 3-ей зон. Потенциальное влияние данных тренировок на мощность и выносливость гребцов в условиях гребли в соревновательном темпе остается невыясненным.

Мы считаем, что необходимо проведение дальнейших исследований направленных на изучение вопросов связанных с поисками наиболее рационального и эффективного распределения (планирования) интенсивности нагрузки. При организации и проведении подобных исследований особое внимание должно

уделяться тщательной комплектации обследуемых групп, состоящих из спортсменов, показывающих результаты европейского и мирового уровня. Основными задачами будущих исследований, по нашему мнению, являются:

1. Более подробное описание тренировочной нагрузки, включая физиологические реакции на нее;
2. Изучение воздействия разных режимов распределения (планирования) интенсивности на совершенствование и особенности проявления различных физических качеств спортсменов и их результативность.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Hopkins WG, Hawley JA, Burke LM. Design and analysis of research on sport performance enhancement. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1999; 31: 472–485.
2. Fiskerstrand A and Seiler KS. Training and performance characteristics among Norwegian International Rowers 1970-2001. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 2004; 14: 303-310.
3. Esteve-Lanao J, San Juan AF, Earnest CP, Foster C, Lucia A. How do endurance runners actually train? Relationship with competition performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2005 (37): 3: 496-504.
4. Esteve-Lanao J, Foster C, Seiler S, Lucia A. Impact of training intensity distribution on performance in endurance athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2007, 21(3), 943-949.
5. Seiler KS, Kjerland GØ. Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an «optimal» distribution? *Scand. J. Med. Sci. Sports* 2006; 16: 49-56.
6. Seiler S, Hetlelid K. The impact of rest duration on work intensity and RPE during interval training. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2005; 37: 1601-1607.
7. Denis C, Dormois D, Lacour JR. Endurance training, $VO_{2\max}$, and OBLA: a longitudinal study of two different age groups. *Int. J. Sports Med.* 1984; 5: 167–173.
8. Gaskill SE, Walker AJ, Serfass RA, Bouchard C, Gagnon J, Rao DC, Skinner JS, Wilmore JH, Leon AS. Changes in ventilatory threshold with exercise training in a sedentary population: the HERITAGE Family Study. *Int. J. Sports Med.* 2001; 22 (8): 586-92.
9. Kindermann W, Simon G, Keul J. The significance of the aerobic-anaerobic determination of work load intensities during endurance training. *Eur. J. Appl. Physiol.* 1979; 42: 25-34.
10. Londeree BR. Effect of training on lactate/ventilatory thresholds: a meta analysis. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1997; 29: 837-843.
11. Billat VL, Demarle A, Slawinski J, Paiva M, Koralsztein JP. Physical and training characteristics of top-class marathon runners. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2001; 33: 2089-2097.

12. Kellmann M, Altenburg D, Lormes W, Steinacker JM. Assessing stress and recovery during preparation for the World Championships in rowing. *The Sports Psychologist* 2001 (15): 151-167.
13. Schumacher YO, Müller P. The 4000-m team pursuit cycling world record: theoretical and practical aspects. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2002; 34: 1029-1036.
14. Schumacher YO, Müller P, Keul J. Development of peak performance in track cycling. *J. Sports Med. Phys. Fitness* 2001 (41): 2: 139-146.
15. Steinacker JM, Lormes W, Lehmann M, Altenburg D. Training of rowers before world championships. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1998; 30: 1158-1163.
16. Steinacker JM, Lormes W, Kellmann M, Liu Y, Reißnecker S, Opitz-Gress A, Baller B, Günther K, Petersen KG, Kallus KW, Lehmann M, Altenburg D. Training of junior rowers before world championships. Effects on performance, mood state, and selected hormonal and metabolic responses. *J. Sports Med. Phys. Fitness* 2000; 40: 327-335.
17. Billat V, Lepretre PM, Heugas AM, Laurence MH, Salim D, Koralsztein JP. Training and bioenergetic characteristics in elite male and female Kenyan runners. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2003; 35(2):297-304.
18. Zapico AG, Calderón FJ, Benito PJ, Gonzáles CB, Parisi A, Pigozzi F, Di Salvo V. Evolution of physiological and haematological parameters with training load in elite male road cyclists: a longitudinal study. *J. Sports Med. Phys. Fitness* 2007 (47): 2: 191-196.
19. Ingham SA, Carter H, Whyte GP, Doust JH. Physiological and performance effects of low-versus mixed-intensity rowing training. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2008; 40(3): 579-584.
20. Lucía A, Pardo J, Durantez A, Hoyos J, Chicharro JL. Physiological differences between professional and elite road cyclists. *Int. J. Sports Med.* 1998; 19: 342-348.
21. Lucía A, Hoyos J, Carvaljal A, Chicharro JL. Heart rate response to professional road racing: the Tour de France. *Int. J. Sports Med.* 1999; 20: 167-172.
22. Seiler S, Haugen O, Kuffel E. Autonomic recovery after exercise in trained athletes: Intensity and duration effects. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2007 (39): 8: 1366-1373.

23. Foster C, Fitzgerald DJ, Spatz P. Stability of the blood lactate-heart rate relationship in competitive athletes. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1999 (31): 4: 578-582.
24. Bourgois J, Claessens AL, Vrijens J, Philippaerts R, Renterghen BV, Thomis M, Janssens M, Loos R, Lefevre J. Anthropometric characteristics of elite male junior rowers. *Br. J. Sports Med.* 2000; 34: 213-216.
25. Hagerman FC. Applied physiology of rowing. *Sports Med.* 1984, 1 (4): 303-326.
26. Billat VL, Flechet B, Petit B, Muriaux G, Koralsztein JP. Interval training at VO_{2max} : effects on aerobic performance and overtraining markers. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1999; 31:156-163.
27. Laursen PB, Jenkins DG. The scientific basis for high-intensity interval training: optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes. *Sports Med.* 2002; 32(1): 53-73.
28. McGregor AH, Bull AMJ, Byng-Maddick R. A comparison of rowing technique at different stroke rates: a description of sequencing, force production and kinematics. *Int. J. Sports Med.* 2004; 25: 465-470.
29. Mäestu J, Jürimäe J, Jürimäe T. Monitoring of performance and training in rowing. *Sports Med.* 2005; 35(7): 597-617.

**ПРОБЛЕМА ДОСТИЖЕНИЯ ПИКА СПОРТИВНОЙ
ФОРМЫ К НАЧАЛУ ОЛИМПИЙСКИХ
ИГР В АФИНАХ
(АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПЛОВЦОВ
В УСЛОВИЯХ КРУПНЕЙШИХ СОРЕВНОВАНИЙ)**

*Владимир Иссурин¹, Леонид Кауфман¹,
Джиллад Люстиг¹, Джершон Тененбаум²*

**THE PROBLEM OF PEAKING IN VIEW OF EVIDENCES
FROM THE ATHENS OLYMPIC GAMES**

*Vladimir Issurin¹, Leonid Kaufman¹,
Gilad Lustig¹, Gershon Tenenbaum²*

Настоящее исследование направлено на проверку гипотезы, которая состоит в том, что на результаты, показанные пловцами во время Олимпийских игр 2004 года в Афинах, в основном оказали влияние такие факторы, как продолжительность финальной стадии подготовки (ФСП), пол спортсменов, их возраст, разновидности отбора, класс (квалификация) пловцов, стиль плавания и дистанция.

Целью исследования являлось определение относительного повышения результативности (ОПР, %), которое рассчитывалось как разница между исходными результатами пловцов, достигнутыми ими в предшествующих олимпиаде соревнованиях, и временем, показанным ими в процессе олимпийских состязаний.

Проведение подобных исследований (анализа) представляется особенно важным, еще и в связи с тем, что одной из его основных задач является выявление наиболее рациональных и эффективных путей достижения максимально возможных результатов во время каждой конкретной Олимпиады.

Достижение пика спортивной формы к началу Олимпиады, позволяющей добиться максимальной результативности, является делом первостепенной важности для каждого спортсмена. Достижение пика спортивной формы обычно рассматривается с учетом предшествовавшего ему спада (1, 8); широко распространенный метод анализа результатов предполагает оценку максимальной результативности спортсмена путем сопоставления результатов перед спадом, наблюдаемым в его спортивной форме, и после него. Такого рода статистическая обработка данных позволяет получить весьма впечатляющее повышение результативности в пределах от 1 до 6,8% (7, 8). Другой метод оценки, применяемый в ряде последних исследований, основывается на сравнении результатов, полученных во время отборочных испытаний, с результатами, достигнутыми на олимпийских играх (11, 12). При использовании подобного метода анализа результатов не принимается во внимание спад, наступающий в спортивной форме. Он рассматривается как кратковременный период, связанный с сокращением рабочих нагрузок. При использовании данного метода, прежде всего подвергаются анализу особенности финальной стадии подготовки (ФСП), которая рассматривается как специфический период времени, в течение которого тщательно отобранная и организованная группа (команда) спортсменов выполняет специальную программу тренировок, конечной целью которой является участие в конкретных соревнованиях. Следовательно, эффективность самого процесса достижения пика спортивной формы может быть объективно оценено путем сравнения результатов, достигаемых спортсменом в начале и конце ФСП. Соревнования по плаванию как олимпийскому виду спорта, отличающемуся полностью воспроизводимыми стандартными условиями, способствуют проведению надежной и достоверной оценки результативности спортсменов и предоставляют уникальную возможность исследования тенденций достижения ими наилучшей спортивной формы.

В процессе исследований анализировались результаты 301 пловца-олимпийца (153 мужчин и 148 женщин) в возрасте 15-33 лет, представлявших 24 национальные команды, которые приня-

¹ Elite Sport Department at the Wingate Institute, Netanya, Israel

² Florida State University, Department of Educational Psychology, Florida, USA.

ли участие в 424 заплывах на разных соревнованиях. Отбор пловцов для проведения данного анализа осуществлялся с учетом следующих критериев:

- а) участие в одном и том же виде соревнований во время пре-олимпийских испытаний и Олимпийских игр;
- б) наличие официально зарегистрированного результата во время соревнований, предшествовавших ФСП, и участие в том же виде соревнований на Олимпийских играх.

Финальная стадия подготовки рассматривалась как период времени между Олимпийскими играми и отборочными пре-олимпийскими испытаниями или другими соревнованиями, на которых спортсменом показал официальный результат, анализируемый в ходе данного исследования в качестве исходного. Продолжительность ФСП колебалась от 29 дней (США) до 151 дней (Италия). Программы тренировок, применяемые разными командами на данной стадии, значительно отличались друг от друга: команды со сравнительно длительными ФСП принимали участие в нескольких соревнованиях, включая европейские чемпионаты и другие международные встречи. Все пловцы практиковали резкое сокращение рабочей нагрузки перед Олимпийскими играми или спад, продолжавшийся обычно в пределах от 10 до 25 дней.

