

УДК 796.015.6 + 796.092 : 316.6.001.5.

ПРЕДИКТОРЫ И МАРКЕРЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СПОРТСМЕНОВ ПРИ ТРЕНИРОВКАХ В СРЕДНЕГОРЬЕ

Ю.Д. ВИННИЧУК, Л.М. ГУНИНА

*Национальный университет физического воспитания и спорта Украины,
г. Киев, Украина*

Введение. Сегодня не вызывает сомнений позитивное влияние горной гипоксии на функциональные возможности и повышение эффективности соревновательной деятельности спортсменов высокой квалификации, особенно представителей циклических видов спорта [1]. Тренировки в условиях гипоксии активно применяются для повышения работоспособности и выхода на пик спортивной формы перед основными соревнованиями года. Для указанной цели используются природные условия гор (низкогорье, среднегорье, высокогорье) [2], специальное оборудование (барокамеры, климатические камеры, гипоксикаторы) [3, 4]. Востребованность гипоксических тренировок обусловлена минимальными негативными эффектами и существенным снижением риска для здоровья спортсмена по сравнению с различными фармакологическими средствами. Системные подходы к адаптации в условиях гор, анализ компенсаторных ресурсов и повышения уровня резистентности организма к действию стрессоров различного уровня (гипоксия, высокие температура и влажность, нарушение биологических ритмов и т.п.), а также поиск новых критериев оценки и прогнозирования физической работоспособности – одни из актуальных вопросов оценки эффективности и увеличения индивидуализации процесса подготовки спортсменов [5]. Несмотря на значительное количество исследований, изучение процессов адаптации организма спортсменов к тренировочным нагрузкам в горах является актуальной задачей в связи с большим количеством факторов, влияющих на эффективность тренировочного процесса при использовании среднегорной подготовки.

Дать индивидуальную оценку адаптационных реакций организма конкретного спортсмена позволят результаты детального лабораторного исследования параметров гомеостаза – биохимического, иммунологического, гематологического, гормонального и др., которые дают возможность оценить функциональное состояние основных лимитирующих работоспособность систем организма.

При контроле эффективности тренировочного процесса особый интерес вызывают исследования показателей биохимического и гормонального гомеостаза, поскольку они характеризуют функциональное состояние сердечно-сосудистой, выделительной, пищеварительной, иммунной, эндокринной и других систем жизнеобеспечения организма, позволяющих диагностировать скрытую фазу утомления, возникновение перетренированности, а в крайнем случае – дизадаптационные перестройки.

Большое значение для поддержки работоспособности организма спортсменов имеет баланс стресс-индуцированных и анаболических факторов [6]. Изменение содержания основного стрессового гормона кортизола используется для оценки мобилизационных резервов организма. Увеличение его концентрации является ответной реакцией организма на физические, физиологические и психологические нагрузки. Избыточное количество кортизола негативно влияет на костную и мышечную ткань, сократительную функцию миокарда, иммунную защиту, эндокринную регуляцию, массу тела, сон, регуляцию уровня глюкозы. Тестостерон оказывает анаболические эффекты на мышечную ткань, способствует созреванию костной ткани, участвует в регуляции синтеза липопротеидов, эндорфинов, инсулина. Таким образом, содержание гормонов служит важным средством выявления скрытых биохимических нарушений, лежащих в основе процессов усталости и перетренированности [7, 8]. Анализ нейрогуморальных механизмов ответа на тренировочный процесс в условиях гор представлен в работах многих авторов, однако единого мнения в отношении роли гормонов в успешной адаптации организма к высотной гипоксии нет [9–11].

