

² **В. Н. Ильин**, д-р биол. наук, профессор, ^{1,2} **М. М. Филиппов**, д-р биол. наук, профессор, ¹ **В. А. Пастухова** д-р мед. наук, профессор, ² **В. И. Портниченко**, канд. мед. наук, ¹ **В. В. Сосновский**

¹Национальный университет физического воспитания и спорта Украины, Киев, Украина, ilyin_nufvsu@ukr.net

²Международный центр астрономических и медико-биологических исследований НАНУ, Киев, Украина

ВЛИЯНИЕ ПРЕБЫВАНИЯ В СРЕДНЕГОРЬЕ НА ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ФИЗИЧЕСКУЮ ПОДГОТОВЛЕННОСТЬ БЕГУНОВ НА СРЕДНИЕ ДИСТАНЦИИ

Целью данного исследования был анализ функциональных изменений, определяющих эффективность горных тренировок для спортсменов, специализирующихся на беге на средние дистанции, после возвращения с гор. Двенадцать элитных спортсменов, специализирующихся на беговых дистанциях 400 и 800 м, участвовали в этом исследовании. Показано, что горные тренировки приводят к повышению физической работоспособности и уровня физической подготовки спортсменов на протяжении 25-27 суток после возвращения с гор. Однако, не для всех спортсменов адаптационные влияния тренировки в горных условиях одинаково эффективны. Наиболее значимые положительные изменения наблюдаются у спортсменов, у которых адаптация к условиям среднегорья сопровождалась умеренным напряжением регуляторных механизмов и преобладанием ваготонические типа вегетативного гомеостаза.

Введение. Эффективность горной подготовки, как средства повышения функциональных возможностей спортсменов в видах спорта, связанных с проявлением выносливости, доказана многими исследователями [1-3]. Однако работ, посвященных подготовке в горных условиях представителей силовых, скоростно-силовых, сложно-координационных видов спорта, единоборств значительно меньше [4, 5]. Недостаточно внимания обращается на исследование индивидуальных особенностей адаптации организма спортсменов к гипоксическим условиям в зависимости от типа вегетативного гомеостаза [1, 6].

Цель исследования - проанализировать функциональные изменения в организме спортсменов, специализирующихся в беге на средние дистанции, после пребывания на учебно-тренировочных сборах в условиях среднегорья.

Материалы и методы исследований. Обследовано 12 спортсменов, специализирующихся в беге на 400 и 800 м (квалификация МС и МСМК, средний возраст 23,9 ± 3,82 года).

В период пребывания спортсменов в среднегорье проводились исследования изменений вегетативного гомеостаза с помощью ритмокардиографии. В зависимости от типа вегетативного гомеостаза спортсмены были разделены на две группы. Первую группу составили пять спортсменов, у которых адаптация к условиям среднегорья протекала на фоне повышенной напряженности регуляторных процессов в организме (преобладание в вегетативном балансе симпатических влияний). Во вторую группу вошли семь спортсменов, у которых адаптация проходила на фоне умеренной напряженности регуляторных процессов и сбалансированности симпатических и парасимпатических влияний или преобладания парасимпатических [7].

Физическую работоспособность определяли с помощью пробы PWC170 на уровне моря (г. Киев) на 2-3 и 24-25 сутки после возвращения из учебно-тренировочных сборов в среднегорье. Обследуемые выполняли работу ступенчато-возрастающей мощности, которая ежеминутно повышалась от 50 до 250 Вт. Газовый состав вдыхаемого и выдыхаемого воздуха определяли с помощью масс-спектрографа MX 6202 (Украина), легочную вентиляцию - воллюметра 45084 (Германия). Оценивали показатели мощности, емкости, эффективности функциональных (дыхательной и сердечно-сосудистой) и энергетических (аэробных и анаэробных) систем. Максимальное потребление кислорода (МПК, л/мин) рассчитывали по формуле - $(2,2 \times PWC170 + 1070) / 1000$.

До поездки в горы, а также на 25-27 сутки после возвращения определяли показатели двигательных качеств (силы, быстроты, специальной выносливости, скоростно-силовых способностей) с помощью тестов для спортсменов, специализирующихся в скоростно-силовых видах спорта [8].

Для анализа и оценки полученных результатов применялись методы непараметрической статистики [9].

Результаты исследований. На 2-3 сутки у спортсменов первой группы средние расчетные значения максимального и удельного потребления кислорода (МПК и МПКуд.) были ниже должных величин (МПКд.) (табл. 1).

При обследованиях, проведенных на 25-27 сутки после возвращения с гор, отмечалось уменьшение кислородной стоимости работы (O_2 стоимость) вследствие снижения кислородного запроса на работу (O_2 запроса) и общего кислородного долга (общий O_2 долг), что свидетельствовало о повышении экономичности реакции организма спортсменов на физическую нагрузку.