Все соревнования были организованы в соответствии с правилами Международной федерации плавания (FINA) в соответствующих олимпийским стандартам 50-метровых бассейнах. Результаты регистрировались электронной системой «Омега» и были получены нами из официальных протоколов пре-олимпийских испытаний и Олимпийских игр в Афинах. В обоих случаях для анализа отбирались лучшие результаты, показанные соответствующим пловцом. Были рассчитаны абсолютная и относительная разность между исходными результатами, полученными во время пре-олимпийских испытаний или других соревнований, и результатами, показанными во время олимпийских игр. На их основе был определен главный показатель, применяемый в данном исследовании — коэффициент относительного повышения

результативности (ОПР, %). При этом в качестве независимых переменных были использованы:

- а) *способ отбора* — при отборе пловцов для участия в Олимпийских играх использовалось два способа: *жесткий отбор*, применяемый ведущими спортивными державами во время проведения официальных пре-олимпийских испытаний, и *нестрогий (либеральный) отбор*, практикуемый в основном в командах с малым количеством пловцов международного класса, которые показывали соответствующие олимпийским критериям результаты на протяжении всего олимпийского года или даже в более ранний период;
- б) *продолжительность ФСП* — 29-33, 34-90, 91-130, 130 и более дней;
- в) *стили плавания и дистанции* — анализ охватывал данные, полученные для четырех стилей спортивного плавания и индивидуального комплексного плавания; было проанализировано 26 индивидуальных заплывов: 50, 100, 200, 400 м, 800 и 1500 м плавания вольным стилем; 100 и 200 м плавания на спине, брассом и баттерфляем; 200 и 400 м комплексного плавания;
 - *пол и возраст* — при проведении анализа учитывались пол спортсмена и три возрастные категории: молодые спортсмены — 15-19 лет; взрослые спортсмены — 20-24 года; и ветераны — 25 лет и более;
 - *индивидуальная классификация спортсменов* — при анализе рассматривались четыре категории олимпийцев: медалисты; пловцы, занявшие 4 — 8 места; пловцы, занявшие 9-16 места; и пловцы, показавшие 17 результат и ниже.

Результаты исследований

На рисунке 1 представлены результаты оценки коэффициента ОПР и продолжительности ФСП в ведущих спортивных странах. Средний коэффициент ОПР для 24 стран составил 0,58% ($CO =$

1,13%), что указывает на общую тенденцию снижения результативности в 68,2% заплывов. На графике представлены результаты спортсменов команд с минимальным снижением средней результативности (минимальные показатели коэффициента ОПР); продолжительность ФСП в данных командах варьировала между 28 и 109 днями (Польша, США, Япония и Германия). Общая тенденция для продолжительности ФСП указывает на благоприятное влияние на результативность самой короткой ФСП; однако, эта тенденция не достигла уровня статистической значимости.

В ходе данного анализа было обнаружено два статистически значимых факта: при проведении однофакторного дисперсионного анализа национальных команд, осуществляющих жесткий отбор пловцов для участия в Олимпийских играх, по сравнению

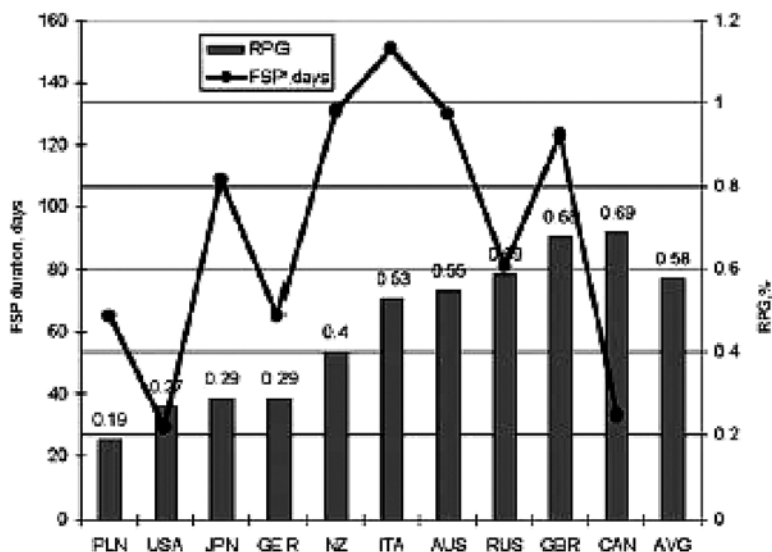


Рис. 1. Коэффициент относительного повышения результативности и продолжительность финальной стадии подготовки в некоторых национальных командах

со странами, практикующими нестрогий (либеральный) отбор, было выявлено значительное ($p = 0,04$) превосходство пловцов, попавших в команду при соблюдении критериев жесткого отбора по сравнению с пловцами, отобранными на либеральной основе: их коэффициент ОПР составил 0,46% по сравнению с 0,84%, соответственно. Помимо этого, медалисты и пловцы, занявшие 4-8 места, были единственными, для которых был получен отрицательный коэффициент ОПР, означающий повышение их результативности во время олимпиады (Рис. 2).

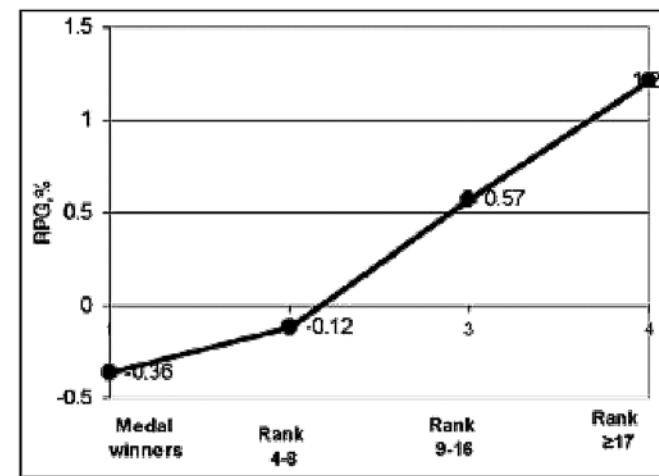


Рис. 2. Соотношение между ОПР и классом спортсмена

При определении коэффициента ОПР не было выявлено статистически значимых различий между мужским и женским полом: 0,66% и 0,50%, соответственно ($p \geq 0,05$). При сравнении трех возрастных категорий не было зарегистрировано видимого превосходства какой-либо из этих категорий над другими; показатели коэффициента ОПР для молодых, взрослых и ветеранов составили 0,74, 0,51 и 0,59, соответственно. Стиль плавания также не оказывал значимого влияния на результативность (таблица 1).

Табл. 1. Средние показатели и стандартные отклонения (СО) коэффициента ОПР в зависимости от стилей плавания

	Кроль	Плавание на спине	Брасс	Баттерфляй	Комплексное плавание
n	170	63	70	61	53
Ср%ОПР	0,68	0,58	0,47	0,34	0,65
СО%ОПР	1,20	1,21	0,96	1,00	1,14

Равным образом, не удалось выявить значимой разницы между дистанциями заплывов (таблица 2).

Табл. 2. Средние показатели и стандартные отклонения (СО) коэффициента ОПР в зависимости от дистанции

Дистанция	50 м	100 м	200 м	400 м	800 м	1500 м
n	34	138	159	60	15	17
Ср%ОПР	0,84	0,56	0,57	0,53	0,75	0,32
СО%ОПР	1,26	1,13	1,01	1,27	1,32	1,33

Обсуждение результатов

Общая тенденция. Самым неожиданным результатом данного исследования стало выявление факта снижения результативности пловцов, которое наблюдалось в 68,2% всех анализируемых заплывов. Подобный факт никогда не отмечался во время предыдущих олимпийских игр и не соответствует результатам, полученным Пайном et al. (Pyne et al.) (11), которые сообщили о повышении средней результативности пловцов из национальных олимпийских команд США и Австралии в течение периода времени между отборочными испытаниями и Олимпиадой в Сиднее, которая составила -0,2 и -0,6%, соответственно. Следует отметить,

что четыре команды из стран-лидеров мирового плавания (США, Австралия, Япония и Германия) завоевали в Афинах 56% из 97 олимпийских медалей (57,7%), однако ни одной из этих команд не удалось добиться среднего повышения результативности всех ее членов. Это тем более удивительно, учитывая тот факт, что эти команды работают под руководством высокопрофессиональных тренеров и научных специалистов, и на стадии предолимпийской подготовки для них создаются условия, соответствующие самым высоким требованиям и отличающиеся чрезвычайно высоким уровнем мотивации и стимулирования спортсменов. Это указывает на присутствие других факторов, оказавших влияние на ухудшение результативности спортсменов международного класса.

Способ отбора, как фактор, определяющий достижение пика спортивной формы спортсмена, ранее никогда не изучался и не подвергался анализу. Это не означает, что этот фактор до сих пор не рассматривался спортивными специалистами. Одни из них полагают, что более ранний и менее строгий отбор способствует более благоприятному психологическому состоянию пловцов и позволяет избежать эмоционального напряжения, связанного с участием в предолимпийских испытаниях. Другие специалисты, главным образом, из стран, обладающих большим количеством пловцов международного класса, считают официальные предолимпийские испытания единственным методом рационального и справедливого отбора. Настоящий анализ выявил значительное преимущество жесткого отбора, что может быть объяснено двумя причинами:

- а) спортсмены, которые перед участием в олимпиаде уже переживали в течение олимпийского сезона связанное со стрессовой ситуацией достижение пика своей спортивной формы, получают бесценный опыт, который помогает им во время заключительной стадии подготовки;
- б) пловцы, с успехом выдержавшие стресс, возникающий в процессе жесткого отбора, приобретают веру в собственные силы, позволяющую им лучше справляться с эмоциональным напряжением (16).

Во время проведения анализа было обнаружено, что квалификация спортсмена оказывает сильное влияние на достижение пика спортивной формы. При этом было выявлено, что только медалисты и участники финальных заплывов улучшили свое время, показанное ими перед участием в Олимпиаде, в то время как другим пловцам не удалось улучшить свой личный результат (см. рисунок 2). Это согласуется с данными, полученными Тревином et al. (Trewin et al.) (14) согласно которым, пловцы, завоевавшие медали во время Олимпийских игр в Сиднее, добились более значительного улучшения своих личных результатов по сравнению с остальными участниками Олимпиады. Следовательно, выдающиеся достижения медалистов и финалистов олимпийских игр были предопределены более эффективными условиями подготовки для повышения их результативности, которые были созданы для них во время ФСП. Анализ генетических факторов свидетельствует о том, что выдающиеся спортсмены принадлежат к индивидуумам, унаследовавшим способность более эффективного реагирования на применение различных стимулов во время тренировок (2). Таким образом, более высокий коэффициент повышения результативности по окончании ФСП у добившихся успеха олимпийцев является следствием как более благоприятной наследственности, так и применения более эффективных профессиональных приемов.

