

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СКОРОСТНОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ У ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ БЕГУНИЙ ПОСРЕДСТВОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕГА В ГОРУ И ПОД УКЛОН В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГОРЬЯ

Б.А. Жгир, О.Н. Кудря

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта», Омск, Россия

Аннотация

Цель исследования – сравнить эффективность использования различных комбинаций двух тренировочных средств – «бег в гору» и «бег под уклон» – для совершенствования скоростной выносливости бегуний на длинные дистанции в условиях среднегорья.

Методы и организация исследования. В исследовании принимали участие 4 высококвалифицированные спортсменки (3 – МСМК, 1 – МС), специализирующиеся в беге на длинные дистанции. Педагогический эксперимент проводили в течение тренировочного мероприятия (ТМ) протяженностью 4 недели в среднегорье. Было проведено 6 тренировок: 3 тренировки состояли из комбинации бега под уклон и бега в гору («вниз–вверх»), и 3 тренировки – из комбинации бега в гору и бега под уклон («вверх–вниз»). Для проведения исследования был выбран наклонный участок трассы протяженностью 1000 м с неравномерным уклоном в диапазоне 2,9–3,8°, с хорошим асфальтовым покрытием. В ходе исследования при проведении тренировочных занятий регистрировали следующие параметры: время пробегания отрезка, частоту шагов, длину большого шага, время большого шага, концентрацию лактата крови, пульсовую стоимость упражнения отдельно по отрезкам и суммарно в серии без учета времени отдыха.

Результаты исследования и их обсуждение. Для развития скоростной выносливости в условиях среднегорья предлагается использовать интервальные тренировки на наклонной плоскости (природный рельеф), при этом в качестве средств использовать комбинации «бег в гору–бег под уклон» (вверх–вниз) или «бег под уклон–бег в гору» (вниз–вверх) с малым временем отдыха между отрезками. В ходе исследования установлено, что сумма времени выполнения комбинации «вверх–вниз» меньше времени выполнения комбинации «вниз–вверх» на 16 секунд (4%), пульсовая стоимость ниже на 9% (91 удар). При этом сумма концентрации лактата крови при комбинации «вверх–вниз» составила 67,4 ммоль/л против 49,5 ммоль/л, показанной в комбинации «вниз–вверх».

Заключение. Результаты исследования показали, что использование комбинации бега в гору и под уклон в порядке «вверх–вниз» является предпочтительнее, поскольку бег под уклон во второй части беговой серии благоприятно отражается на технике бега и, как следствие, на экономичности бега. Кроме того, мощность и ёмкость анаэробного гликолиза являются взаимодополняющими характеристиками, но именно проявление максимальной мощности способствует развитию резервного гликолитического аппарата. Однако для решения определённых тактических и технических задач эти тренировочные средства являются взаимодополняющими для совершенствования скоростной выносливости бегуний на длинные дистанции.

Ключевые слова: бег на длинные дистанции, бег в гору, бег под уклон, среднегорье, скоростная выносливость.

IMPROVING SPEED ENDURANCE IN HIGHLY QUALIFIED FEMALE RUNNERS THROUGH THE USE OF UPHILL AND DOWNHILL RUNNING IN MIDDLE MOUNTAIN CONDITIONS

B.A. Zhgir, e-mail: boris_j@mail.com, ORCID: 0000-0003-4512-3154

O.N. Kudrya, e-mail: olga27ku@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8681-5870

Siberian State University of Physical Culture and Sport, Omsk, Russia

Abstract

The purpose of the research is to compare the effectiveness of using various combinations of two training means “uphill running” and “downhill running” to improve the speed endurance of long-distance runners in mid-altitude conditions.

Methods and organization of the research. The study involved 4 highly qualified athletes (3 – international masters of sports, 1 – master of sport), specializing in long-distance running. The pedagogical experiment was carried out during a training event (TE) lasting 4 weeks in the middle mountains. 6 workouts were conducted: 3 workouts consisted of a combination of downhill and uphill running (“down-up”), and 3 workouts consisted of a combination of uphill and downhill running (“up-down”). For the study, a 1000 m long inclined section of the route with an uneven slope in the range of 2.9-3.8°, with a good asphalt surface, was chosen. In the study, the following parameters were recorded during training sessions: time to run a segment, step frequency, long step length, long stride time, blood lactate concentration, pulse value of the exercise separately by segments and in total in a series without taking into account rest time.

