

СИСТЕМА КРОВИ, ГОМЕОСТАЗА, МЕТАБОЛИЗМА И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЖЕЛУДКА И ПЕЧЕНИ У ЛЕГКОАТЛЕТОВ-БЕГУНИЙ НА СРЕДНИЕ ДИСТАНЦИИ ПОСЛЕ ДВАДЦАТИ ДНЕЙ АККЛИМАТИЗАЦИИ В ВЕРХНЕМ СРЕДНЕГОРЬЕ

В.В. Эрлих*, А.П. Исаев*, В.В. Корольков*, Т.В. Потапова**

***Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск,**

****Каменская средняя общеобразовательная школа Тюменской области, г. Тюмень**

Системное исследование функционального и метаболического состояния спортсменов проводилось через два дня после возвращения с гор на равнину. Система крови, электролитный, белковый, липидный и водный обмен, функциональные показатели желудка и печени, гормональная и ферментативная активность позволили судить о влиянии горного климата в условиях подготовки спортсменов на функциональную систему организма. Аналогичных комплексных неинвазивных исследований мы не встретили в доступной литературе. Полученные данные позволяют судить о влиянии факторов среднегорья и тренировочного процесса на функциональное и метаболическое состояние спортсменов, своевременно выявлять отклонения от референтных границ и корректировать имеющиеся сдвиги.

Основная цель каскадной горной подготовки – повышение выносливости спортсменов дистанционных видов спорта. Однако возвращение на равнину вызывает перераспределение в звеньях регуляции функционального состояния, напряжения и требует индивидуального времени для деакклиматизации и восстановления физической работоспособности (ФР).

Ключевые слова: акклиматизация, деакклиматизация, функциональная система, гомеостаз, гормоны, ферменты, билирубин, система крови, метаболизм, энзимы, напряжение, амилаза.

Поиск путей повышения спортивной результативности не замыкается на традиционных технологиях. Использование средств локальной мышечной выносливости, искусственной гипоксии и горного климата находят применение в практике современного спорта высоких и высших достижений с целью дальнейшего повышения ФР и ускорения процессов восстановления после тренировочных воздействий на равнине.

Организация, модель и методы исследования. Обследование проводилось в подготовительном периоде к зимнему чемпионату РФ и ряду промежуточных соревнований регионального, российского и международного уровней. Спектр предварительных нагрузок включал 50 % двигательных действий баллистического характера, сочетаемых со стретчингом, работе на тренажерах, плаванием, массажем, сауной и 50 % циклических упражнений специальной направленности.

Обследованию подвергались 15 бегуний (МС – 5, КМС – 10) в возрасте 18–21 года. Использовалась диагностирующая аппаратура «Analizator amp» (Киев), позволяющая бескровно давать информацию о 117 показателях организма. Иссле-

дование проводилось в утренние часы с соблюдением физиологических правил и требований диагностирующей системы. Обследовались спортсменки, специализирующиеся в беге на средние дистанции. В статье представлены значения 60 показателей функционального и метаболического состояния бегуний.

Результаты исследований и их обсуждение. Показатели периферической крови, свертывающей системы и гемостазиологического исследования иллюстрированы в табл. 1.

Комментируя данные табл. 1, следует сказать о том, что ряд показателей периферической крови находились в переходном состоянии вследствие деакклиматизации (лимфоциты, СОЭ, моноциты, нейтрофилы, палочко-ядерные). Остальные показатели крови находились в референтных границах. Главной функцией эритроцитов является транспорт гемоглобина, который должен находиться внутри эритроцитов. Кроме этого, гемоглобин в клетках является отличным кислотно-щелочным буфером. Эритроциты содержат фермент, угольную ангидразу, участвующий в формировании угольной кислоты. Вследствие этого увеличивается транспорт

Значения системы крови бегуний в период деакклиматизации

Показатель	M	± m	Референтные границы
Гемоглобин, г/л	126,55	2,81	120–160
Эритроциты в 1 мм ³	4,40	0,09	3,4–5
Лимфоциты, %	39,37	3,23	19–37
Лейкоциты, ×10 ⁹ /л	5,52	0,23	3,2–10,2
Н. сег.-ядерн., %	50,43	3,29	47–72
Индекс адаптационного напряжения	0,78	0,98	
СОЭ, мм/ч	3,76	0,13	1–14
Эозинофилы, %	3,83	0,30	0,5–5,8
Моноциты, %	4,29	0,38	3–11
Н. палочко-ядерн., %	2,10	0,22	1–6
Начало свертывания крови, мин	1,32	0,01	0,5–2
Конец свертывания крови, мин	2,21	0,01	3–5
Тромбоциты, ×10 ⁹ /л	218,04	13,48	180–320
Фибриноген, г/л	3,31	0,05	2–3,5
Протромбиновый индекс, %	82,93	1,12	75–104
Гематокрит, %	40,52	0,76	35–49