Продолжительность ФСП. Полученные в ходе данного исследования данные не позволяют утверждать, что существует прямая зависимость между продолжительностью ФСП и повышением результативности. Четко выраженная тенденция «чем короче, тем лучше» связана с выдающимися результатами, достигнутыми командой США, продолжительность ФСП которой составляла 29 дней. Однако, большинству пловцов этой ведущей команды (57,7%) не удалось улучшить свои исходные результаты во время олимпийских заплывов. К тому же, канадская национальная команда использовала примерно такую же продолжительность ФСП (33 дней), но добилась менее значительных успехов по сравнению с другими ведущими командами мира (Рис. 1). В све-

те опубликованной недавно теории периодизации блоков спортивных тренировок (4, 5) ФСП должна состоять из трех последовательных мезоциклов, продолжающихся от 45 до 55 дней, что создает оптимальные условия для совмещения положительных эффектов воздействия заключительных тренировок. Данная продолжительность ФСП также совпадает с общими положениями теории тренировки (3, 10, 13). Но как бы то ни было, упомянутые теоретические положения, касающиеся вопросов планирования подготовки пловцов, не были подтверждены результатами данного исследования, что указывает на необходимость проведения дополнительных исследований связанных с вопросами продолжительности и содержания ФСП.

Возраст и пол. Во время проведения одного из научных исследований были определены оптимальные условия достижения максимальной результативности в некоторых видах спорта; согласно данному анализу в плавании наиболее благоприятные условия складываются в возрасте от 18 до 24 лет для мужчин и от 17 до 20 лет для женщин (9, 10). В ходе настоящего исследования эти данные не были подтверждены – ни для одной из рассматриваемых возрастных категорий не было выявлено каких-либо значительных преимуществ. Гипотетически, принимая во внимание, что женские половые гормоны активируют другие гормоны (15), следовало бы ожидать определенного влияния половой принадлежности на результативность, при этом реакции на стрессовые ситуации у женщин могут отличаться от мужчин. На самом деле, нам не удалось выявить четко выраженной разницы в результативности между обоими полами. Похоже, что проблема достижения максимальной результативности не зависит от половой принадлежности.

Стили плавания и длина дистанции были проанализированы в целях подтверждения предположений, сделанных при проведении предыдущих исследований, о существовании различий в метаболических реакциях организма пловца на разные стили плавания (6) и о специфическом воздействии тренировок с заплывами на спринтерские, средние и длинные дистанции на психологическое состояние спортсменов (17). Эти предположения не были

подтверждены результатами статистического анализа; примерно одинаковое снижение результативности отмечалось для разных стилей плавания и для разных дистанций.

Заключение

Полученные результаты настоящего исследования позволяют предположить, что четко выраженная тенденция снижения результативности во время лимпийских игр *не* зависит от таких чаще всего регистрируемых и изучаемых факторов, как продолжительность ФСП перед соревнованиями, возраст, пол, стиль плавания и дистанция. Вероятные причины данного явления, скорее всего, связаны с факторами, которые еще мало подвергались анализу и изучению особенностей воздействия на различных спортсменов в условиях крупнейших соревнований. К ним можно отнести:

- а) *Эмоциональное напряжение и волнение во время ФСП и Олимпийских игр*; влияние средств массовой информации, общественные обязательства, ожидания спортивных администраторов, предполагаемые размеры вознаграждения и т.п. значительно усиливают эмоциональный стресс;
- б) *Гормональные и метаболические изменения, вызываемые эмоциональным и физическим стрессом*; в дни перед соревнованиями эмоциональный стресс предшествует физическому стрессу, и это становится причиной проявления избыточных катаболических реакций; кроме того, повышенное выделение катехоламинов может приводить к усилению анаэробного обмена и изменению аэробного/анаэробного взаимодействия;
- в) *Недостаточная эффективность тренировок во время ФСП*; гормональные возмущения вызывают сдвиг реакций обмена в направлении преобладания анаэробных реакций и снижения аэробных и анаболических эффектов воздействия тренировок; это может приводить к ухудшению кислородного обмена, снижению мышечной массы и силы, что проявляется в четко выраженной тенденции к ухудшению результативности спортсмена.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Bompa T (1999). Periodization: theory and methodology of training. 4th edition. Champaign: Human Kinetics.
2. Bouchard C, Malina RM, Perusse L (1997). Genetics of fitness and physical performance. Champaign: Human Kinetics.
3. Harre D (1971). Spezielle Probleme der Vorbereitung auf sportliche Wettkämpfe. In: Harre D (ed.) Trainingslehre. Berlin: Sportverlag, 261-73.
4. Issurin W, Shklar W (2002). Zur Konzeption der Blockstruktur im Training von hochklassifizierten Sportlern. Leistungssport, 32:42-5.
5. Issurin V, Lustig G (2004). Klassifikation, Dauer und praktische Komponenten der Resteffekte von Training. Leistungssport, 34:55-9.
6. Issurin V, Kaufman L, Tenenbaum G (2001). Modeling of velocity regimens for anaerobic and aerobic power exercises in high-performance swimmers. J Sports Med Phys Fitness, 41:433-40.
7. Kubukeli Z, Noakes T, Dennis S (2002). Training techniques to improve endurance exercise performances. Sports Med, 32:489-509.
8. Mujika I, Padilla S, Pyne D, Busso T (2004). Physiological changes associated with the pre-event taper in athletes. Sports Med, 13:891-926.
9. Ozolin NG (2002). Handbook of coach. Science to win. Moscow: Astrel. (in Russian)
10. Platonov V (2004). System of the athletes' preparation in the Olympic sports. Kiev: Olympic Literature. (in Russian)
11. Pyne D, Trewin C, Hopkins W (2004). Progression and variability of competitive performance of Olympic swimmers. J Sports Sci, 22:613-20.
12. Rudolph K (2001). Die Entwicklung des internationalen und nationalen Schwimmsports unter besonderer Berücksichtigung der Olympischen Spiele in Sydney 2000. Leistungssport, 31:48-55.
13. Tschiene P (1999). Die unmittelbare Wettkampfvorbereitung. In: Tiess G, Tschiene P (eds.). Handbuch zur Wettkampflehre. Aachen: Meyer & Meyer Verlag, 319-349.
14. Trewin C, Hopkins W, Pyne D (2004). Relationship between world-ranking and Olympic performance of swimmer. J Sports Sci, 22:339-45.

15. Viru A (1995). Adaptation in sports training. Boca Raton: CRC Press.
16. Weinberg RS, Gould D (2003). Foundations of sport and exercise psychology (3rd edition). Champaign: Human Kinetics.
17. Wilmore J, Costill D (1993). Training for sport and activity. The physiological basis of the conditioning process (3rd edition). Champaign: Human Kinetics.
18. Sokolovas, G. Analysis of swimming's all-time top 100 times. / G Sokolovas In J.P. Vilas-Boas, F. Alves, A. Marques (eds.) // Xth International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming, University of Porto, Porto, – 2006. – pp. 315-317.

ВЛИЯНИЕ УТОМЛЕНИЯ НА СУБЪЕКТИВНУЮ И ОБЪЕКТИВНУЮ ОЦЕНКУ ОСОЗНАНИЯ СИТУАЦИИ В ВЕЛОСИПЕДНОМ СПОРТЕ

Уэйд Л. Нез^{1,2} и Дэниэл Дж. Хэм¹

A COMPARISON OF THE EFFECTS OF FATIGUE ON SUBJECTIVE AND OBJECTIVE ASSESSMENT OF SITUATION AWARENESS IN CYCLING

Wade L. Knez^{1,2} and Daniel J. Ham¹

Исследовалось максимальное усилие, затрачиваемое спортсменами во время проведения скоростных заездов на 30 км (С330) на велосипедном эргометре, в целях оценки его влияния на изменения результатов объективных и субъективных тестов на восприятие участниками эксперименты условий окружающей обстановки и их способность предвидеть будущие события (осознание ситуации; ОС), а также для определения влияния процесса восстановления после нагрузки на ОС.

Способность велосипедиста к точной и объективной оценке окружающей его обстановки в целях принятия решения о своем будущем поведении во время гонки является фундаментальным условием для достижения оптимальной результативности и безопасности. При проведении научных исследований было доказано, что утомление может оказывать отрицательное воздействие на когнитивную способность спортсмена (Aks, 1998; Allard et al., 1989; Cian et al., 2001; Isaacs and Pohlman, 1991; Wrisberg and Herbert, 1976), что связано с повышенным риском травматизма и снижения результативности, и потому важнейшей задачей спор-

¹ Университет Балларэта, Школа изучения движения человека и спортивных наук, Маунт-Хеллэн, Виктория, Австралия

² Университет имени Джеймса Кука, Научно-исследовательский институт физкультуры и спорта, Кейрнс, Квинсленд, Австралия

тсменов и тренеров является сокращение до минимума влияния данного фактора риска путем обеспечения оптимального осознания ситуации и уровня работоспособности.

В целях определения влияния утомления велосипедиста на его способность к объективному и субъективному осознанию ситуации (ОС) в данном исследовании рассматривались как психологические, так и физиологические факторы воздействующие на спортсмена.

Эндсли (Endsley, 1988) определяет осознание ситуации как «восприятие элементов окружающей обстановки в данных пространственно-временных условиях, понимание их значения и прогнозирование их состояния в ближайшем будущем». ОС включает три основополагающих уровня. На **первом уровне** происходит восприятие испытуемым важности и характерных особенностей отдельных элементов окружающей его обстановки. На **втором уровне** – происходит обработка информации, собранной на первом уровне, в целях получения реальной картины происходящих в данный момент событий. **Третий уровень** ОС заключается в умении спортсмена, исходя из предшествующего опыта, предвидеть последствия, происходящих событий, представление о которых было получено им на втором уровне. В связи с этим третий уровень рассматривается как наиболее важный для адекватного осознания ситуации (Endsley and Jones, 1997). В самом деле, человек обладает ограниченной способностью к восприятию и обработке информации об окружающей его среде (Cowan, 2001). Поэтому логичным будет предположение, что факторы, ограничивающие нашу способность к обработке и сохранению в памяти информации, будут оказывать негативное влияние на ОС.