Особенности функционирования иммунной системы мало освещены в литературе и противоречивы. Гипоксия является экологическим стрессом и вызывает изменения как в вегетативной нерв-

ной, так и эндокринной системах, которые обладают непосредственным и длительным воздействием на функции иммунитета. [9, 11]. При тренировках в условиях гор, кроме гипоксии, на различные звенья иммунной системы (количество лимфоцитов, натуральных киллеров, их цитотоксическую и пролиферативную активность, секрецию цитокинов, иммуноглобулинов) оказывают влияние низкая абсолютная влажность воздуха, пониженное атмосферное давление, резкие смены дневных и ночных температур, сильные ветры, усиливающие охлаждающий эффект, высокая ионизация воздуха и другие факторы пока недостаточно изученные [11, 12]. Влияние физических нагрузок в сочетании с экологическим стрессом обуславливает суммирование эффектов и может привести к иммуносупрессии [13], срыву адаптационных механизмов, исчерпанию резервов иммунной системы и развитию инфекционных заболеваний у спортсменов высокой квалификации на этапе непосредственной подготовки к соревнованиям.

Целью настоящих исследований явилась формирование подходов к оптимизации индивидуального тренировочного процесса высококвалифицированных спортсменов путем оценки содержания показателей биохимического, иммунологического и гормонального гомеостаза.

Методика и объекты исследования. В исследованиях принимали участие 12 членов сборной команды Украины по одному из циклических видов спорта (все мужчины; квалификация спортсменов – 2 «МСМК», 8 – «МС», 2 – «КМС»; возраст спортсменов – от 18 до 26 лет).

Исследования проведены до начала и непосредственно по окончании тренировок в среднегорье (высота над уровнем моря 2050 м; спортивная база Бельмекен, Болгария), длительность которых составила 16 дней. На момент обследований все спортсмены были здоровы и не предъявляли жалоб.

Оценка общего анализа крови с лейкоцитарной формулой проведена с помощью автоматического гематологического анализатора «ERMA PCE–210» (ERMA Inc., Япония) с использованием аутентичных расходных и контрольных материалов. Изучение популяционного состава лимфоцитов периферической крови спортсменов ($CD3^+$, $CD4^+$, $CD8^+$, $CD16^+$, $CD19^+$) проведены с помощью проточной цитометрии и использованием соответствующих моноклональных антител («Dako», США) на приборе FACS Calibur («Becton Dickinson», США) с использованием программы CellQuest–PRO для компьютеров Macintosh.

Определение содержания тестостерона и кортизола в образцах сыворотки крови выполнено иммуноферментным методом с использованием диагностических наборов «Вектор Бест» (Россия) и фотометра для многофункционального анализа «Sunrise» («Tescan», Австрия). Рассчитан также как отношение содержания тестостерона к кортизолу индекс анаболизма (ИА), характеризующий выраженность анаболических и катаболических процессов, а также степень адаптации организма к физическим нагрузкам.

Определение биохимических параметров сыворотки крови проведено на полуавтоматическом биохимическом анализаторе «HYMALYZER 3000» (Human Ltd., Германия) с использованием аутентичных стандартных диагностических и контрольных материалов.

Для оценки достоверности различий при статистическом анализе с помощью пакетов прикладных программ «Сигма Plot 5.0» и «Origin 5.0» был использован F–критерий Фишера [14].

Результаты и их обсуждение. Гематологические показатели красной крови, включающие уровень гемоглобина, величину гематокрит, содержание эритроцитов и эритроцитарные индексы, приведены в таблице 1. У спортсменов после тренировок в условиях среднегорья наблюдался рост числа эритроцитов, значительное увеличение концентрации гемоглобина, что согласуется с данными литературы и обусловлено явлением гемоконцентрации [15]. Хотя достоверных отличий содержания гемоглобина, ввиду выраженных индивидуальных колебаний этого показателя, установить не удалось, у 33,3 % лыжников по окончании тренировок уровень гемоглобина превышал $160 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$, чего не наблюдалось ни у одного спортсмена до начала тренировок. После окончания учебно–тренировочного сбора у лыжников достоверно снижался средний объем эритроцитов, что компенсировалось повышением содержания гемоглобина в одном эритроците и опосредованно обусловило улучшение кислородтранспортной функции крови [16]. Возрастание показателя анизоцитоза ($p < 0,05$) может свидетельствовать о появлении в крови молодых эритроцитов и активации процесса эритропоэза [17].