Research results and their discussion. To develop speed endurance in mid-mountain conditions, it is proposed to use interval training on an inclined plane (natural terrain), while using combinations of “uphill running-downhill running” (up-down) or “downhill running-running uphill” as a means. (down-up) with little rest time between segments. The study found that the sum of the time for performing the “up-down” combination is less than the time for performing the “down-up” combination by 16 seconds (4%), the pulse value is 9% lower (91 beats). At the same time, the sum of the blood lactate concentration with the “up-down” combination was 67.4 mmol/l versus 49.5 mmol/l shown in the “down-up” combination.

Conclusion. The results of the study showed that using a combination of uphill and downhill running in the “up-down” order is preferable, since downhill running in the second part of the running series has a beneficial effect on running technique and, as a result, on running economy. In addition, the power and capacity of anaerobic glycolysis are complementary characteristics, but it is the manifestation of maximum power that contributes to the development of the reserve glycolytic apparatus. However, to solve certain tactical and technical problems, these training tools are complementary to improve the speed endurance of long-distance runners.

Keywords: long-distance running, uphill running, downhill running, mid-mountain, speed endurance.

ВВЕДЕНИЕ

Поиск новых и модернизация уже известных средств, способных повысить эффективность тренировочного процесса высококвалифицированных бегуний на длинные дистанции, представляет большой интерес для специалистов в этой области.

Аэробные механизмы ресинтеза АТФ являются основными в энергообеспечении бега на длинные дистанции: чем длиннее дистанции, тем значительнее вклад аэробного окисления углеводов и липидов. Для развития аэробных механизмов энергообеспечения традиционно используется большой объем бега в аэробном режиме в качестве основного компонента тренировочной деятельности.

Скорость окислительного метаболизма, которая может поддерживаться в течение длительного периода соревновательного бега, является решающим фактором успеха. Однако современный уровень спортивных достижений в беге на длинные дистанции диктует

необходимость высокого уровня развития как аэробного, так и гликолитического механизма энергообеспечения [5, 6, 14].

По мнению специалистов, спортивный результат в беге на длинные дистанции зависит от трех основных показателей: уровня максимального потребления кислорода (МПК), порога анаэробного обмена (ПАНО), экономичности бега [2, 15].

Первые два показателя являются физиологическими параметрами, на развитие и увеличение которых направлен тренировочный процесс. Следует отметить, что значительная часть тренировочного процесса бегунов на длинные дистанции проходит в среднегорье, что позволяет значительно повысить уровень окислительных возможностей организма.

Третий параметр (экономичность бега) является комплексным показателем, который определяется, с одной стороны, скоростью окислительного метаболизма или метаболической стоимостью, с другой стороны – опти-

мизацией биомеханики техники бега. В частности, исследования ряда зарубежных авторов убедительно показывают, что экономичность бега зависит от времени контакта с поверхностью и от частоты шагов с сохранением естественной длины шага [4, 6-10, 13, 15].

Учитывая высокое значение анаэробного компонента энергообеспечения для успешной соревновательной деятельности бегуний на длинные дистанции, а также необходимость выработки стереотипа быстрого бега как эквивалента «экономичности бега», необходимым становится включение в тренировочный процесс на этапе подготовки к соревнованиям (трансформационный мезоцикл) тренировочных работ с субмаксимальными и максимальными скоростными режимами, приближенными к соревновательному бегу. Это вступает в противоречие с традиционным подходом к организации тренировочного процесса бегунов на длинные дистанции в условиях среднегорья.

В условиях среднегорья тренеры-практики, как правило, не используют бег на длинных отрезках с субмаксимальной и максимальной скоростью, опасаясь высокой метаболической стоимости упражнения и возможных отрицательных последствий на соревнованиях после спуска на равнину. С другой стороны, тренировки с большим объёмом длительной аэробной нагрузки, по мнению специалистов, могут привести к ухудшению анаэробных гликолитических способностей [11]. Кроме того, при выполнении большого объёма аэробного бега вырабатывается стереотип медленного бега.

На наш взгляд, для развития анаэробно-гликолитического компонента и совершенствования экономичности бега целесообразно использовать интервальные тренировки на наклонной плоскости. Мы предположили, что возможным вариантом решения возникшего противоречия будет использование парного сочетания в сериях бега под уклон и бега в гору или бега в гору и бега под уклон с малым временем отдыха между отрезками. Бег в гору носит выраженный силовой характер, а бег под уклон позволяет развить скорость, сопоставимую с соревновательной, или даже выше таковой, и при этом имеет меньшую метаболическую стоимость.