При проведении научных исследований был идентифицирован ряд факторов, которые могут ограничивать или нарушать цепь событий, что приводит к пониженному уровню ОС. Они могут включать как физиологические, так и психологические аспекты, такие как усталость, скука, спешка и волнение (Hockey, 1986; Sharit and Salvendy, 1982). Действительно, в то время как *ограниченное воздействие стресса может оказывать благоприятное воз-*

действие, слишком напряженная стрессовая ситуация может ограничивать способность индивидуумов к ОС (Hockey, 1986; Janelle et al., 1999; Williams and Elliot, 1999). Высказанное Истербруком (Easterbrooks, 1959) предположение объясняет это явление тем, что при низких уровнях возбуждения спортсмен замечает как важные, так и неважные сигналы из окружающей его обстановки, но **по мере роста возбуждения фокус его внимания сужается, исключая не имеющую для него значения информацию и сосредотачиваясь только на самых важных сигналах. Если данное возбуждение превышает оптимальный для спортсмена уровень, фокус внимания продолжает сужаться, исключая даже важную информацию, или спортсмен начинает испытывать состояние рассеянности, характеризующееся тем, что фокус его внимания произвольно перемещается между значимой и не значимой для него информацией.**

Проведение научных исследований позволяет установить влияние утомления, развивающегося в результате выполнения интенсивной физической нагрузки, на ОС каждого конкретного спортсмена. Экс (Aks, 1998), применяя задание по визуальному поиску, в ходе которого от его участников требовалось быстро ответить на вопросы о наличии или отсутствии предметов определенного размера или размера и цвета в целях измерения их когнитивной способности и ОС, *обнаружил улучшение времени реакции и точности выполнения задания после 10-минутной физической нагрузки.* При проведении схожего исследования – определения влияния физической нагрузки на внимание к визуальным сигналам Оллард и соавторы (Allard et al., 1989) обнаружили, что езда на велосипеде в течение 4 минут при рабочей нагрузке, эквивалентной 60% максимального потребления кислорода, **способствовала повышению** эффективности выполнения заданий на скорость восприятия визуальных сигналов. Это происходило в том случае, когда испытуемые должны были назвать один или несколько характерных признаков предметов, входящих в состав экспозиций состоящих из разного количества предметов.

Авторы других исследований (Meyers et al., 1969) продемонстрировали, что оптимальная эффективность выполнения за-

даний по визуальному поиску достигалась в состоянии покоя. Кроме того, ряд авторов приводят данные об отсутствии вызываемых усталостью изменений при выполнении заданий по визуальному распознаванию, когда от участников требовалось указать положение определенной фигуры или числа (цифры) в пределах заданной области (Bard and Fleury, 1978) или какой-либо одной буквы находящейся среди других букв (Fleury et al., 1981). **Эти расхождения** результатов могут быть объяснены различной интенсивностью и продолжительностью физических нагрузок и различными уровнями утомления, вызываемыми этими нагрузками. Томпоровски (Tomporowski, 2003) высказал предположение, что физическая нагрузка продолжительностью до 60 минут способствует более высокому уровню обработки информации, в то время как выполнение физических упражнений в течение более длительных периодов времени оказывает негативное влияние, как на обработку информации, так и на память. Автор объясняет это снижение когнитивной способности состоянием обезвоживания. Окончательно не установлено, являются ли продолжительность задания и обезвоживание единственными основными факторами, влияющими на когнитивную способность, поскольку в ряде упомянутых выше статей указывается на различную степень зависимости когнитивной способности от интенсивности физической нагрузки. Эти данные подтверждаются результатами исследования, в ходе которого было выявлено увеличение скорости выполнения теста на сопоставление предметов по вертикали при увеличении скорости бега по беговой дорожке (McGlynn et al., 1977). Поэтому при проведении исследования ОС важно определить интенсивность нагрузки и степень физической усталости, которую она вызывает у испытуемого.

При рассмотрении всех аспектов проблемы можно сделать вывод, что влияние интенсивной нагрузки на эффективность выполнения заданий по визуальному поиску неоднозначно. Три возможных объяснения несоответствия результатов заключаются в различиях в интенсивности/продолжительности нагрузки, в

методологии, применяемой для оценки ОС, и, наконец, в отсутствии условий надлежащего контроля, позволяющего выделить эффекты воздействия физической активности на когнитивную способность.

К сожалению, нам не удалось обнаружить ни одной публикации, посвященной рассмотрению воздействия утомления на субъективные ощущения при ОС. Если на ОС оказывают влияние одновременно физиологические и психологические стресс-факторы, то мы можем предположить, что утомление также должно влиять как на объективное, так и на субъективное ОС. Оценка этих субъективных и объективных элементов необходима **для понимания механизмов самоконтроля спортсмена**. Это позволит спортсмену осознать свой уровень возбудимости и возможность его отрицательного воздействия на результативность. Кроме того, в контексте проведения дальнейших исследований, следует также рассмотреть возможность применения данного типа оценки в качестве надежного инструмента для определения уровня ОС.

К участию в данных исследованиях были привлечены девять велосипедистов первого разряда в возрасте 26 ± 7 лет (среднее значение \pm СО), имели показатель максимального потребления кислорода (МПК) $51,4 \pm 5,4$ мл/кг/мин, пиковую выходную мощность (ПВМ) $327,5 \pm 30,5$ ватт и принимали участие в велосипедных гонках в течение $5,22 \pm 2,77$ лет.

В лабораторных условиях (при температуре 22°C , 40% относительной влажности и давлении 720-730 мм ртутного столба) участники испытания выполнили тест на эргометре с последовательным увеличением физической нагрузки, который позволил определить их показатели МПК и ПВМ. Не менее чем через 48 часов после прохождения вышеупомянутого теста участники испытаний провели скоростной заезд на 30 км (С330). До и после С330 участниками испытаний были также выполнены субъективная и объективная оценки ОС; этот С330 и соответствующие ему оценки ОС рассматривались как пробные, выполняемые в целях ознакомления с методикой проведения эксперимента. В течение следующих двух недель С330 и оценки ОС проводились дважды (с

интервалом в одну неделю); при этом каждый тест выполнялся в одно и то же время дня.

Для определения МПК и ПВМ выполнялись тенстовые задания при последовательном увеличении интенсивности физической нагрузки с применением велосипедного эргометра с электронным торможением (Veletron, Elite, RacerMate Inc, USA), модифицированного таким образом, чтобы к нему можно было присоединять педали, принадлежащие участникам испытаний. Руль велосипеда и положение седла велосипедного эргометра изменялись в соответствии с привычной для каждого участника посадкой. Участники эксперимента в течение пяти минут проводили индивидуальную привычную для них разминку. Выполнение теста было начато при исходной рабочей нагрузке 100 ватт, которая затем увеличивалась на 30 ватт каждые три минуты до достижения состояния изнеможения, определяемого волевым решением спортсмена, или когда он больше не мог поддерживать темп движения ≥ 60 оборотов/мин. Хотя мощность на велосипедном эргометре с электронным торможением поддерживается независимо от темпа, участников испытания попросили придерживаться во время прохождения теста на **максимальное потребление кислорода и пиковую выходную мощность их обычного темпа езды (примерно 90 оборотов/мин)** в целях минимизации вариаций механического КПД. Показатель МПК регистрировался как среднее значение двух самых высоких величин потребления кислорода, измеряемых во время прохождения теста с постепенным нарастанием нагрузки. ПВМ определялась как конечная рабочая нагрузка, достигаемая участником испытания.

Перед проведением каждого теста вдыхаемый объем подвергался калибровке и верификации с применением трехлитрового калибровочного шприца в соответствии с инструкциями производителя. Выдыхаемые концентрации O_2 и CO_2 измерялись с применением электронных газоанализаторов (SensorMedics, Vmax series 29), которые были калиброваны перед каждым тестом с применением известных концентраций газов.

Имитированные в лабораторных условиях С330 выполнялись на велосипедном эргометре (Veletron, Elite, RacerMate Inc, USA)

при свободном выборе мощности в ваттах и темпа. Участников попросили воздержаться от любых высокоинтенсивных или длительных тренировок в течение 48 часов перед проведением каждого эксперимента. Они должны были также накануне вечером употреблять пищу с высоким содержанием углеводов и позаботиться о потреблении перед испытанием достаточного количества жидкости. Во время С330 каждому участнику испытания предоставлялась информация о пройденной им дистанции, в то время как данные о скорости и времени от него скрывались.

Оценка субъективного восприятия нагрузки (ОСВН) по шкале Борга (Borg, 1973) проводилась каждые 5 км С330 и сразу после окончания С330.

Для оценки ОС применялось два дополнительных метода/теста. Первый из них – **метод когнитивной самооценки (МКС)** – содержит вопросы по субъективной самооценке когнитивной способности с учетом условий конкретного вида деятельности с ответами в виде отметки на вертикальной шкале субъективного восприятия когнитивной способности. Этот метод концептуально связан с «Вопросником субъективного осознания ситуации участником исследований» (Participant Subjective Awareness Questionnaire (PSAQ)). Существует ряд преимуществ применения такого рода метода оценки, поскольку он обеспечивает *сбор специфической субъективной информации в контролируемых условиях окружающей среды наряду с проведением соответствующих лабораторных тестов* (Endsley, 1996). Он также позволяет осуществлять *оценку степени уверенности спортсмена в своих силах при ОС* (Endsley, 2000), следовательно, он **может быть использован для выявления субъективно воспринимаемых слабых сторон каждого велосипедиста**. Более того, он отличается экономичностью, легкостью в применении и позволяет свести до минимума навязчивость, то есть в основе его применения лежит уважение права на частную жизнь (Endsley, 1996; Fracker and Vidulich, 1991; Taylor and Selcon, 1991). При применении МКС участнику испытаний задается вопрос: *«В вашем теперешнем физическом состоянии насколько сложным было бы для вас выполнение следующих операций: оцен-*

ка расстояний между велосипедами; выбор оптимальных отрезков движения при входе и выходе из поворотов; разработка стратегии гонки; распознавание основных соперников?» и предлагается сделать отметку, соответствующую ощущаемому им уровню сложности, на вертикальной линии длиной 150 мм, ранжированной от «очень легко» внизу и до «очень трудно» вверху. Таким образом, высокая/низкая оценка отражает высокую/низкую субъективную когнитивную функцию спортсмена.

Недостаток субъективных измерений ОС заключается в том, что участники испытаний *могут не знать, какую информацию они не осознают*. Более того, на объективность ОС исследуемыми субъектами может также влиять самооценка их результативности (Endsley, 2000). Однако при проведении настоящего исследования его участники не получали информации о показанных ими результатах.