Таблица 1 – Влияние тренировок в условиях среднегорья на показатели гематологического гомеостаза спортсменов

Показатель	Условия обследования		Референтные значения
	до начала тренировок (M±m)	по окончании тренировок в (M±m)	
Эритроциты, $10^{12} \cdot \text{л}^{-1}$	4,8±0,2	5,2±0,3*	3,86–5,03
Гемоглобин, г·л ⁻¹	142 (142; 153)	154 (147; 164)	124,8–167,13
Гематокрит, %	39,1±2,6	43,2±2,2	38–50
Средний объем эритроцитов, фл	80,2±1,7	76,8±1,5*	79–88
Абсолютная концентрация гемоглобина в эритроците, пг	26,0±1,42	29,7±0,83*	24–32
Средняя концентрация гемоглобина в эритроците, г·дл ⁻¹	34,9±1,1	36,8±3,5	30–38
Анизоцитоз, %	14,4±0,42	15,1±0,21*	до 14%

Примечания – * – достоверно в сравнении с данными у спортсменов до начала тренировок в среднегорье (p<0,05).

Изучение лейкоцитарной формулы спортсменов не показало ухудшения за исключением абсолютного и относительного содержания моноцитов (p<0,05), что может отображать снижение неспецифической врожденной резистентности. Число лейкоцитов, лимфоцитов и гранулоцитов статистически не отличались и находились в рамках референтных значений до и после окончания тренировок (табл. 2).

Таблица 2. – Влияние тренировок в условиях среднегорья на состав периферической крови спортсменов

Показатель	Этапы тренировок в условиях среднегорья		Референтные значения
	до начала (M±m)	по окончании (M±m)	
Лейкоциты, $\cdot 10^9 \cdot \text{л}^{-1}$	5,7±1,1	5,3±1,1	4,0–8,0
Лимфоциты, $\times 10^9 \cdot \text{л}^{-1}$	2,0±0,7	1,8±0,3	1,4–3,0
Лимфоциты, %	33,4±4,5	24,7±4,4	25,0–45,0
Моноциты, $\times 10^9 \cdot \text{л}^{-1}$	0,5±0,2	0,2±0,1	0,1–0,7
Моноциты, %	8,2±1,3	5,2±1,5*	3,0–9,0
Гранулоциты, $\times 10^9 \cdot \text{л}^{-1}$	3,6±1,3	3,2±0,9	2,9–5,8
Гранулоциты, %	58,2±5,9	59,1±6,6	45,0–70,0
Тромбоциты, $\times 10^9 \cdot \text{л}^{-1}$	199,2 (172; 258)	193,8 (170; 238)	180–360

Примечание –* – достоверно в сравнении с данными у спортсменов до начала тренировок в среднегорье (p<0,05).

Изучение популяционного состава лимфоцитов периферической крови лыжников позволило установить, что после среднегорной подготовки достоверно повышается общее содержание Т-лимфоцитов (CD3⁺) от 62,1±2,5 до 71,4±2,0 % (p<0,05) при норме 61–85% и Т-хелперов (CD4⁺) от 38,5±1,9 до 50,4±2,3 % (p<0,05) при норме 35–55 %. Количество В-лимфоцитов (CD19⁺) имело тенденцию к снижению. Достоверно снижалось количество природных киллеров (CD16⁺) от 14,0±2,4 до 7,5±2,8% (p<<0,05) при норме 8–17%. При этом общее количество Т- и В-лимфоцитов не выходило за рамки референтных значений. Количество цитотоксических лимфоцитов/супрессоров (CD8⁺) и показатель иммунорегуляторного индекса статистически не различались у спортсменов как в среднегорных, так и равнинных условиях и находились в границах референтных значений (табл. 3).