Для проверки нашей гипотезы мы провели педагогический эксперимент, в котором принимали участие спортсменки высокой квалификации, специализирующиеся в беге на длинные дистанции. **Цель исследования** – сравнить эффективность использования различных комбинаций двух тренировочных средств – «бег в гору» и «бег под уклон» – для совершенствования скоростной выносливости бегуний на длинные дистанции в условиях среднегорья.

МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводилось в регионе озера Иссык-Куль (1609 м) в Киргизской Республике. В эксперименте приняли участие 4 высококвалифицированные бегунии на длинные дистанции (МСМК, $n=3$; МС, $n=1$). Все спортсменки по соотношению длины ног к длине тела относятся к «длинноногим».

Таблица 1 – Антропометрические характеристики участниц эксперимента
Table 1 – Anthropometric characteristics of the experiment participants

		Длина тела (м) Body length (m)	Длина ног (м) Leg length (m)	Относительная длина ног к длине тела (%) The relative leg/body length (%)
1	К.А.	1,66	0,90	54.2
2	Т.Е.	1,69	0,94	55.6
3	С.В.	1,53	0,84	54.9
4	К.М.	1,56	0,84	53.9

Эксперимент проходил в течение тренировочного мероприятия (ТМ) протяженностью 4 неде-

ли, в ходе которого было проведено 6 тренировок: 3 тренировки состояли из комбинации бега

под уклон и бега в гору (далее – «вниз–вверх»), и 3 тренировки – из комбинации бега в гору и бега под уклон (далее – «вверх–вниз»). Был выбран наклонный участок трассы протяженностью 1000 м с неравномерным уклоном в диапазоне 2,9–3,8° и с хорошим асфальтовым покрытием. Первые тренировки в обеих комбинациях были исключены из анализа, чтобы избежать эффекта новизны. В ходе первой тренировки спортсменки подбирали оптимальный режим бега, проводился срочный и сверхсрочный контроль техники бега с помощью видеозаписи со скоростью 240 к/с и 960 к/с.

После разминки в основной части тренировки проводился интервальный бег 2 x 1000 м. Между парными отрезками в серии отдых составил 30 с, необходимых для торможения, разворота и выхода на старт. Спортсменки выполняли 5 серий через 8 минут отдыха. Во время выполнения серии беговых упраж-

нений фиксировали следующие параметры: время пробегания отрезка, частоту шагов, длину большого (двойного) шага (LBy), время большого (двойного) шага (TBS), концентрацию лактата крови (La), ЧСС и пульсовую стоимость упражнения отдельно по отрезкам и суммарно в серии без учета времени отдыха. В связи с некоторой несимметричностью развития человеческого тела учитывались параметры законченного локомоторного цикла большого (двойного) шага.

Перед выездом в горы на стадионе (852 м над уровнем моря) было проведено тестирование на эталонном отрезке 1000 м. Спортсменки бежали с заданным темпом 3:15 мин/км и ЧСС, близкой к ПАНО. Этот темп является целевым для соревновательного бега на дистанции 10000 м и в полумарафоне. Фиксировались параметры частоты, длины и времени шага (таблица 2).

Таблица 2 – Параметры беговых характеристик спортсменок на эталонном отрезке 1000 м по горизонтальной поверхности стадиона
Table 2 – Parameters of running characteristics of female athletes on a reference segment of 1000 m on the horizontal surface of the stadium

Показатели Indicators	К.А.	Т.Е.	С.В.	К.М.
Время пробегания 1000 м (с) Running time 1000 m (s)	195	195	195	195
Частота шагов (Гц) Cadence (Hz)	3,03	3,13	3,23	3,3
Средняя длина двойного шага (м) Average big step length (m)	3,38	3,28	3,18	3,1
Среднее время большого шага (мс) Average big step time (ms)	658	638	610	606

Измерение ЧСС и биомеханический анализ техники бега осуществлялись с помощью спортивных часов Garmin с датчиком данных беговой динамики (Running Dynamics Pod) и нагрудным кардиомонитором, которые передают технические параметры бега на мобильное приложение Connect.Garmin. Забор крови для измерения концентрации лактата проводился на третьей минуте после финиша серии с помощью экспресс-анализатора Akkutrend Plus Roche (Германия).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ результатов выполнения серии

упражнений «вверх–вниз» и «вниз–вверх» показал, что порядок чередования наклона беговой поверхности в серии имеет значение и определяет характер выполняемого упражнения.

Анализ результатов тестирования проводили индивидуально. В статье представлены результаты двух высококвалифицированных бегуний на длинные дистанции с наибольшими различиями антропометрических и исходных беговых параметров, при этом с максимально близкими личными рекордами в марафонском беге (2:29 и 2:30) (таблица 3).