кровью из тканей в легкие CO₂ в форме иона бикарбоната (HCO₃). Следует полагать, что большое количество красных клеток мешает кровотоку [1].

В исследовании наблюдался лимфоцитоз, а индекс адаптивного напряжения свидетельствовал о спокойной активации. Низкое содержание палочко-ядерных нейтрофилов позволяло говорить об атаке и разрушении бактерий в циркулирующей крови. Макрофаги начинают жизнь как моноциты с низкой способностью в борьбе с их инфекционными агентами, разбухая, увеличиваются в диаметре в 5 раз и обладают высокой способностью бороться с внутритканевыми болезнетворными агентами. Повышенное количество эозинофилов позволяет судить о том, что они нейтрализуют некоторые из вызывающих воспаление веществ, выделяемых тучными клетками и базофилами, предупреждая распространение процессов местного воспалительного свойства. Низкие значения наблюдались в нейтрофилах палочко-ядерных. Возможно, что в исследовании отмечалась сниженная интенсивность нейтрофильного гранулопоза, а также остроты воспалительного процесса.

Термин «гемостаз» означает предупреждение кровопотери. В исследовании, вероятно, наблюдалось нормальное соотношение прокоагулянтов и антикоагулянтов. Активатор протромбина катализирует превращение протромбина в тромбин, последний действует как фермент, превращающий фибриноген в нити фибрина, формируя сгусток, внутрь которого захватываются кровяные пластинки, клетки, кровь и плазма. Все показатели гемостаза были в референтных границах. Существуют внешние и внутренние пути активации свертывания.

Обменные процессы различных уровней участвуют в организации и управлении функциональной системой организма (табл. 2). Как видно из табл. 2, метаболизм биоэлементов у бегуний нахо-

дился в референтных границах. Относительно низкое содержание натрия обуславливает содержание глюкозы и мочевины. При этом у 94 % осмолярности внеклеточной жидкости представляют бикарбонаты и хлориды, а глюкоза и мочевина составляет около 3–5 %. Под влиянием тренировки и гипоксии наблюдается снижение утилизации внутримышечного гликогена и глюкозы крови. В исследовании наблюдалось низкое содержание β-липопротеидов, липопротеидов высокой и низкой плотности, триглицеридов. Система гликоген-молочная кислота детерминирует скорость генерации мощности, выраженной в молях АТФ, образующихся в минуту, дает следующий результат во времени 1,3–1,6 мин и АТФ/мин – 2,5 моль.

Восстановление молочной кислоты означает удаление ее избытка, накопленного во всех жидкостях тела. Это особенно важно, поскольку молочная кислота вызывает чрезвычайное утомление. Низкие показатели воды (внеклеточной, клеточной, общей) могут снижать работоспособность спортсмена в период деакклиматизации. В горах отмечается увеличение неощущаемых потерь воды организма [3].

Роль гормонов и ферментов чрезвычайно высока в поддержании оптимальной работоспособности (табл. 3).

Как следует из табл. 3, деакклиматизация вызвала выход значений тестостерона мочи, амилазы, ацетилхолина, глютаминовой кислоты, креатининкиназы мышц и миокарда за референтные границы. Это связано с переходным процессом, в условиях которого наблюдалось снижение креатининкиназного метаболического воздействия на ключевые органы функциональной системы. Высокое содержание фермента амилазы, ацетилхолинэстеразы эритроцитов и низкого глютаминовой и тирозиновой кислоты свидетельствуют о перераспределении в метаболизме и адаптивно-компенсаторных пере-