Таблица 3. – Влияние тренировок в условиях среднегорья на субпопуляционный состав периферической крови спортсменов

Показатель	Этапы тренировок в условиях среднегорья		Референтные значения
	до начала (M±m)	по окончании (M±m)	
В-лимфоциты (CD19 ⁺), %	15,5±3,2	11,8±2,9	7–17
Т-лимфоциты (CD3 ⁺), %	62,1±2,5	71,4±2,0	61–85
Т-хелперы (CD4 ⁺), %	38,5±1,9	50,4±2,3*	35–55
Тсупрессоры/цитотоксические лимфоциты (CD8 ⁺), %	22,0±2,8	28,5±2,5	19–35
Природные киллеры (CD16 ⁺)	14,0±2,4	7,5±2,8*	8–17
Иммунорегуляторный индекс (CD4 ⁺ /CD8 ⁺)	1,9±0,9	2,1±0,5	1,5–2,6

Примечание – * – достоверно в сравнении с данными у спортсменов до начала тренировок в среднегорье (p<0,05).

Следовательно, на фоне увеличения количества клеток, отвечающих за специфическую защиту, снижается содержание клеток, представляющих неспецифический иммунитет – моноцитов и натуральных киллеров, в результате чего возрастает степень риска возникновения ОРВИ у спортсменов.

Механизм подобных изменений в условиях гипоксии и физических нагрузок до конца не исследован, однако, скорее всего, это связано со стрессорной активацией гипоталамо–гипофизарно–адреналовой системы, в результате которой стресс–реализующие гормоны угнетают функции моноцитарного звена системы иммунитета [11]. Увеличение же количества CD4⁺–лимфоцитов в условиях среднегорной подготовки можно связать с нарушением цитокиновой регуляции в условиях гипоксии [18], чем опосредуется и отмеченное нами снижение уровня натуральных киллеров. Весьма вероятно, что при более длительном пребывании спортсменов в условиях среднегорья отмеченное колебание клеток будет нивелировано.

Моноциты являются родоначальниками системы тканевых макрофагов (клеток Лангерганса, купферовских клеток печени, альвеолярных макрофагов), относятся к фагоцитирующим и антигенпрезентирующим клеткам, принимают участие в реакциях антителозависимой клеточно–опосредованной цитотоксичности, асептическом воспалении и выполняют секреторную функцию (продукция протеаз и гидролаз, компонентов системы комплемента, межклеточного матрикса, простагландинов, интерлейкинов), т.е. играют решающую роль в процессах естественного и приобретенного иммунитета. Натуральные киллеры участвуют в механизмах ранней защиты от инфицированных вирусами, трансформированных и подвергшихся действию стресса клеток. Кроме того, без надлежащего участия факторов врожденной защиты невозможна инициация иммунного ответа. В тесной взаимосвязи с факторами врожденной резистентности происходят такие специфические иммунные реакции, как поддержание иммунной толерантности и формирование иммунной памяти [11]. Снижение количества и функциональной активности указанных клеток может иметь негативные последствия для качества жизни спортсмена и препятствовать формированию адаптационного потенциала и росту работоспособности в динамике тренировочного процесса.

Большинство исследованных показателей биохимического гомеостаза не выходит за рамки референтных значений (табл. 4). Однако у 10 из 12 спортсменов отмечается рост уровня мочевины в сыворотке крови, что является признаком недостаточной скорости протекания процессов восстановления [8]. Что же касается показателей, отображающих функциональное состояние органов гепато–панкреато–дуоденальной зоны, то появление у 4 спортсменов прямого билирубина, связанного с глюкуроновой кислотой, может свидетельствовать об активном гемолизе эритроцитов, поскольку билирубин является конечным продуктом обмена гемоглобина в крови и может объясняться исчезновением из циркуляции молодых эритроцитов (по физическим и фенотипическими критериям) после спуска с высоты, что было показано при изучении процессов акклиматизации у опытных альпинистов [19]. Установлено, что характеризующая функциональное состояние поджелудочной железы активность α–амилазы у 7 спортсменов находилась на верхней границе или значительно превышала референтное значение, что также рассматривается как маркер переутомления [8], особенно в комплексе с существенным приростом содержания креатинина и изменениями концентрации калия [20].