Таблица 3 – Средние параметры беговых характеристик бегуний при выполнении бега в комбинации «вверх–вниз» и комбинации «вниз–вверх» в среднегорье

Table 3 – Average parameters of running characteristics of female runners when running in an up–down combination and a down–up combination in the middle mountains

	Варианты комбинаций running combination options	Вверх–вниз Up–Down		Вниз–вверх Down–up	
	Спортсменки Athletes	К.А.	К.М.	К.А.	К.М.
Бег в гору Uphill run	Время бега в гору (с) Uphill running time (sec)	215±8	218±6	224±6	237±6
	Средняя частота шага (Гц) Average cadence (Hz)	3,03±0,1	3,00±0,1	3,24±0,1	3,23±0,1
	Средняя длина большого шага (м) Average big step length (m)	3,06±0,09	2,78±0,08	2,96±0,04	2,6±0,05
	Среднее время двойного шага (мс) Average big step time (ms)	660±0,06	606±0,05	664±0,06	618±0,05
	Пульсовая стоимость (уд) HR value (beats)	544±12	581±10	601±16	644±15
Бег под уклон Downhill run	Время бега под уклон (с) Downhill time (sec)	182±4	187±6	189±5	191±5
	Средняя частота шагов (Гц) Average cadence (Hz)	3,27±0,1	3,43±0,1	3,3±0,12	3,37±0,13
	Средняя длина большого шага (м) Average big step length (m)	3,36±0,12	3,12±0,1	3,2±0,08	3,1±0,08
	Среднее время большого шага (мс) Average big step time (ms)	612±0,06	584±0,06	606±0,04	590±0,04
	Пульсовая стоимость (уд) HR value (beats)	457±10	487±10	491±14	518±15
Сумма одной серии Session sum	Сумма времени 2 отрезков серии (с) The sum of 2 distances time (s)	397±10	405±10	413±8	428±8
	Суммарная пульсовая стоимость серии (уд) Session sum of HR values (beats)	1001±18	1068±16	1092±21	1162±15

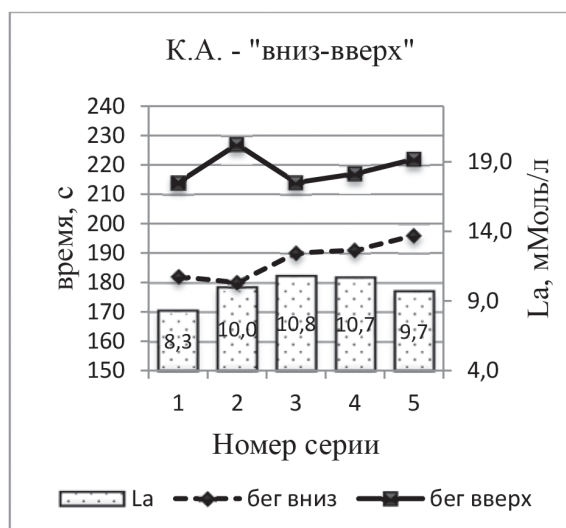
На рисунках 1А и 2А приведены графические отчеты тренировочных занятий бегунии К.А. Сумма средних показателей времени выполнения комбинации «вверх–вниз» быстрее таковой при выполнении комбинации «вниз–вверх» на 16 секунд (4%). Пульсовая стоимость ниже на 9% (91 удар). При этом сумма концентрации лактата крови при комбинации «вверх–вниз» составила 67,4 мМоль/л против 49,5 мМоль/л, показанной в комбинации «вниз–вверх». Частота шагов в беге в гору у К.А. в обеих комбинациях практически такая же (3,0–3,03Гц), как и в контрольном беге на 1000 м. Изменений времени шага не произошло (658–660–664мс), но при этом длина шага значительно уменьшилась (10–12,5%), что привело к ухудшению результата. Следовательно, при выполнении бега в гору происходит перераспределение времени фазы опоры (увеличилась) и фазы полета (уменьшилась). Увеличение времени взаимодействия с землёй (фазы опоры) необходимо для повышения мощности отталкивания, т.к. бегунья выполняет дополнительную работу по перемещению общего центра массы

своего тела не только вперёд, но и вверх.