Второй тест (ТКССЧ) представляет собой быстрый, простой в использовании тест, который **позволяет осуществлять непосредственное измерение когнитивной способности более общего неспецифического характера**, и различные разновидности данного теста широко применяются в спортивной литературе для объективной оценки когнитивной функции. Он **предусматривает выполнение заданий на визуальное восприятие и обнаружение** (Aks, 1998; Allard et al., 1989; Bard and Fleury, 1978; Fleury et al., 1981). Для успешного выполнения предлагаемых нами заданий от участника испытания требуется способность к быстрому нахождению заданного слова, буквы или числа. Преимущество данного типа теста заключается в том, что он является объективным по своей природе, и на его результат не влияет субъективное ощущение успеха или неудачи участником испытания. Кроме того, подобно МКС, этот тест может выполняться в контролируемых условиях реальной обстановки или смоделированной в лаборатории ситуации и может регулярно применяться для оценки динамики ОС. *Результативность выполнения такого рода заданий на визуальный поиск объясняется на основе теории интеграции признаков (ТИП)* (Treisman and Gelade, 1980), которая утверждает, что для обнаружения

специфических признаков находящихся в пределах поля зрения и объединения их в процессе восприятия в единое целое требуется определенный уровень внимательности. При **выполнении ТКССЧ** участнику испытаний показывают квадратную карточку размером 66, содержащую набор целых чисел от 1 до 36, расположенных в произвольном порядке. Ему предлагают вычеркнуть как можно больше чисел в последовательном порядке, начиная с 1, 2, 3 и т.д. в течение фиксированного периода времени, составляющего 30 секунд. Балл, определяющий оценку за выполнение теста равен максимальному числу, вычеркнутому спортсменом. При этом в протокол заносится количество баллов, набранных участником теста, минус один балл за каждое недостающее в последовательности число. Это правило было введено, чтобы компенсировать любое преимущество, получаемое в результате пропуска чисел во время вычеркивания. Хотя этот тест не содержит специфического для велосипедистов задания, он отличается простотой организации и выполнения и не требует значительных затрат. Каждый тест проводился один раз непосредственно перед началом заезда и три раза сразу после его завершения, и на выполнение каждого теста давалось 30 секунд. На практике на прохождение теста МКС затрачивалось всего несколько секунд, в то время как ТКССЧ занимал все 30 секунд. Оставшееся время каждого 60-секундного теста затрачивалось на решение технических проблем, связанных с координацией деятельности.

Второй целью проведения этих исследований являлась оценка достоверности результатов МКС или ТКССЧ, используемых для измерения уровня ОС. В результате анализа полученных данных был выявлен очень высокий уровень достоверности результатов как МКС, так и ТКССЧ (таблица 1). Высокая достоверность МКС указывает, что при использовании этого теста участники испытания смогли представить последовательные и достоверные ответы на вопросы о субъективно воспринимаемой ими способности к выполнению заданий на осознание ситуации. Высокая достоверность результатов ТКССЧ показывает, что этот тест может быть использован в качестве надежного инструмента определения на-

выков визуального восприятия и обнаружения предметов и событий окружающей среды и когнитивной функции. Кроме того, у испытуемых не было зарегистрировано ни осознания подобия задания при выполнении четырех вариантов, ни сознательного распознавания стереотипов. При анализе результатов оценки у испытуемых не было выявлено никаких свидетельств проявления эффекта накопленного опыта.

Табл. 1. Оценка достоверности результатов, полученных при выполнении тестов ТКССЧ и МКС

Тест	Коэффициент внутригрупповой корреляции	95% уровень достоверности для КВК
ТКССЧ	0,897	(0,751, 0,976)
МКС	0,987	(0,969, 0,996)

Главная цель настоящего исследования заключалась в том, чтобы определить, вызывает ли наступающее утомление после максимального усилия, затрачиваемого во время С330, изменения в результатах выполнения объективных и субъективных тестов на осознание ситуации (ОС), а также в том, чтобы оценить, связаны ли изменения в ОС с опытом участия в велогонках, максимальным потреблением кислорода (МПК), пиковой выходной мощностью (ПВМ) и возрастом. **Дополнительной целью** являлось выявление влияния потенциального эффекта восстановления на ОС. В качестве необходимого компонента исследования была выполнена оценка достоверности результатов двух тестов, отобранных для оценки ОС с учетом вышеуказанных параметров и особенностей в пределах исследуемой выборки. Как МКС, так и ТКССЧ проявили себя в качестве надежных тестов, обеспечивающих достоверные и стабильные результаты измерений объективного и субъективно воспринимаемого ОС.

Результаты данных исследований продемонстрировали, что С330 вызывал значительные изменения в регистрируемых па-

раметрах, характеризующих объективные и субъективные показатели ОС. Однако, самооценка когнитивной способности во время обоих С330 показала наряду со значительным улучшением показателей, характеризующих субъективное восприятие, возрастание трудности сохранения адекватного уровня ОС, в то время как результаты объективной оценки свидетельствуют о существенном улучшении ОС велосипедистов (таблица 2).

Объективная оценка ОС при выполнении теста ТКССЧ при сравнении результатов теста перед и после первого и второго С330 значительно улучшилась ($p < 0,05$ и $p < 0,001$, соответственно). Эти результаты согласуются с результатами предыдущих исследований, которые продемонстрировали повышение эффективности визуальной оценки после выполнения физической нагрузки высокой степени интенсивности (Aks, 1998). В то же время они

Табл. 2. Изменения результатов оценки ОС до и после физической нагрузки во время выполнения тестов. Данные представляют собой средние значения (\pm СО)

		Перед С330	После С330	Величина эффекта	Вероятность (% и качество) существенного улучшения ОС
ТКССЧ	С31	13,31 (2,96)	15,33 (3,54) *	0,62	93,3; вероятно
	С32	12,25 (4,71)	17,25 (2,76) †	1,34	99,9; почти полная вероятность
МКС (%)	С31	21,62 (15,51)	41,67 (27,18) *	0,94	97,3; высокая вероятность
	С32	20,28 (14,40)	42,48 (31,28) *	0,97	95,0; очень вероятно

* и † $p < 0,05$ и $p < 0,001$, соответственно, между испытаниями до и после С330.

С3₁ = 1-й скоростной заезд на 30 км; С3₂ = 2-й скоростной заезд на 30 км.

противоречат результатам исследований, авторы которых утверждают, что оптимальная эффективность выполнения заданий по визуальному поиску достигается в состоянии покоя (Meyers et al., 1969). Эти различия могут быть объяснены предположением, выдвинутым Еркисом и Додсоном (Yerkes and Dodson, 1908), о существовании инвертированной U-образной зависимости между возбуждением и когнитивной способностью. Более того, было отмечено, что предел повышения эффективности выполнения теста при увеличении возбуждения варьирует в зависимости от сложности задания. **Для достижения максимального качества результатов при выполнении простого задания требуется более высокий уровень возбуждения, чем при выполнении более сложного.**

Возрастающая усталость во время физической нагрузки ассоциируется с возрастающим возбуждением и соответствующими изменениями в центральной нервной системе. На основе гипотезы высказанной Истербруком (Easterbrook, 1959) можно сделать заключение, что хотя после выполнения С330 уровень общего возбуждения или стресса участников эксперимента был высоким, очевидно, не был оптимальным, однако он, тем не менее, все равно способствовал проявлению более высокой когнитивной способности по сравнению с состоянием покоя.

Интересно, что в ходе данного исследования было выявлено повышенное субъективное восприятие трудности сохранения адекватного ОС участниками испытания при выполнении теста МКС по окончании С330 ($p < 0,05$), что противоречило результатам объективной оценки ОС. Нам не удалось обнаружить других исследований, в которых субъективная оценка использовалась бы наряду с объективными оценками когнитивной функции спортсменов, хотя оценка субъективного восприятия нагрузки используется в широких масштабах.

Результаты, полученные в ходе данного исследования, особенно интересны, поскольку они показывают несоответствие между субъективным восприятием участниками их способности к сохранению первоначального уровня ОС и их реальной способностью к сохранению ОС. Это особенно важно, поскольку со-

хранение способности к адекватному ОС позволяет спортсменам контролировать ситуацию в условиях стресса, в которых контроль является одним из ключевых факторов, поскольку повышенное чувство самоконтроля приводит к уменьшению беспокойства (Ravizza, 2001). Хотя ощущение участниками испытания их усталости/возбуждения не оказывало негативного влияния на объективную оценку ОС, применяемые нами тесты могут послужить важными инструментами осознания спортсменами их уровня возбудимости и способствующих ему факторов, а также того, каким образом данная самооценка может повлиять на их восприятие собственной способности к распознаванию основных элементов окружающей их обстановки и принятие своевременных и правильных решений. В то же время данные результаты могут послужить примером того, каким образом, несмотря на сложность проведения подобных исследований в реальных условиях состязаний, можно изыскать дополнительные возможности использования таких дисциплин как психология и физиология для получения данных, которые в будущем могут быть использованы для повышения результативности деятельности спортсменов во время соревнований.

Ни одно из изменений в ОС, наблюдаемых до и после С330, не удалось объяснить наличием корреляции между изменениями результатов ТКССЧ и МКС и такими факторами, как измеряемый годами опыт участия в гонках, максимальное потребление кислорода, возраст или пиковая выходная мощность. Фактически, этот результат не явился для нас неожиданностью, учитывая низкую вариацию данных переменных в исследуемой выборке. Поэтому к участию в дальнейших исследованиях следует привлечь большее количество спортсменов для обеспечения более широкой вариации основных переменных.

Насколько нам известно, до сих пор еще не проводилось научных исследований, посвященных оценке эффекта восстановления на ОС. В данном исследовании не было обнаружено изменений в оценках выполнения тестов ТКССЧ или МКС по истечении трех минут после первого или второго С330. Можно предположить,

что этого количества времени недостаточно для оказания какого бы то ни было влияния на ОС после изнурительной физической нагрузки. Действительно, при проведении будущих исследований следует предусмотреть более продолжительное время восстановительного периода, а также попытаться представить более адекватный количественный анализ периода восстановления с учетом как физиологических, так и психологических характеристик.

Одной из основных задач проведения этих исследований являлась оценка достоверности результатов полученных при выполнении МКС и ТКССЧ, для измерения уровня ОС.

В результате анализа полученных данных был выявлен очень высокий уровень достоверности регистрируемых показателей при выполнении, как МКС, так и ТКССЧ (таблица 1). Высокую достоверность полученных при выполнении МКС данных подтверждает то обстоятельство, что, при использовании этого теста участники испытания смогли представить последовательные и достоверные ответы на вопросы о субъективно воспринимаемой ими способности к выполнению заданий на осознание ситуации. Высокая достоверность результатов полученных с помощью ТКССЧ также позволяет утверждать, что этот тест может быть использован для определения навыков визуального восприятия и обнаружения предметов и событий окружающей среды и оценки когнитивной способности. Кроме того, у испытуемых не было зарегистрировано ни осознания подобия задания при выполнении четырех вариантов, ни сознательного распознавания стереотипов. При анализе результатов у испытуемых не было выявлено никаких свидетельств проявления эффекта накопленного опыта.