Таблица 4 – Влияние тренировок в условиях среднегорья на показатели биохимического и гормонального гомеостаза спортсменов

Показатель	Условия обследования		Референтные значения
	до начала (M±m)	по окончании (M±m)	
Общий белок, г·л ⁻¹	70,7±7,27	78,19±9,41	60–85
Билирубин, мкмоль·л ⁻¹			
общий	14,53±4,43	14,90±6,88	8,0–20,5
прямой	1,75±0,87	8,33±2,08*	0–3,4
Мочевина, ммоль·л ⁻¹	6,76±1,09	9,1±1,85*	2,0–8,3
Креатинин, мкмоль·л ⁻¹	102,9±17,58	99,38±6,12	муж. 53–110
Глюкоза, ммоль·л ⁻¹	4,91±0,54	5,46±0,70	4,2–6,4
K ⁺ , ммоль·л ⁻¹	5,22±0,33	5,52±0,92	3,6–5,5
Na ⁺ , ммоль·л ⁻¹	142,1±2,33	138,5±6,84	136–145
Ca ²⁺ , мкмоль·л ⁻¹	1,09±0,06	1,06±0,08	0,9–1,1
α-амилаза, U·л ⁻¹	174,2 (135; 221)	228 (149; 451)	до 220
Аланинаминотрансфераза (АлАТ), U·л ⁻¹	21,86±6,84	25,27±5,84	до 42
Аспаргатаминотрансфераза (АсАТ), U·л ⁻¹	28,41±4,39	29,47±7,38	до 37
Глутамилтрансфераза (γ-ГТ), U·л ⁻¹	20,53±6,72	23,25±6,35	11–39
Тестостерон, нмоль·л ⁻¹	21,43±2,77	26,1±6,38	4,5–35,4 (муж.)
Кортизол, нмоль·л ⁻¹ (утро)	568,50 (422; 848)	874,91 (421; 1160)	109–690

Примечание – * – достоверно в сравнении с данными у спортсменов до начала тренировок в среднегорье (p<0,05).

Уровень глюкозы крови умеренно увеличивался, что говорит об адекватной реакции показателей углеводного обмена организма спортсменов на предъявляемые нагрузки. Показатели активности АсАТ, АлАЛ, γ-ГТ незначительно увеличивались, либо не изменялись и ни в одном случае не переходили верхние границы нормы, что также свидетельствует о нормальном поддержании энергетического и азотистого обмена, отсутствии поражения печеночной ткани и функции желчевыводящих путей [8]. Другие биохимические показатели спортсменов после тренировок в условиях среднегорья достоверно не отличались и не выходили за рамки референтных значений.

При изучении степени выраженности адаптации организма к физическим нагрузкам, определяемой с помощью ИА, было установлено, что в начале исследований у спортсменов она составляла 4,33±1,26 %, а по окончании исследований наблюдалась тенденция к снижению изучаемого показателя до 3,23±1,49 %. Это свидетельствует о том, что тренировки в условиях среднегорья характеризуются высокой стрессорностью, ухудшают соотношение катаболических и анаболических процессов организма, и, поскольку референтное значение ИА составляет 5–8 %, снижение его ниже уровня 5 % является признаком утомления, а менее 3% – признаком перетренированности [21]. Резкое возрастание концентрации кортизола во время пребывания в горах отмечено и в работах других авторов и, по их мнению, отражает аддитивный эффект воздействия гипоксии высоты и физических нагрузок [22, 23].

Следовательно, лабораторный контроль после учебно–тренировочных сборов в условиях среднегорья является необходимым компонентом системы оценки функционального состояния каждого спортсмена и одновременно критерием оценки эффективности самого тренировочного процесса. Он должен включать как исследование стандартных биохимических, гематологических и иммунологических показателей, так и иммунофенотипирование с целью предотвращения развития клинически значимых нарушений и иммунодефицитного состояния спортсменов. Также желательна бóльшая индивидуализация оценки каждого спортсмена в комплексе с показателями функционального состояния основных лимитирующих систем для представителей циклических видов спорта, учитывая значительные индивидуальные колебания полученных данных и особенностей адаптационных перестроек каждого отдельного организма.