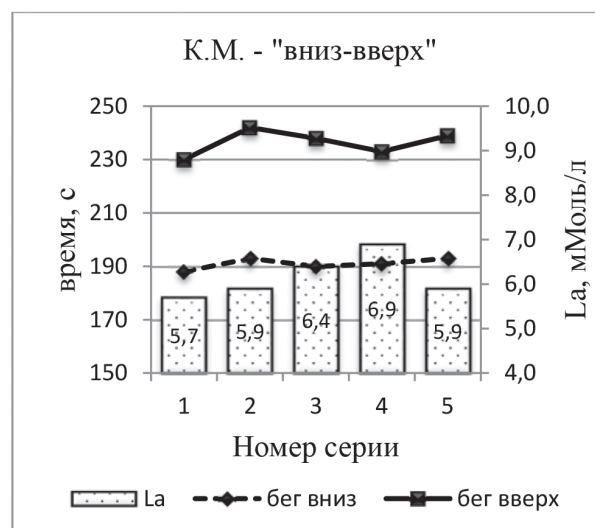
При беге под уклон частота шагов значительно увеличилась (3,27±0,1Гц против 3,03±0,12Гц) с одновременным сокращением времени выполнения большого шага. Длина шага практически не изменилась относительно длины в контрольном беге на 1000 м.

В комбинации «вниз–вверх» бег под уклон проходит в первой части упражнения. Бегунии, выполняя бег под уклон, осознают необходимость сохранения сил для продолжения бега в гору во второй половине упражнения. Утомление при последующем беге в гору заставляет спортсменов значительно снизить темп бега.

В комбинации «вверх–вниз» бег под уклон является второй частью упражнения, и, т.к. после этого следует длительный отдых до полного восстановления, то спортсменке нет необходимости экономить силы, бег проходит быстрее. Все участницы поискового эксперимента отмечают, что субъективно комфортнее выполнять комбинацию «вверх–вниз», чем комбинацию «вниз–вверх», проще рационально распределить свои силы.



А)



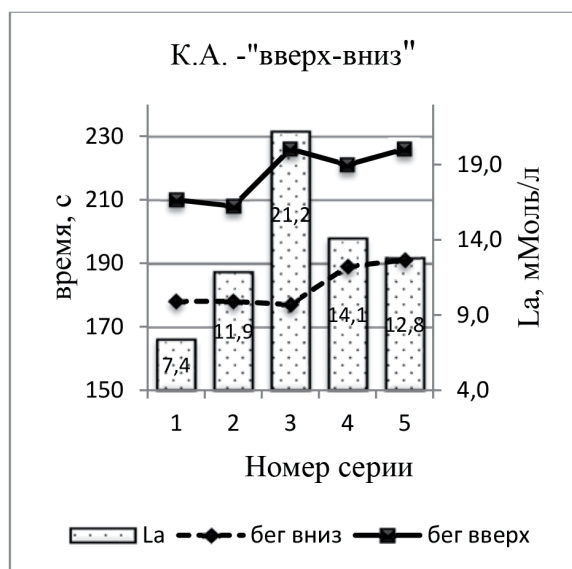
Б)

Рисунок 1 – Время выполнения бега и концентрация лактата крови при выполнении комбинации «вниз–вверх» спортсменкам К.А. (А) и К.М. (Б)

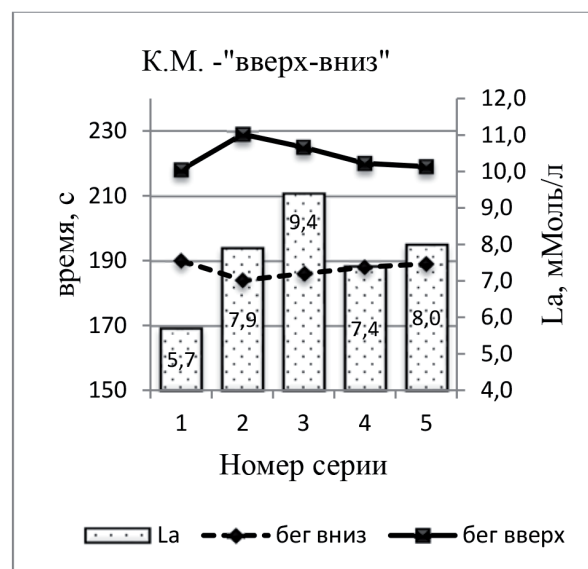
Figure 1 – Running time and blood lactate concentration when performing the “down–up” combination for athletes K.A. (A) and K.M. (B)

Концентрация лактата крови у обеих спортсменок увеличивается плавно и распределяется равномерно в течение всего тренировочного занятия, без дискретных скачков (рисунок 1). Данный вариант серий беговых упражнений «вниз–вверх» может быть использован для развития емкости анаэробного гликолиза. Метаболическая ёмкость гликолиза определяется внутримышечными за-

пасами углеводов и в значительной степени зависит от резервов буферных систем. Гипоксия среднегорья усиливает расходование внутренних запасов в ходе анаэробного гликолиза в процессе интервальной тренировки. Снижение концентрации лактата после пятой заключительной серии говорит о высокой степени истощения анаэробно-гликолитического механизма энергообеспечения.