Таблица 2

Метаболизм бегуний на средние дистанции

Показатель	М	± m	Референтные границы
Концентрация Са, ммоль/л	2,47	0,04	2,25–3
Концентрация Mg, ммоль/л	0,96	0,00	0,7–0,99
Концентрация К, ммоль/л	4,19	0,05	3,48–5,3
Концентрация Na, ммоль/л	139,74	0,35	130,5–156,6
Концентрация белка плазмы, г/л	72,31	1,01	60–85
Концентрация креатинина, ммоль/л	101,84	4,54	55–123
Дофамин-β-гидролаза, наномоль/мл/мин	29,52	0,29	28–32,5
Концентрация молочной кислоты, ммоль/л	0,95	0,04	0,99–1,38
Концентрация мочевины, ммоль/л	4,71	0,20	2,5–8,3
Холестерин общий, ммоль/л	4,23	0,19	3,11–6,48
β-липопротеиды, ммоль/л	32,25	1,44	17–55
β-липопротеиды, г/л	2,59	0,25	3–6
Липопротеиды низкой плотности, ммоль/л	2,29	0,01	2,35–2,43
Липопротеиды очень низкой плотности, ммоль/л	0,30	0,00	0,2–0,52
Липопротеиды высокой плотности, ммоль/л	1,11	0,00	2,5–6,5
Триглицериды, ммоль/л	0,50	0,09	0,55–1,85
Концентрация глюкозы, ммоль/л	4,82	0,24	3,9–6,2
Гликоген, мг %	14,66	0,06	11,7–20,6
Внеклеточная вода, %	20,45	0,04	21–23
Клеточная вода, %	40,70	0,12	39–42
Общая вода, %	54,55	0,03	53–60

Таблица 3

Гормональная и ферментативная активность спортсменов

Показатель	М	± m	Референтные границы
Тестостерон мочи, мкмоль/сут	11,04	0,62	2,77–10,4
Эстрогены общие мочи, наномоль/сут	173,46	2,51	78,98–376,95
Тирозин, мкмоль/л	0,06	0,00	0,044–0,072
Амилаза, г/л/ч	14,74	0,32	12,00–32,00
Ацетилхолин, мкг/мл	80,52	0,24	81,1–92,1
Ацетилхолинэстераза эритроцитов, мкмоль/л	259,31	1,15	220–278
Глютаминовая кислота, ммоль/л	0,002	0,0001	0,0045–0,0055
Тирозиновая кислота, мг %	1,49	0,04	1,4–1,8
Креатинкиназа мышц, мкмоль/мин/кг	473,93	1,25	473–483
Креатинкиназа сердца, мкмоль/мин/кг	34,52	0,25	35,1–38,1

стройках. Повышенная биологическая активность усматривалась у бегуний в значениях тестостерона мочи, общих эстрогенов мочи, тирозина на фоне сниженных показателей ацетилхолина (АХ). При умеренной гипоксии, стимулирующей функцию миокарда, в ткани сердца происходит накопление ацетилхолина, который корректирует симпатические влияния. Наряду с этим образование АХ является энергозависимым процессом, и при снижении генерации АТФ интенсивность данного медиатора уменьшается [2].

Важный фрагмент исследования составили результаты деления клеток соединительных тканей. Комплексный фактор регуляции метода митоза клетки бегуний равнялся $4,19 \pm 0,07$ ед. при референтных границах $3,78 \pm 3,94$ ед.

Дифференцировка клеток обусловлена необходимостью специализированных соединительных тканей организма. У здорового человека появление новых клеток и апоптоз сбалансированы. Эти процессы сопровождаются каскадами ферментативной активности.

Желудок и печень выполняют ряд функций, связанных с пищеварением. Анализ желудочного сока и функциональных показателей работы желудка и печени представлены в табл. 4.

Комментируя данные табл. 4, следует отметить нахождение показателей в референтных границах. Вагвагальный рефлекс от желудка через продолговатый мозг обратно к желудку снижает мышечный тонус желудка. Вследствие этого стенки желудка стремительно втягиваются кнаружи, при-

Анализ желудочного сока и функциональных показателей работы желудка и печени бегуний

Показатель	М	± m	Референтные границы
Концентрация H ₂ желудочного сока	1,49	0,04	1,2–1,7
pH	7,40	0,00	7,36–7,45
SH	8,74	0,74	7,32–7,4
Базальное давление сфинктер-Одди, мм	40,76	0,09	39–41
Расходуемая мощность жизнеобеспечения, ккал/кг/мин	2,30	0,12	1,23–4,3
AST, ммоль/л	0,18	0,01	0,1–0,45
ALT, ммоль/л	0,21	0,01	0,1–0,68
AST. U/l	8,81	0,68	8–40
ALT. U/l	11,69	0,56	5–30
AST/ALT	0,88	0,03	0,8–1,2
Билирубин общий, мкмоль/л	11,03	0,07	8,6–20,5
Билирубин прямой, мкмоль/л	2,89	0,03	2,2–6,1
Билирубин не прямой, мкмоль/л	8,15	0,06	1,7–10,2

способляясь ко все большему количеству пищи, вплоть до состояния полного расслабления, наступающего при объеме 0,8–1,5 л. Давление в желудке остается низким, пока достигается этот объем [1].