Выводы.

1. Лабораторный контроль состояния спортсменов после тренировок в условиях среднегорья должен включать, кроме гематологических, биохимические показатели с обязательным определе-

нием содержания общего и прямого билирубина, активности α -амилазы, а также показатели гормонального гомеостаза.

2. У части спортсменов несколько ухудшается функциональное состояние органов гепатопанкреатодуоденальной зоны, что указывает на снижение скорости протекания процессов восстановления и требует проведения соответствующей фармакологической коррекции.

3. Исследование комплекса показателей гомеостаза, отображающих результирующие изменения обмена веществ, являются достаточно адекватным способом оценки функционального состояния организма спортсмена при воздействии различных факторов стимуляции работоспособности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Суслов, Ф.П. Спортивная тренировка в условиях среднегорья / Ф.П. Суслов, Е.Б. Гиппенрейтер, Ж.К. Холодов. – М.: РГАФК, 1999. – 202 с.
2. Байковский, Ю.В. Факторы, определяющие тренировку спортсмена в условиях высокогорья и среднегорья / Ю.В. Байковский. – М.: ТВТ Дивизион, 2010. – 245 с.
3. Wilber, R.L. Application of altitude/hypoxic training by elite athletes / R.L. Wilber // *Med. Sci. Sport Exerc.* – 2007. – V. 39, N 9. – P. 16110–1624.
4. Xi, Lei (Eds.). Intermittent Hypoxia and Human Diseases / Lei Xi, Tatiana V. Serebrovskaya. – USA: Nova Science, 2009. – 615 p.
5. Репс, В.Ф. Технологии повышения функциональной адаптации у спортсменов в условиях высотной гипоксии / В.Ф. Репс, А.В. Гребенюк // *Физиол. Журн.* – 2012. – Т. 58, № 4. – С. 78–84.
6. Cinar V. Effects of magnesium supplementation on testosterone levels of athletes and sedentary subjects at rest and after exhaustion / V. Cinar, Y. Polat, A.K. Baltaci, R. Mogulkoc // *Biological Trace Element Researc.* – 2011. – Vol. 140, N 1. – P. 18–23.
7. Уилмор, Дж.Х. Физиология спорта; пер. с англ. / Дж.Х. Уилмор, Д.Л. Костилл. – К.: Олимп. лит-ра, 2001. – 503с.
8. Никулин, Б.А. Биохимический контроль в спорте: науч.-метод. Пособие / Б.А. Никулин, И.И. Родионова. – М.: Сов. Спорт, 2011. – 232 с.
9. Mazzeo, R.S. Altitude, exercise and immune function // *Exerc. Immunol. Rev.* – 2005. – N 11. – P. 6–16.
10. Richalet, J.P. Effects of high-altitude hypoxia on the hormonal response to hypothalamic factors / J.P. Richalet, M. Letournel, J.C. Souberbielle // *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* – 2010. – Vol. 299, N 6. – R 1685–1692.
11. Walsh, N. Position statement part two: maintaining immune health / N. Walsh, M. Gleeson, R. Shephard // *Exerc. Immunol. Rev.* – 2011. – Vol. 17. – P. 64–103.
12. Платонов, В.Н. Периодизация спортивной подготовки. Общая теория и ее практические приложения / В.Н. Платонов. – К.: Олимп. лит-ра, 2013. – С. 486–513.
13. Shephard, R.J. Immune changes induced by exercise in an adverse environment / R.J. Shephard // *Canadian J. Physiol. Pharmacol.* – 1987. – Vol. 76, N 5. – P. 539–546.
14. Ланг, Т. Как описывать статистику в медицине: руководство для авторов, редакторов и рецензентов / Т. Ланг, М. Сесик. – М.: Практическая медицина, 2011. – 467 с.
15. Sawka, M.N. Blood volume: importance and adaptations to exercise training, environmental stresses, and trauma/sickness / M.N. Sawka, V.A. Convertino, E.R. Eichner [et al.] // *J. Med. Sci. Sports Exerc.* – 2000. – Vol. 32, N 2. – P. 332–348.
16. Robach, P. The role of haemoglobin mass on VO(2)max following normobaric «live high–train low» in endurance-trained athletes / P. Robach, C. Siebenmann, R.A. Jacobs [et al.] // *Br. J. Sports Med.* – 2012. – Vol. 46, N 11. – P. 822–827.
17. Tsantes, A.E. Red cell macrocytosis in hypoxemic patients with chronic obstructive pulmonary disease / A.E. Tsantes, S.I. Papadimitriou, S.T. Tassiopoulos [et al.] // *Respir Med.* – 2004. – Vol. 98, N 11. – P. 1117–1123.
18. Wang, J.S. Chronic intermittent hypoxia modulates eosinophil- and neutrophil-platelet aggregation and inflammatory cytokine secretion caused by strenuous exercise in men / J.S. Wang, H.Y. Lin, M.L. Cheng, M.K. Wong // *J. Appl. Physiol.* – 2007. – Vol. 103. – P. 305–314.
19. Risso, A. Red blood cell senescence and neocytolysis in humans after high altitude acclimatization / A. Risso, M. Turello, F. Biffoni, G. Antonutto // *Blood Cells Mol. Dis.* – 2007. – V. 38, № 2. – P. 83–92.
20. Гунина, Л.М. Биохимические маркеры утомления при физической нагрузке: методические рекомендации / Л.М. Гунина, Ю.Д. Винничук, Е.В. Носач – К.: Олимп. лит-ра, 2013. – 35 с.
21. Таймазов, В.А. Синдром перетренированности: эндогенная интоксикация и факторы врожденного иммунитета / В.А. Таймазов, И.А. Афанасьева // *Сб. научн. Трудов Университета им. П.Ф. Лесгафта.* – 2011. – Т. 12, № 82. – С. 24–30.