А)



Б)

Рисунок 2 – Время выполнения бега и концентрация лактата крови при выполнении комбинации «вверх–вниз» спортсменкам К.А. (А) и К.М. (Б)

Figure 2 – Running time and blood lactate concentration when performing the “up–down” combination for athletes K.A. (A) and K.M. (B)

Концентрация лактата крови при выполнении комбинации бега «вверх–вниз» увеличивается быстро, дискретно и достигает максимума после третьей попытки (рисунок 2). В частности, у спортсменки К.А.

концентрация лактата составила 21,5 мМоль/л. После такого метаболического ответа на нагрузку в четвертой и пятой сериях бегунья не смогла поддерживать заданный темп бега. Подобная динамика

лактата свидетельствует о том, что данное средство направлено на развитие мощности анаэробно-гликолитического механизма энергообеспечения.

Комбинирование бега в гору и бега под уклон имеет ряд положительных моментов для планирования тренировочного занятия: упрощается организация тренировочного процесса, т.к. трассу с определённым наклоном и с приемлемым покрытием протяженностью от 0,8 километра найти легче, чем длинный прямой отрезок достаточного качества покрытия. Протяженность отрезков зависит от суммарного времени нагрузки в одной серии. Мы исходили из того, что для высококвалифицированных бегуний на длинные дистанции оптимальным временем работы для совершенствования скоростной выносливости является временной диапазон 3-10 минут.

С учетом того что в условиях среднегорья происходит смещение режимов энергообеспечения, тренировочный процесс по совершенствованию скоростной выносливости идет в режиме смешанной аэробно-анаэробной направленности [1-3, 5].

Комбинирование в последовательности «бег под уклон–бег в гору» у спортсменок вызывает определённые психологические сложности: осознание того, что максимальное утомление наступит на наиболее сложном участке серии – финишном отрезке в гору, заставляет их сдерживать скорость на первом участке серии, идущем под уклон. Тем не менее эта сложность может благоприятно послужить для воспитания волевых качеств бегуний и по своей сути является тактико-технической частью интегральной подготовки для участия в соревнованиях в беге по шоссе с перепадами высот профиля трассы. Отрицательными сторонами комбинации

«вниз–вверх» является увеличение вертикального колебания общего центра массы тела, что приводит к снижению беговой экономичности, укорочению бегового шага и увеличению времени взаимодействия с опорой (землёй). Для нивелирования отрицательного влияния бега в гору после окончания основной части тренировочного занятия необходимо сделать несколько пробежек по ровной горизонтальной поверхности во избежание закрепления стереотипа медленного бега.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в условиях среднегорья в зависимости от доступного природного рельефа для совершенствования скоростной выносливости и экономичности бега использование различных комбинаций тренировочных средств способствует оптимизации и интенсификации тренировочного процесса. Комбинация бега в гору и бега под уклон в порядке «вверх–вниз», на наш взгляд, является предпочтительнее. Мощность и ёмкость анаэробного гликолиза являются взаимодополняющими характеристиками, но именно проявление максимальной мощности способствует развитию резервного гликолитического аппарата. Бег под уклон во второй части беговой серии благоприятно отражается на технике бега и, как следствие, на экономичности бега. Также комбинация бега «вверх–вниз» имеет большую метаболическую стоимость по сравнению с комбинацией «вниз–вверх». Однако для решения определённых тактических и технических задач эти тренировочные средства являются взаимодополняющими для совершенствования скоростной выносливости бегуний на длинные дистанции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волков, Н. И. Биоэнергетика спорта : монография / Н. И. Волков, В. И. Олейников. – М. : Советский спорт. – 2011. – 160 с.
2. Тамбовцева, Р. В. Использование комбинированного сочетания гипоксической гипоксии с повторными и интервальными нагрузками с целью повышения физической работоспособности спортсменов / Р. В. Тамбовцева // Проблемы и перспективы физической культуры и спорта. – Омск : ФГБОУВО СибГУФК, 2018. – С. 89-92.
3. Beattie, K. The effect of strength training on performance indicators in distance runners / K. Beattie, B. P. Carson, M. Lyons, A. Rossiter, I. C. Kenny // The Journal of Strength & Conditioning Research. – 2017. – Т. 31, № 1. – P. 9-23. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001464.
4. Breiner, T. J. Level, uphill and downhill running economy values are strongly inter-correlated / T. J. Breiner, A. L. R. Ortiz, R. Kram // Eur J Appl Physiol. – 2019. – 119(1) – P. 257-264.
5. Davis, J. A. Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research / J. A. Davis // Journal Medicine Science Exerc. – 1985. – V.17, №1. – P. 6-18.
6. Douglas, J. Eccentric exercise: physiological characteristics and acute responses / J. Douglas, S. Pearson, A. Ross, M. McGuigan // Sports Med. – 2017. – 47(4). – P. 663-675.
7. Eston, R. G. Effect of stride length on symptoms of exercise-induced muscle damage during a repeated bout of downhill running / R. G. Eston, A. B. Lemmey, P. McHugh, C. Byrne, S. E. Walsh // Scand J Med Sci Sports. – 2000. – 10(4). – P. 199-204.
8. Li, F. Correlation of eccentric strength, reactive strength, and leg stiffness with running economy in well-trained distance runners / F. Li, R. U. Newton, Y. Shi, D. Sutton, H. Ding // The Journal of Strength & Conditioning Research. – 2021. – Т. 35, № 6. – P. 1491-1499. DOI:10.1519/SC.0000000000003446.
9. Nishikawa, K. C. Basic science and clinical use of eccentric contractions: history and uncertainties / K. C. Nishikawa, S. L. Lindstedt, P. C. LaStayo // Journal of Sport and Health Science. – 2018. – Т. 7, № 3. – P. 265-274. DOI: 10.1016/j.jshs.2018.06.002.
10. Shaw, A. J. The efficacy of downhill running as a method to