Хотя ощущение участниками испытания усталости/возбуждения не оказало негативного влияния на объективную оценку ОС, применяемые нами тесты могут послужить важными инструментами для оценки спортсменами уровня их возбуждения, и выявления факторов способствующих его возникновению, а также того, каким образом данная самооценка может повлиять на их восприятие собственной способности к распознаванию основ-

ных элементов окружающей их обстановки и принятие своевременных и рациональных решений. В то же время полученные результаты могут послужить примером того, каким образом, несмотря на сложность проведения подобных исследований в реальных условиях состязаний, можно изыскать дополнительные возможности использования таких дисциплин как психология и физиология для получения данных, которые в будущем могут быть использованы для повышения результативности деятельности спортсменов во время соревнований.

Обобщая вышесказанное, следует отметить, что настоящее исследование показало значительное воздействие С330 на изменения результатов как субъективного, так и объективного теста на ОС. В то же время полученные данные продемонстрировали значительную недооценку участниками испытаний своей способности к субъективной оценке осознания ситуации. Хотя испытуемые испытывали повышенную трудность в сохранении ОС сразу после С330, они не ощущали положительного эффекта воздействия восстановительного периода на осознание ситуации. Их субъективное ощущение было подтверждено результатами объективной оценки ОС, которая не выявила никаких изменений за время восстановления. Несмотря на эти противоречивые результаты, оба теста, очевидно, позволяют осуществлять достоверную оценку ОС, однако, необходимо проведение дальнейших исследований с учетом более тщательного анализа, как физиологических, так и психологических факторов, отражающих важнейшие особенности обстановки, в которой находится спортсмен во время соревнований. Эти исследования должны быть направлены на выявление важнейших стимулов, определяющих осознание ситуации спортсменом, и выяснение того, каким образом субъективная оценка уровня утомления и беспокойства может влиять на результативность деятельности спортсмена, и как мы можем управлять этим чувством для повышения эффективности принимаемых спортсменом решений, улучшения его результативности и оптимизации процесса восстановления после интенсивной физической нагрузки.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Aks, D.J. (1998) Influence of exercise on visual search: implications for mediating cognitive mechanisms. *Perceptual and Motor Skills* 87, 771-783.
2. Allard, F., Brawley, L.R., Deakin, J. and Elliot, F. (1989) The effect of exercise on visual attention performance. *Human Performance* 2, 131-145.
3. Bard, C. and Fleury, M. (1978) Influence of imposed metabolic fatigue on visual capacity components. *Perceptual and Motor Skills* 47, 1283-1287.
4. Borg G. (1973) Perceived exertion: a note on history and methods. *Medicine and Science in Sports* 5, 90-93.
5. Cian, C., Barraud, P.A., Melin, B. and Raphel, C. (2001) Effects of fluid ingestion on cognitive function after heat stress or exercise-induced dehydration. *International Journal of Psychophysiology* 42, 243-251.
6. Cowan, N. (2001) The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *The Behavioral and Brain Sciences* 24, 87-185.
7. Easterbrook, J.A. (1959) The effect of emotion on cue utilization and the organization of behavior. *Psychological Review* 66, 183-201.
8. Endsley, M.R. (1988) Design and evaluation for situation awareness enhancement. *Human Factors Society 32nd Annual Meeting*, 97-101, Santa Monica, CA.
9. Endsley, M.R. (1996) Situation awareness measurement in test and evaluation. In: *Handbook of human factors testing and evaluation*. Eds: O'Brien, T.G. and Charlton, S.G. Lawrence Erlbaum., Mahwah, NJ.
10. Endsley, M.R. (2000) Direct measurement of situation awareness: Validity and use of SAGAT. In: *Situation awareness analysis and measurement*. Eds: Endsley, M.R. and Garland, D.J. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ.
11. Endsley, M.R. and Jones, W.M. (1997) Situation awareness, information dominance and information warfare. (Tech Report 97-01). Belmont, MA: Endsley Consulting.

12. Fleury, M., Bard, C., Jobin, J. and Carriere, L. (1981) Influence of different types of physical fatigue on a visual detection task. *Perceptual and Motor Skills* 53, 723-730.
13. Fracker, M.L. and Vidulich, M.A. (1991) Measurement of situation awareness: a brief review. *Designing for Everyone, Proceedings of the 11th Congress of the International Ergonomics Association*. (pp. 795-797). London: Taylor and Francis.
14. Greiwe, J.S., Kaminsky, L.A., Whaley, M.H. and Dwyer, G.B. (1995) Evaluation of the ACSM submaximal ergometer test for estimating VO_{2max} . *Medicine and Science in Sports and Exercise* 27, 1315-1320.
15. Hockey, G.R.J. (1986) Changes in operator efficiency as a function of environmental stress, fatigue and circadian rhythms. In: *Handbook of perception and performance*. Eds: Kaufman, K.B.L. and Thomas, J. John Wiley, New York.
16. Isaacs, L.D. and Pohlman, E.L. (1991) Effects of exercise intensity on an accompanying timing task. *Journal of Human Movement Studies* 20, 123-131.
17. Janelle, C.M., Singer, R.N. and Williams, A.M. (1999) External distraction and attentional narrowing: visual search evidence. *Journal of Sport and Exercise Psychology* 21, 70-91.
18. Matthews, M.D., Pleban, R.J., Endsley, M.R. and Strater, L.D. (2000) Measures of Infantry situation awareness for virtual mout environment. *Human Performance, Situation Awareness and Automation: User Centred Design for the New Millennium Conference*, 262-267, Savannah, GA.
19. McGlynn, G.H., Laughlin, N.T. and Bender, V.L. (1977) Effect of strenuous to exhaustive exercise on a discriminatin task. *Perceptual and Motor Skills* 44, 1139-1147.
20. Meyers, C.R., Zimmerli, W., Farr, S.D. and Baschnagel, N.A. (1969) Effect of strenuous physical activity upon reaction time. *Research Quarterly* 40, 332-337.
21. Ravizza, K. (2001) Increasing awareness for sport performance. In: *Applied sport psychology: Personal growth to peak performance*. Ed: Williams, J.M. Mayfield Publishing Company, California. 179-189.
22. Sharit, J. and Salvendy, G. (1982) Occupational stress: Review and reappraisal. *Human Factors* 24, 129-162.

23. Taylor, R.W. and Selcon, S.J. (1991) Subjective measurement of situational awareness. In *Designing for Everyone, Proceedings of the 11th Congress of the International Ergonomics Association*. (pp. 789-791). London: Taylor and Francis.
24. Tomporowski, P.D. (2003) Effects of acute bouts of exercise on cognition. *Acta Psychologica* 112, 297-324.
25. Treisman, A.M. and Gelade, G. (1980) A featureintegration theory of attention. *Cognitive Psychology* 12, 97-136.
26. Williams, A.M. and Elliot, D. (1999) Anxiety, expertise, and visual search strategy in karate. *Journal of Sport and Exercise Psychology* 21, 362-375.
27. Wrisberg, C.A. and Herbert, W.G. (1976) Fatigue effects on the timing performance of well-practiced subjects. *Research Quarterly* 47, 839-844.
28. Yerkes, R.M. and Dodson, J.D. (1908) The relationship of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. *Journal of Comparative Neurology and Psychology* 18, 459-482.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ СРАВНЕНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕГУНОВ ПРИ БЕГЕ НА БЕГОВОЙ ДОРОЖКЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОДДЕРЖИВАЮЩЕЙ РЕМЕННОЙ ПОДВЕСКИ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВЕСА ТЕЛА И БЕЗ НЕЕ

*Дьюэйн Милзлейгл, Моррис Леви и Ник Мейтэк
Факультет здравоохранения, физической культуры
и активного отдыха, Университет штата Миннесота
в г. Дулуте, Миннесота, США*

COMPARATIVE KINEMATIC MEASURES OF TREADMILL RUNNING WITH OR WITHOUT BODY WEIGHT SUPPORT IN RUNNERS

Duane Millslagle, Morris Levy and Nick Matak

Основная цель нашей работы состояла в исследовании изменений кинематических характеристик у здоровых квалифицированных бегунов, в процессе бега по беговой дорожке с постоянной скоростью в состоянии ПВТ и СВТ.

Мы применяли методику для снижения веса тела, аналогичную той, которая используется в физиотерапии и при исследованиях проводимых в условиях микрогравитации, основанную на постепенном уменьшении массы тела бегуна (Chang and Kram, 1999; Chang et al., 2000; 2001; Donelan and Kram, 2000; Farley and McMahon, 1992; He et al., 1991). Мы рассчитывали, что полученные нами результаты будут способствовать более глубокому пониманию механизмов, определяющих сходства и различия между ПВТ и СВТ опытных бегунов в условиях бега по беговой дорожке.

При проведении поиска литературы, посвященной влиянию СВТ на характеристики бега, мы столкнулись с некоторыми трудностями. Прежде всего, нами было обнаружено отсутствие

соответствия в применяемых протоколах снижения массы тела испытуемого с помощью системы подвески на ремнях. Кроме того, только Хи с соавт. (He et al., 1991) исследовали бег по беговой дорожке с применением СВТ при скорости выше, чем 2,5 м/сек. Поэтому цель данного исследования состояла в сравнении влияния повышения и понижения веса тела на кинематические характеристики бегуна на протяжении одного бегового цикла при высокой постоянной скорости, равной 3,8 м/сек или 7 миль в час. В процессе эксперимента регистрировались и изучались следующие параметры: амплитуда движения бедра, колена и лодыжки, время контакта стопы с поверхностью дорожки, вертикальное перемещение общего центра масс, длина шага и частота шагов. Эти кинематические параметры традиционно регистрируются при анализе техники бега и связаны с исследованиями основных механических характеристик бега.

Мы проводили измерения кинематических параметров бегуна при ПВТ в целях определения уровня их изменений при СВТ, когда вес тела снижался на 20 и 40%. Была выдвинута гипотеза, что бег по беговой дорожке при СВТ вызывает существенные изменения кинематических характеристик по сравнению с бегом при ПВТ. Исследования в области физиотерапии и изучение влияния условий микрогравитации на технику бега позволяют предположить, что бег при СВТ вызывает меньшее вертикальное перемещение общего центра масс по сравнению с бегом при ПВТ, причиной которого является меньшее время контакта стопы с поверхностью дорожки, уменьшение частоты шагов, снижение амплитуды движения бедра, колена и лодыжки.

В исследованиях приняли участие десять бегунов-мужчин (возраст = $21,4 \pm 1,5$ лет, вес = $68,4 \pm 3,3$ кг; среднее значение \pm СО) из команды бегунов по пересеченной местности из Университета штата Миннесота в г. Дулуте. Все участники имели опыт бега по беговой дорожке и соблюдали тренировочный режим, предусматривающий 64 км бега в неделю при скорости 3,8 м/сек и более. У каждого участника эксперимента были измерены рост, вес, артериальное давление в состоянии покоя и частота сердечных сокращений. Присутствие

любого существенного фактора риска, связанного с подверганием организма спортсмена субмаксимальным физическим нагрузкам, послужило бы основанием для наложения запрета на его участие в данном исследовании.