22. Рыбина, И.Л. Биохимическая адаптация организма лыжников–гонщиков к высокоинтенсивным физическим нагрузкам в равнинных и горных условиях / И.Л. Рыбина // Вестник спортивной науки (РФ). – 2011. – Вып. 6, № 6. – С. 47–50.

23. Wilber, R.L. Effect of altitude training on serum creatine kinase activity and serum cortisol concentration in triathletes / R.L. Wilber, S.D. Drake, J.L. Yesson [et al.] // Eur. J. Appl. Physiol. – 2000. – Vol. 81, N 1–2. – P. 140–147.

PREDICTORS AND MARKERS FUNCTIONAL CONDITION OF SPORTSMEN DURING ALTITUDE TRAINING

YU.D. VINNICHUK, L.M. GUNINA

Summary

The results of comprehensive laboratory examination of 12 members of the national team of Ukraine in one of the cyclic sports in the dynamics of the altitude training. Was founded that training in lack of oxygen in the ambient air in conjunction with hypoxia loads lead to stimulation of erythrocyte blood level that will cause improved oxygen–transport function. At the same time on the part of athletes somewhat worse functional state of hepatopancreatoduodenal zone that indicating of reduce the rate of recovery and necessitates complies with pharmacological correction. On the part of the immunological homeostasis decrease parameters which display the natural resistance of the body that dictates the need for measures to reduce the incidence of athletes. When preparing the medium–duration 16 days marked decrease in the value of the index anabolism, indicating that the lack of development of adaptive mechanisms athletes under hypoxic conditions and dictates the terms of the individualization of training camp.

Key words: homeostasis, physical activity, cyclic sports, workout in the altitude training

© Винничук Ю.Д., Гунина Л.М.

Поступила в редакцию 8 сентября 2014г.