- enhance running economy in trained distance runners / A. J. Shaw, S. A. Ingham, J. P. Folland. / *Eur J Sport Sci.* – 2018. – 18(5). – P. 630-638.
11. Shenkman, B. S. Chronic effects of low-frequency low-intensity electrical stimulation of stretched human muscle / B. S. Shenkman, E. V. Lyubaeva, D. V. Popov // *J. Acta Astronautica*, Pergamon Press Ltd. (United Kingdom) – 2007. – № 60. – P. 505-511.
 12. Tam, N. Running economy: neuromuscular and joint-stiffness contributions in trained runners / N. Tam, R. Tucker, J. Santos-Concejero, D. Prins, R. P. Lamberts // *International Journal of Sport Physiology and Performance.* – 2019. – Т. 14, № 1. – P. 16-22. – DOI: 10.1123/ijspp.2018-0151.
 13. Toyomura, J. Efficacy of downhill running training for improving muscular and aerobic performances/ J. Toyomura, H. Mori, K. Tayashiki, M. Yamamoto, H. Kanehisa, S. Maeo / *Appl Physiol Nutr Metab.* – 2018. – 43(4). – P. 403-410.
 14. Vernillo, G. Biomechanics and physiology of uphill and downhill running/ G. Vernillo, M. Giandolini, W. B. Edwards, J. B. Morin, P. Samozino, N. Horvais, et al. / *Sports Med.* – 2017. – 47(4). – P. 615-629.
 15. Wells, M. D. Effect of downhill running grade on lower extremity loading in female distance runners/ M. D. Wells, D. C. Dickin, J. Popp, H. Wang / *Sports Biomech.* – 2018. – 1. – P. 1-9. – 2021. – Т. 35, № 6. – P. 1491-1499. – DOI:10.1519/SC.0000000000003446.
 9. Nishikawa, K. C. Basic science and clinical use of eccentric contractions: history and uncertainties / K. C. Nishikawa, S. L. Lindstedt, P. C. LaStayo // *Journal of Sport and Health Science.* – 2018. – Т. 7, № 3. – P. 265-274. – DOI: 10.1016/j.jshs.2018.06.002.
 10. Shaw, A. J. The efficacy of downhill running as a method to enhance running economy in trained distance runners / A. J. Shaw, S. A. Ingham, J. P. Folland / *Eur J Sport Sci.* – 2018. – 18(5). – P. 630-638.
 11. Shenkman, B. S. Chronic effects of low-frequency low-intensity electrical stimulation of stretched human muscle / B. S. Shenkman, E. V. Lyubaeva, D. V. Popov // *J. Acta Astronautica*, Pergamon Press Ltd. (United Kingdom) – 2007. – № 60. – P. 505-511.
 12. Tam, N. Running economy: neuromuscular and joint-stiffness contributions in trained runners / N. Tam, R. Tucker, J. Santos-Concejero, D. Prins, R. P. Lamberts // *International Journal of Sport Physiology and Performance.* – 2019. – Т. 14, № 1. – P. 16-22. – DOI: 10.1123/ijspp.2018-0151.
 13. Toyomura, J. Efficacy of downhill running training for improving muscular and aerobic performances/ J. Toyomura, H. Mori, K. Tayashiki, M. Yamamoto, H. Kanehisa, S. Maeo / *Appl Physiol Nutr Metab.* – 2018. – 43(4). – P. 403-410.
 14. Vernillo, G. Biomechanics and physiology of uphill and downhill running/ G. Vernillo, M. Giandolini, W. B. Edwards, J. B. Morin, P. Samozino, N. Horvais, et al. / *Sports Med.* – 2017. – 47(4). – P. 615-629.
 15. Wells, M. D. Effect of downhill running grade on lower extremity loading in female distance runners / M. D. Wells, D. C. Dickin, J. Popp, H. Wang. / *Sports Biomech.* – 2018. – 1. – P. 1-9.