При проведении исследования применялись беговая дорожка «Woodway Desmo S TreadErgometer», подъёмная система «Pneumex» и ременная подвеска «Z-lift» («Z-lift Corporation», Остин, Техас). Испытуемые надевали ременную подвеску «Z-lift» (рис. 1), которая присоединялась к подъёмной системе «Pneumex», поднимающей каждого участника испытаний до достижения заданного процента снижения веса тела (рис. 2).

Две видеокамеры с частотой 60 Гц (JVC TK1380) располагались под углом 90° по отношению



Рис. 1. Ременная подвеска «Z-Lift» для применения на беговой дорожке

друг к другу и были синхронизированы для записи бегущего по беговой дорожке спортсмена (рисунок 3). Одна из камер находилась под углом примерно 45° перед фронтальной плоскостью, а вторая камера располагалась под углом приблизительно 45° за фронтальной плоскостью слева от исследуемого субъекта. Сбор и анализ данных по технике бега производился с использованием программы анализа движения «Peak Motus», версия 7.0.1 («Peak Performance Technologies, Inc.», Сентенниэл, Колорадо).

До начала сбора данных испытуемые приняли участие в двух отдельных тренировках в беге на подвеске, чтобы ознакомиться с применяемым для снижения веса оборудованием и условиями



Рис. 2. Подъемная система «Pneumex Lift Pneumatic»

проведения эксперимента. По окончании периода краткой разминки, включающей упражнения на растяжку и бег по беговой дорожке, на каждом участнике испытаний была закреплена ременная подвеска. В то время как испытуемый шагал по ленте, на беговой дорожке устанавливался уклон 0% и скорость движения 3,8 м/сек. Каждый участник пробегал по 5 минут в состоянии ПВТ и СВТ. Условия проведения экспериментов в состоянии ПВТ и СВТ были рандомизированы для всех участников исследований. После окончания разминки, включившей 5 минут бега по беговой дорожке, спортсменом немедленно выполнялись три 3-минутных сеанса испытаний – один для каждого из трех исследуемых состояний ПВТ и СВТ: 0 (ПВТ), 20%(20С) и 40% (40С) снижения веса тела при тех же параметрах наклона и скорости, что

и во время предшествующей контрольным испытаниям тренировки. Условия бега в состоянии ПВТ и СВТ были рандомизированы (рандомизация – случайное распределение) между 10 исследуемыми субъектами. Последние 30 секунд каждого испытания записывались на две 60 Гц видеокамеры, установленные под углом примерно 90° по отношению к фронтальной плоскости.

Обработка и анализ данных

В компьютер вручную была введена цифровая информация по одному беговому циклу для каждого из испытаний ПВТ (0%)

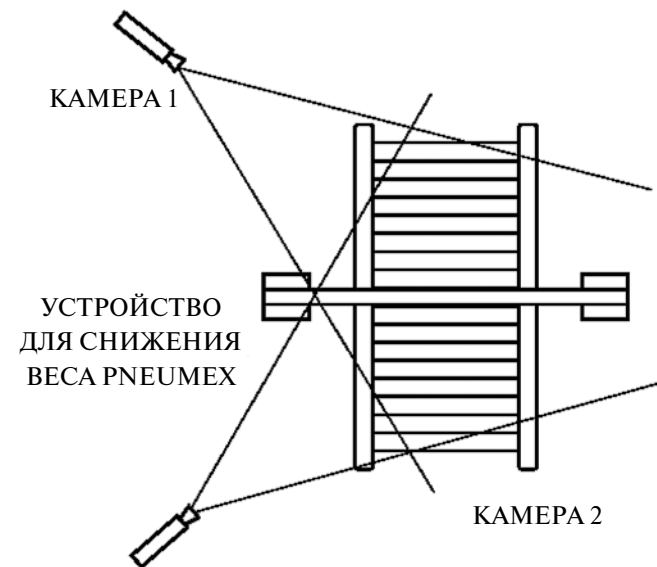


Рис. 3. Установка угла между камерами (вид сверху). Две камеры с частотой 60 Гц расположены примерно под углом 90° друг к другу

и СВТ (20% или 40%). С применением программы Peak Motus® 7.0.1 была создана 21-точечная трехмерная модель. Для каждого испытания были вручную введены в цифровой форме следующие ориентиры: верхняя часть головы, плечи, локоть, запястья, третьи пястные кости, бедра, колени, наружные лодыжки, пятки и пальцы на ногах. Данные о положении – времени были отфильтрованы с применением фильтра Баттерворта 4-ого порядка при частоте отсечки 6 Гц. Для определения частоты отсечки применялся остаточный анализ.

На основе данных о положении – времени были получены следующие переменные: длина цикла (ДЦ), частота цикла (ЧЦ), время контакта (ВК), амплитуда движения бедра, колена и лодыжки в градусах (Б-АД, К-АД, и Л-АД, соответственно). Кроме того, было рассчитано вертикальное перемещение общего центра масс

(ЦМ) с применением данных по сегментарной анатомии, опубликованных де Лева (de Leva, 1996), поскольку эти данные соответствовали группе населения, в которую входили исследуемые нами спортсмены. Все переменные величины измерялись на протяжении одного цикла бега (определяемого как один полный шаг, когда в точке контакта пятки стопы с поверхностью дорожки происходит следующий контакт с пяткой той же самой стопы). Время контакта определялось как время опоры на поверхность дорожки одной ноги. Данные измерений, которые производились с левой и правой стороны, были усреднены для каждого участника исследований перед проведением их анализа. Эти измерения включали время контакта, амплитуду движения бедра, колена и лодыжки.

Статистический анализ

Каждая переменная была проанализирована с применением дисперсионного анализа с повторными измерениями ($\alpha = 0,05$) для установления различий между состояниями полного и сниженного веса. Последующие попарные сравнения (по методу Бонферрони) использовались для выявления значимой разницы между исследуемыми состояниями.

Результаты

Анализ средних значений продемонстрировал, что все переменные за исключением амплитуды движения непрерывно возрастали или уменьшались по мере снижения веса от ПВТ до 40% СВТ (табл. 1).

Как и предполагалось, при постоянной скорости беговой дорожки длина цикла возрастала, в то время как частота циклов сокращалась при увеличении уровня снижения веса тела спортсмена. Кроме того, как величина угла амплитуды движения бедра и лодыжки, так и вертикальное перемещение общего центра масс уменьшались по мере снижения веса тела. В результате проведе-

Табл. 1. Средние значения (\pm стандартное отклонение) переменных

Переменные	ПВТ	20% СВТ	40% СВТ	Значение F	p	Мощность критерия
Длина цикла (м)	2,76 (0,09)	2,88 (0,10)	2,97 (0,15)	32,86	<0,0001	1,000
Частота цикла (Гц)	1,40 (0,04)	1,34 (0,05)	1,30 (0,07)	36,11	<0,0001	1,000
Время контакта (сек)	0,25 (0,01)	0,24 (0,02)	0,24 (0,01)	4,57	0,0248	0,701
Амплитуда движения бедра (°)	58,7 (4,7)	53,1 (5,3)	49,3 (4,3)	19,62	<0,0001	1,000
Амплитуда движения колена (°)	106,5 (7,2)	107,2 (9,8)	108,3 (9,3)	0,961	0,4012	0,185
Амплитуда движения лодыжки (°)	48,6 (9,1)	45,8 (6,1)	44,5 (6,2)	4,215	0,0315	0,662
Вертикальное перемещение общего центра масс (м)	0,12 (0,01)	0,10 (0,01)	0,09 (0,01)	71,74	<,0001	1,000

ния статистического сравнительного анализа различных условий снижения веса тела были обнаружены значимые статистические различия в длине цикла, частоте циклов, времени контакта, амплитуде движения бедра и лодыжки и вертикальном перемещении общего центра масс при уровне достоверности 0,05. Статистически значимые результаты сравнительного анализа свидетельствуют о высоком уровне мощности критерия (1,0) для длины цикла, частоты цикла, амплитуды движения бедра и лодыжки и вертикального перемещения общего центра масс и умеренной мощности критерия для времени контакта (0,701) и амплитуды движения лодыжки (0,662). Статистически незначимый результат сравнения амплитуды движения колена нашел отражение в низком показателе мощности критерия (0,185).

Все попарные сравнения длины цикла, частоты цикла, амплитуды движения бедра и вертикального перемещения общего центра масс были статистически значимыми (таблица 2).

В то время как при проведении сравнительного анализа время контакта оказалось статистически значимым параметром, следует отметить, что между его средними значениями при ПВТ, 20%СВТ и 40%СВТ была выявлена вариация, равная 0,01 сек. Величина амплитуды движения лодыжки мало отличалась при 20%СВТ и 40%СВТ, поэтому между двумя этими состояниями не было выявлено статистически значимой разницы.

Обсуждение результатов исследований

Целью проведения исследований являлось сравнение кинематических параметров движений квалифицированных бегунов в

Табл. 2. Значения p при выполнении попарных сравнений (по методу Бонферрони)

Переменные	ПВТ в сравнении с 20%СВТ	ПВТ в сравнении с 40%СВТ	20%СВТ в сравнении с 40%СВТ
Длина цикла	0,0003	<0,0001	0,0022
Частота цикла	0,0001	<0,0001	0,0023
Время контакта	0,033	0,0108	0,5991
Амплитуда движения бедра	0,0016	<0,0001	0,0219
Амплитуда движения колена	0,1837	0,5543	0,4454
Амплитуда движения лодыжки	0,0685	0,0108	0,3782
Вертикальное перемещение общего центра масс	< 0,0001	<0,0001	<0,0001

процессе бега по беговой дорожке в состоянии ПВТ и СВТ. Гипотеза исследования заключалась в том, что бег по беговой дорожке в состоянии СВТ вызывает значимые изменения кинематических параметров по сравнению с аналогичным бегом в состоянии ПВТ. Полученные при выполнении данных исследований результаты указывают на то, что в состоянии СВТ сокращалось время контакта с опорой, что связывалось с меньшим вертикальным перемещением общего центра масс. Кроме того, переменные величины частоты шагов и амплитуды движения бедра и лодыжки также уменьшались по сравнению с бегом по беговой дорожке в состоянии ПВТ. Амплитуда движения колена хоть и увеличилась в состоянии СВТ по сравнению с ПВТ, однако эта разница не была значимой. Поскольку скорость была постоянной, снижение частоты шагов объяснялось увеличением длины цикла в условиях СВТ. Данные результаты согласуются с результатами проведенных ранее исследований в области физиотерапии по восстановлению техники ходьбы и бега травмированных пациентов (Crompton et al, 2001; Finch et al, 1991; Lee and Farley, 1998) и исследований проводившихся в условиях микрогравитации по сопоставлению кинематических параметров ходьбы и бега в состоянии ПВТ и СВТ (Chang et al, 2000; 2001; Donelan and Kram, 2000; Farley and McMahon, 1992; Kram et al., 1997).