МПК практически достигло должных значений, уровень функционального класса по мощности аэробной работоспособности у этих спортсменов повысился до выше среднего.

В отличие от результатов обследований, полученных на 2-3 сутки после возвращения с гор, на 25-27 сутки мощность анаэробных процессов у этих спортсменов стала выше, чем аэробных, что соответствовало специализации бегунов на средние дистанции.

Таблица 1 – Изменения физической работоспособности после возвращения из учебно-тренировочных сборов у спортсменов первой группы

Показатели	На 2-3 сутки	На 24-25 сутки
O_2 стоимость работы, л	9,590 (8,867; 10,009)	8,038(7,803; 8,016)*
O_2 запрос на работу, л	6,180 (4,975; 6,919)	5,157 (4,176; 5,811)*
Общий O_2 долг, л	3,410 (2,977; 4,001)	2,881 (1,958; 3,404)*
Алактатный O_2 долг, л	2,214 (1,956; 2,912)	2,109 (1,699; 2,459)*
Лактатный O_2 долг, л	1,196 (0,903; 1,118)	0,772 (0,417; 0,893)*
O_2 восст., у % от общ. ст.	35,6 (26,7; 54,5)	35,8 (20,9; 54,3)
МПК, л/мин	3,446 (2,935; 4,001)	3,820 (3,112; 4,110)
МПКуд, мл/мин/кг	51 (40; 58)	56,5 (46; 63)*
МПК/МПКд., %	92,9 (86,7; 99,5)	103,0(100,2; 105,8)
Анаэр. мощность, ккал	56,9 (51,9; 68,4)	67,7 (66,3; 78,7)*
Уд. ан. мощность, ккал/кг	0,59 (0,48; 0,67)	0,70 (0,68; 0,81)**
Аэр. мощность, ккал	62,48 (52,23; 68,11)	51,7 (40,93; 52,21)**
Уд. аэр. мощность, ккал/кг	0,65 (0,57; 0,73)	0,54(0,32; 0,70)*

Примечания: медиана (1; 3 квартили); * различие на уровне $p < 0,05$; ** отличие на уровне $p < 0,01$; достоверность различий определялась с помощью непараметрического рангового критерия

У спортсменов второй группы на 2-3 сутки после возвращения с гор наблюдалась достоверно ($p < 0,05$) меньше O_2 стоимость работы, чем у спортсменов первой группы за счет

более низких величин O_2 запроса на работу и общего O_2 долга (табл.2), а МПК и МПКуд. были выше.

Таблица 2 – Изменения физической работоспособности после возвращения из учебно-тренировочных сборов у спортсменов второй группы

Показатели	На 2-3 сутки	На 24-25 сутки
O_2 стоимость работы, л	7,273 (6,323; 8,311)	6,113 (5,156; 7,036)*
O_2 запрос на работу, л	4,857(3,908; 5,199)	4,094 (3,439; 5,018)*
Общий O_2 долг, л	2,416 (1,918; 3,215)	2,019 (1,619; 2,412)*
Алактатный O_2 долг, л	1,739 (1,510; 2,293)	1,595 (1,231; 1,815)*
Лактатный O_2 долг, л	0,677 (0,387; 1,011)	0,424 (0,296; 0,598)*
O_2 восст., у % от общ. ст.	33,2(21,8; 53,9)	33,0(21,8; 50,8)
МПК, л/мин	3,798 (3,001; 4,09)	4,260 (3,901; 4,612)
МПКуд, мл/мин/кг	54 (42; 59)	61 (50; 69)
МПК/МПКд., %	102,4 (98,3; 105,4)	114,82(109,7;115,9)
Анаэр. мощность, ккал	72,2 (62,3; 78,1)	80,7 (74,3; 88,1)*
Уд. ан. мощность, ккал/кг	0,75 (0,56; 0,80)	0,84 (0,74; 0,89)
Аэр. мощность, ккал	47,2 (38,1; 63,7)	38,8 (30,3; 62,2)
Уд. аэр. мощность, ккал/кг	0,49 (0,31; 0,65)	0,40 (0,28; 0,69)

Примечания: медиана (1; 3 квартили); * различие на уровне $p < 0,05$; достоверность различий определялась с помощью непараметрического рангового критерия

При обследованиях, проведенных на 25-27 сутки после возвращения с гор у спортсменов второй группы также отмечалось уменьшение кислородной стоимости работы, кислородного запроса на работу и общего кислородного долга. Увеличилось МПК и МПК/МПКуд. Как и у спортсменов первой группы возросла мощность анаэробных процессов и в то же время снизилась аэробных. Снижение относительного вклада аэробного обмена в общую систему энергообеспечения организма, по мнению ряда авторов, повышает устойчивость спортсменов обеих групп к гипоксии в горах и гипоксии нагрузки [10] и является подтверждением эффективности горной подготовки [11, 12].