REFERENCES

1. Volkov, N. I. Bioenergetics of sports: monograph / N. I. Volkov, V. I. Oleinikov. M.: Soviet sport. – 2011. – 160 p.
2. Tambovtseva, R. V. The use of a combined combination of hypoxic hypoxia with repeated and interval loads to increase the physical performance of athletes / R. V. Tambovtseva // *Problems and prospects of physical culture and sports.* – Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Siberian State University of Physical Culture. – Omsk. – 2018. – pp.89-92.
3. Beattie, K. The effect of strength training on performance indicators in distance runners /K. Beattie, B. P. Carson, M. Lyons, A. Rossiter, I. C. Kenny // *The Journal of Strength & Conditioning Research.* – 2017. – Т. 31, № 1. – P. 9-23. – DOI: 10.1519/JSC.0000000000001464.
4. Breiner, T. J. Level, uphill and downhill running economy values are strongly inter-correlated/ T. J. Breiner, A. L. R. Ortiz, R. Kram / *Eur J Appl Physiol.* – 2019. – 119(1) – P. 257-264.
5. Davis, J. A. Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research / J. A. Davis // *Journal Medicine Science Exerc.* – 1985. – V. 17, № 1. – P. 6-18.
6. Douglas, J. Eccentric exercise: physiological characteristics and acute responses / J. Douglas, S. Pearson, A. Ross, M. McGuigan / *Sports Med.* – 2017. – 47(4). – P. 663-675.
7. Eston, R. G. Effect of stride length on symptoms of exercise-induced muscle damage during a repeated bout of downhill running / R. G. Eston, A. B. Lemmey, P. McHugh, C. Byrne, S. E. Walsh / *Scand J Med Sci Sports.* – 2000. – 10(4). – P. 199-204.
8. Li, F. Correlation of eccentric strength, reactive strength, and leg stiffness with running economy in well-trained distance runners / F. Li, R. U. Newton, Y. Shi, D. Sutton, H. Ding // *The Journal of Strength & Conditioning Research.*

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Жгир Борис Андреевич (Zhgir Boris Andreevich) – МСМК, тренер высшей категории, доцент;
Сибирский государственный университет физической культуры и спорта; 644071 г. Омск, ул. Масленникова, 144;
e-mail: boris_j@mail.com; ORCID: 0000-0003-4512-3154.

Кудря Ольга Николаевна (Kudrya Olga Nikolaevna) – доктор биологических наук, профессор;
Сибирский государственный университет физической культуры и спорта; 644071 г. Омск, ул. Масленникова, 144;
e-mail: olga27ku@mail.ru; ORCID: 0000-0002-8681-5870.

Поступила в редакцию 15 марта 2024 г.

Принята к публикации 25 марта 2024 г.

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Жгир, Б.А. Совершенствование скоростной выносливости у высококвалифицированных бегуний посредством использования бега в гору и под уклон в условиях среднегогорья / Б.А. Жгир, О.Н. Кудря // *Наука и спорт: современные тенденции.* – 2024. – Т. 12, № S1 – С. 118-125. DOI: 10.36028/2308-8826-2024-12-S1-118-125

FOR CITATION

Zhgir B.A., Kudrya O.N. Improving speed endurance in highly qualified female runners through the use of uphill and downhill running in middle mountain conditions. *Science and sport: current trends.*, 2024, vol. 12, no. S1. – pp. 118-125. DOI: 10.36028/2308-8826-2024-12-S1-118-125