Результаты проведенных нами исследований продемонстрировали, что бегуны способны регулировать движения своих ног при переходе из состояния ПВТ в СВТ по линейному закону. Это заключалось в том, что, по мере того как все большая масса тела поддерживалась ременной подвеской, изменения величины угла амплитуды движения бедра, колена и лодыжки приводили к более низкой компрессионной нагрузке на ноги и большему выпрямлению ног на протяжении цикла бега. Уже описывалось, что «жесткость ноги» достигается путем максимально возможное ее выпрямления в коленном суставе во время контакта стопы с грунтом (Blickman, 1989). В данном исследовании, чем больше снижался вес, тем больше возрастала «жесткость ноги» бегуна по причине сокращения амплитуды движения бедра и лодыжки при увеличении данного параметра для колена, что в комбинации

приводило к большему разгибанию ноги в коленном суставе в течение бегового цикла.

В ходе настоящих исследований было также проведено более тщательное изучение вертикального перемещения общего центра масс в зависимости от углов сгибания/разгибания ног, длины цикла и частоты шагов на протяжении полного бегового цикла в условиях ПВТ и СВТ. Вертикальное перемещение ОЦМ оказалось наиболее высоким в состоянии ПВТ и уменьшалось по мере снижения веса тела с помощью ременной подвески. Таким образом, в состоянии СВТ силы закрепленной на бегунах подвески препятствовали опусканию их центра масс до уровня, характерного для состояния ПВТ. Бегуны приспособляли свою технику бега к более высокому расположению центра масс в состоянии СВТ посредством меньшей амплитуды движения бедра и лодыжки и повышенной амплитуды движения колена. Эти данные согласуются с результатами более ранних исследований в области микрогравитации по изучению техники ходьбы, при проведении которых были получены сходные результаты (Chang and Kram, 1999; Chang et al., 2001), которые позволили утверждать, что в условиях меньшего вертикального перемещения центра масс уменьшение амплитуды движения бедра и лодыжки во время фазы перехода и увеличение длины цикла приводят к повышенному разгибанию ноги в коленном суставе во время опорной фазы. Зафиксированное нами сокращение времени контакта стопы с поверхностью беговой дорожки благодаря снижению веса тела с помощью подвески также согласовывалось с результатами предыдущих исследований (Lee and Farley, 1998), в которых для изучения техники бега применялась пружинная поддерживающая система и которые продемонстрировали, что по мере увеличения «жесткости ног» время контакта стопы с грунтом сокращалось.

Практические вопросы, связанные с применением системы поддерживающей подвески и беговой дорожки, позволяют получить представление о том, каким образом бегуны реагируют на снижение веса тела при проведении тренировки. При применении данной системы для реабилитации травмированных бегунов

благодаря последовательному снижению веса у спортсмена наблюдается более низкий угол сгибания/разгибания ног во время цикла бега, что приводит к меньшему растяжению мышц ног. Частота шагов бегуна увеличивается при сокращении времени контакта с грунтом. Это позволяет бегуну увеличивать объем беговой нагрузки при меньшем угле сгибания-разгибания ног и меньшем контактом усилии стопы. Здоровый бегун может использовать бег в состоянии СВТ в целях восстановления после интенсивных тренировок и соревнований благодаря ослаблению стресса на опорно-двигательный аппарат в результате меньшего вертикального перемещения общего центра масс, меньшего растяжения мышц и сокращения времени контакта стопы с поверхностью во время бега. Практическое значение изменения времени контакта может быть не столь заметным при коротких пробежках, но не следует недооценивать его важность при более продолжительных тренировках. Например, общее время контакта одной стопы с поверхностью дорожки в течение одного часа бега при 20% СВТ сокращается примерно на 50 секунд.

Для того чтобы оценить предполагаемые преимущества бега в условиях снижения веса тела для тренировочного процесса и восстановления после соревнований требуется проведение дальнейших исследований.

В заключении можно констатировать, что:

- Кинематические характеристики бега постепенно изменяются при увеличении уровня снижения веса тела с помощью подвески.
- При постоянной скорости бега наблюдается существенное сокращение вертикального перемещения общего центра масс, угла сгибания/разгибания ноги, времени контакта стопы с поверхностью дорожки и частоты циклов по мере снижения веса тела от ПВТ до 40% СВТ.
- Бег при поддержке тела бегуна с помощью подвески может оказывать благоприятное воздействие на состояние здоровых спортсменов, восстанавливающих силы после интенсивных физических нагрузок.

Данные изменения должны способствовать объяснению изменений технических характеристик бегунов, применяющих СВТ во время тренировок или в процессе восстановления после соревнований. Рекомендуется проведение дополнительных исследований влияния тренировок в условиях СВТ на технику бега и результативность квалифицированных спортсменов.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Aks, D.J. (1998) Influence of exercise on visual search: implications for mediating cognitive mechanisms. *Perceptual and Motor Skills* 87, 771-783.
2. Allard, F., Brawley, L.R., Deakin, J. and Elliot, F. (1989) The effect of exercise on visual attention performance. *Human Performance* 2, 131-145.
3. Bard, C. and Fleury, M. (1978) Influence of imposed metabolic fatigue on visual capacity components. *Perceptual and Motor Skills* 47, 1283-1287.
4. Borg G. (1973) Perceived exertion: a note on history and methods. *Medicine and Science in Sports* 5, 90-93.
5. Cian, C., Barraud, P.A., Melin, B. and Raphel, C. (2001) Effects of fluid ingestion on cognitive function after heat stress or exercise-induced dehydration. *International Journal of Psychophysiology* 42, 243-251.
6. Cowan, N. (2001) The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *The Behavioral and Brain Sciences* 24, 87-185.
7. Easterbrook, J.A. (1959) The effect of emotion on cue utilization and the organization of behavior. *Psychological Review* 66, 183-201.
8. Endsley, M.R. (1988) Design and evaluation for situation awareness enhancement. *Human Factors Society 32nd Annual Meeting*, 97-101, Santa Monica, CA.
9. Endsley, M.R. (1996) Situation awareness measurement in test and evaluation. In: *Handbook of human factors testing and evaluation*. Eds: O'Brien, T.G. and Charlton, S.G. Lawrence Erlbaum., Mahwah, NJ.
10. Endsley, M.R. (2000) Direct measurement of situation awareness: Validity and use of SAGAT. In: *Situation awareness analysis and measurement*. Eds: Endsley, M.R. and Garland, D.J. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ.
11. Endsley, M.R. and Jones, W.M. (1997) Situation awareness, information dominance and information warfare. (Tech Report 97-01). Belmont, MA: Endsley Consulting.

12. Fleury, M., Bard, C., Jobin, J. and Carriere, L. (1981) Influence of different types of physical fatigue on a visual detection task. *Perceptual and Motor Skills* 53, 723-730.
13. Fracker, M.L. and Vidulich, M.A. (1991) Measurement of situation awareness: a brief review. *Designing for Everyone, Proceedings of the 11th Congress of the International Ergonomics Association.* (pp. 795-797). London: Taylor and Francis.
14. Greiwe, J.S., Kaminsky, L.A., Whaley, M.H. and Dwyer, G.B. (1995) Evaluation of the ACSM submaximal ergometer test for estimating VO₂max. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 27, 1315-1320.
15. Hockey, G.R.J. (1986) Changes in operator efficiency as a function of environmental stress, fatigue and circadian rhythms. In: *Handbook of perception and performance.* Eds: Kaufman, K.B.L. and Thomas, J. John Wiley, New York.
16. Isaacs, L.D. and Pohlman, E.L. (1991) Effects of exercise intensity on an accompanying timing task. *Journal of Human Movement Studies* 20, 123-131.
17. Janelle, C.M., Singer, R.N. and Williams, A.M. (1999) External distraction and attentional narrowing: visual search evidence. *Journal of Sport and Exercise Psychology* 21, 70-91.
18. Matthews, M.D., Pleban, R.J., Endsley, M.R. and Strater, L.D. (2000) Measures of Infantry situation awareness for virtual mout environment. *Human Performance, Situation Awareness and Automation: User Centred Design for the New Millennium Conference,* 262-267, Savannah, GA.
19. McGlynn, G.H., Laughlin, N.T. and Bender, V.L. (1977) Effect of strenuous to exhaustive exercise on a descriminatin task. *Perceptual and Motor Skills* 44, 1139-1147.
20. Meyers, C.R., Zimmerli, W., Farr, S.D. and Baschnagel, N.A. (1969) Effect of strenuous physical activity upon reaction time. *Research Quarterly* 40, 332-337.
21. Ravizza, K. (2001) Increasing awareness for sport performance. In: *Applied sport psychology: Personal growth to peak performance.* Ed: Williams, J.M. Mayfield Publishing Company, California. 179-189.

22. Sharit, J. and Salvendy, G. (1982) Occupational stress: Review and reappraisal. *Human Factors* 24, 129-162.
23. Taylor, R.W. and Selcon, S.J. (1991) Subjective measurement of situational awareness. In *Designing for Everyone, Proceedings of the 11th Congress of the International Ergonomics Association.* (pp. 789-791). London: Taylor and Francis.
24. Tomporowski, P.D. (2003) Effects of acute bouts of exercise on cognition. *Acta Psychologica* 112, 297-324.
25. Treisman, A.M. and Gelade, G. (1980) A featureintegration theory of attention. *CognitivePsychology* 12, 97-136.
26. Williams, A.M. and Elliot, D. (1999) Anxiety, expertise, and visual search strategy in karate. *Journal of Sport and Exercise Psychology* 21, 362-375.
27. Wrisberg, C.A. and Herbert, W.G. (1976) Fatigue effects on the timing performance of well-practiced subjects. *Research Quarterly* 47, 839-844.
28. Yerkes, R.M. and Dodson, J.D. (1908) The relationship of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. *Journal of Comparative Neurology and Psychology* 18, 459-482.

ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Сборник информационных материалов

Подписано в печать 05.12.2010. Формат 60x84 ¹/₁₆.
Гарнитура NewtonС. Печать офсетная.
Усл.п.л. 6. Тираж 200. Заказ 1977

ООО «ТВТ Дивизион»
e-mail: sportbooks@mail.ru

Отпечатано в ООО «Типография «САРМА».
г. Подольск, ул. Правды, д.30