Тестирование физической подготовленности (рис. 1) показало, что в первой группе до поездки в горы четыре спортсмена имели средний уровень физической подготовленности, у одного он был выше среднего.

Бальная оценка физической подготовленности пяти спортсменов этой группы составляла $2,98 \pm 0,31$ баллов, что соответствовало среднему уровню.

Среди спортсменов второй группы все семь спортсменов показали средний уровень физической подготовленности: до поездки в горы он составлял $3,03 \pm 0,21$ баллов, что соответствовало уровню выше среднего.

После возвращения с гор три спортсмена первой группы показали средний уровень физической подготовленности, у двух он стал выше среднего. Средний уровень для группы в целом оценен в $3,42 \pm 0,26$ баллов, то есть наблюдалась тенденция к повышению уровня физической подготовленности.

Среди спортсменов второй группы один спортсмен показал средний уровень физической подготовленности, у четырех - они были выше среднего, у двух - высокие. Полученные результаты свидетельствуют о том, что у спортсменов этой группы произошли значимые положительные изменения в физической подготовленности (уровень физической подготовленности вырос с $3,03 \pm 0,21$ до $4,01 \pm 0,54$ баллов ($p < 0,001$)).

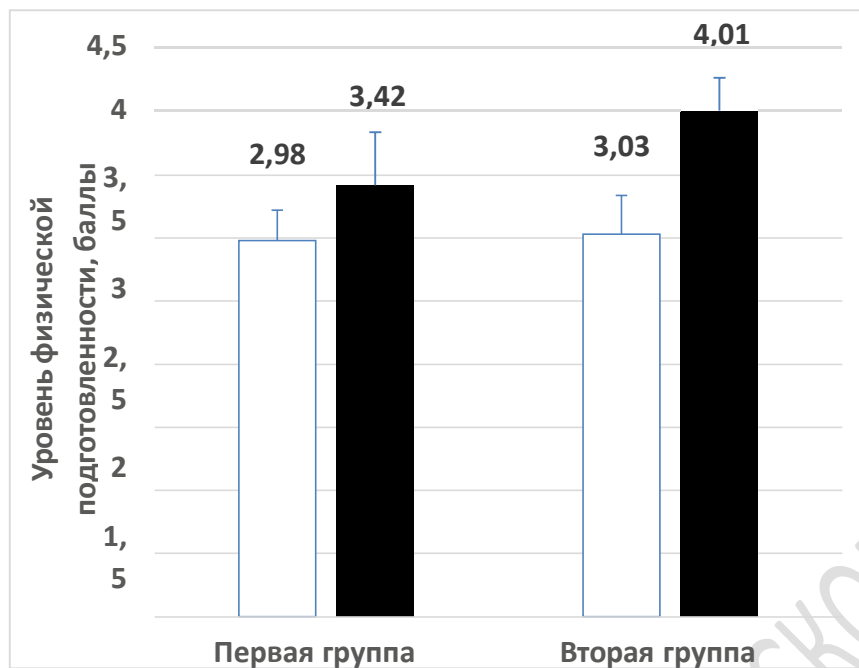


Рисунок 1 – Уровни физической подготовленности спортсменов до и после проведения учебно-тренировочных сборов в среднегорье: □– до гор; ■– через 25-27 суток после возвращения с гор

Таким образом, сравнительная оценка уровня физической подготовленности указывает на то, что функциональные возможности после проведения учебно-тренировочных сборов больше повысились у спортсменов второй группы, в которых преобладали вагусные влияния и была повышенная устойчивость к функциональным нагрузкам.

Полученные данные свидетельствуют о том, что адаптационные влияния горного тренировочного процесса не для всех спортсменов одинаково эффективны, что рядом авторов объясняется по-разному. Различия в реакциях на гипоксию могут быть обусловлены индивидуальными особенностями организма спортсменов: генетической предрасположенностью к благоприятной реакции на гипоксию [14], типом центральной и вегетативной нервной системы [12], а также рационально или нерационально спланированной горной подготовкой [6, 15]. В связи с этим важное значение для повышения эффективности горной подготовки и планирования оптимального тренировочного процесса в условиях среднегорья имеет предварительное распределение спортсменов на группы с учетом индивидуальных особенностей реакции организма спортсменов на гипоксию, в том числе и изменений их вегетативного гомеостаза.

Вывод. Показано, что проведение учебно-тренировочных сборов в условиях среднегорья является эффективным средством повышения функциональных возможностей спортсменов, специализирующихся в беге на средние дистанции. Однако, не для всех спортсменов адаптационные влияния тренировки в горных условиях одинаково эффективны. Наиболее значимые положительные изменения наблюдаются у спортсменов, у которых адаптация к условиям среднегорья сопровождается умеренным напряжением регуляторных механизмов и преобладанием ваготонического типа вегетативного гомеостаза.

Список использованных источников

1. Ilyin V. N. Training of the athletes with use of hypoxic conditions / V. N. Ilyin, M. M. Filippov, V. A. Pastukhova, V.V. Sosnovskiy // Вісник Черкаського університету, серія «Біологічні науки». – 2017. – № 2. – С. 11 – 26.
2. Wilber R.L. Application of altitude/hypoxic training by elite athletes / R.L.Wilber // Med. Sci. Sports Exerc. – 2007. – Vol. 39, N 9. – P. 1610-1624.

3. Ильин В. Н., Филиппов М. М., Пастухова В. А., Портниченко В. И., Сосновский В. В. Гипоксическая тренировка в системе подготовки спортсменов. Патология, реабилитация, адаптация. Київ, 2017. Т. 15, № 2. С. 60–72.
4. Пятничук Д.В. Тренування в умовах Карпат як допоміжний засіб підготовки бігунів на середні і довгі дистанції у підготовчому періоді / Д. В. Пятничук, Г. О. Пятничук // Актуальність проблеми розвитку фізичного виховання, спорту і туризму в сучасному суспільстві : Монографія / за ред. Б. М. Мицкана, Т. В. Бойчук, О. Я. Фотуйми. – Івано-Франківськ: ПП Курилюк, 2008. – С. 180-182.
5. Бойчук Т. В. Оцінка факторів, що впливають на ефективність тренувального процесу у бігунів на середні і довгі дистанції та вплив гіпоксії на функціональний стан організму / Т. В. Бойчук, Д. В. Пятничук, Е. Й. Лапковський // Науковий часопис національного педагогічного університету ім. М.П.Драгоманова. серія 15. Теорія та методика навчання: фізична культура і спорт. – Випуск 8. – Л.: НПУ ім. М.П.Драгоманова, 2010. – С. 134-138.
6. Иссурин В. Б. Подготовка спортсменов XXI века: научные основы построения тренировки / В. Б. Иссурин – М.: Спорт, 2016 – 464 с.
7. Сосновський В. В. Пастухова В. А., Ільїн В. М. Характеристики функціональних станів регуляторних систем організму у бігунів на середні дистанції при довгостроковій адаптації до умов середньогір'я. Фізіол. журн. Київ, 2018.Т. 64, № 6. С. 56-63.
8. Бобровник В. И. Система оценки и прогнозирования физического состояния квалифицированных спортсменов в легкой атлетике / В. И. Бобровник // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2013. – № 1. – С. 12-19.
9. Антомонов М.Ю. Математическая обработка и анализ медико-биологических данных / М. Ю. Антомонов– К., 2006. – 558 с.
10. Филиппов М.М. Давиденко Д.Н. Физиологические механизмы развития и компенсации гипоксии в процессе адаптации к мышечной деятельности (Монография) - Спб. – Киев: БПА, 2010. – 260с.
11. Филиппов М. М. Сравнительная характеристика гипоксии, развивающейся при мышечной деятельности, и гипоксической гипоксии в горах / М. М. Филиппов, М. В. Балькин, Н. Ильин, В. И. Портниченко, А. Л. Евтушенко // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2014. - № 4. – С. 88-97.
12. Портніченко В. І. Зміни в системі дихання та енергетичному обміні у борців при фізичному навантаженні в процесі адаптації до середньогір'я / В. І. Портніченко, В. М. Ільїн, М. М. Філіппов // Основи побудови тренувального процесу в циклічних видах спорту: збірник наукових праць [Електронний ресурс]. – ~~Харків: ХДАФК~~, 2017.
13. Pyin V. N. Training of the athletes with use of hypoxic conditions / V. N. Pyin, M. M. Filippov, V. A. Pastukhova, V.V. Sosnovskiy / Вісник Черкаського університету, серія «Біологічні науки». – 2017. – № 2. – С. 11 – 26.
14. Drozdovska S. B. Dependence of Aerobic Performance of Athletes on Polymorphism of Genes. /S. B. Drozdovska, O. M. Lysenko, V. E. Dosenko, V. N. Pyin // Central European Journal of Sport Sciences and Medicine. – 2015. – V.1 N 1. – P. 65–73.
15. Платонов В.Н. Двигательные качества и физическая подготовка спортсменов/ В.Н.Платонов – М.: Спорт, 2019. – 656 с.