Билирубин является продуктом расщепления гемоглобина. Свободный билирубин, связываясь с альбумином плазмы крови, затем с глюкуроновой кислотой, образует глюкуронид билирубина. Около 10 % связываются с сульфатами, образуя сульфат билирубина. Низкие значения билирубина прямого и высокие непрямого характеризуют метаболизм бегуний. Комплексный фактор регуляции митоза клетки характеризует его высокий уровень $4,19 \pm 0,07$ ед. при диапазоне нормы $3,78 \pm 33,94$ ед.

Таким образом, исследование показало, что пребывания в среднегорье вызывало при возвращении к месту проживания перераспределение в звеньях функциональной системы, напряжение в отдельных параметрах системы крови, липидного обмена, гормона тестостерона, АХ, креатинкиназе мышц, миокарда, амилазе, глютаминозой кислоте. При этом при возвращении на равнину наибольшее напряжение наблюдалось в ферментативной активности, липидном обмене, системе крови, а затем следовали сдвиги водного и гормонального обмена. Эти изменения связаны с дыхательной системой, водно-солевым и липидным обменом. Вклад окисления липидов в ресинтезе АТФ возрастает по мере увеличения продолжительности тренировочных воздействий. Адаптация к физическим нагрузкам, направленным на развитие выносливости, сопровождается повышением способности мышц к окислению липидов.

Активность амилазы в сыворотке высока, а в моче не изменена вследствие интеграции с иммуноглобулинами или образованием полимерной формы амилазы, не проникающей через почечный барьер.

Повышенное содержание фермента амилазы обеспечивает эндосекрецию в целом. Класс фер-

ментов (ALT, AST), осуществляющих реакции межмолекулярного переноса amino- и карбокси-группы, карбональных, формальных или гликозильных групп. К этому же классу относятся и киназы, обуславливающие транспорт фосфатных групп с АТФ на формируемые субстраты. Наблюдалась физиологически оптимальная активность гиалоплазматических энзимов (аланинаминотрансферазы, глутамат-оксалоацетаттрансаминазы). Коэффициент де Ритиса (отношение AST/ALT) у доноров равен 1,33 у.е. В наших исследованиях он равнялся 0,88 у.е., что свидетельствовало о напряженном функционировании печени в условиях первых дней деаκлиматизации. Низкое содержание прямого билирубина вызывает предположение о возможных нарушениях (обструкция желчных протоков, холестаза, в том числе обусловленным приемом андрогенов, контрацептивов, сульфаниламидов, эритролицина, при абцессах печени, хроническом панкреатите). Свободный билирубин связан с белками плазмы и проходит через мембраны гепатацитов, образуя глюкуронид билирубина. Попав в кишечник, превращается в уробилиноген, часть которого экскретируется печенью в кишечник, но около 5 % переводится почками в мочу. При контакте с воздухом присутствующий в моче уробилиноген окисляется, превращаясь в уробилин [1].

Литература

1. Гайтон, А.К. *Медицинская физиология* / А.К. Гайтон, Дж.Э. Холл / пер. с англ., под ред. В.И. Кобрина. – М.: Логосфера, 2008. – 1296 с.
2. Ноздрачев, А.Д. *Характеристика медиаторных превращений* / А.Д. Ноздрачев, Ю.П. Пушкарев. – М.: Наука, 1980. – 229 с.
3. Уилмор, Дж.Х. *Физиология спорта и двигательной активности* / Дж.Х. Уилмор, Д.Л. Костил; пер. с англ., под ред. А. Яценко. – Киев: Олимп. лит., 1997. – 504 с.

Эрлих В.В., кандидат биологических наук, доцент кафедры теории и методики физической культуры и спорта, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), tmfcs@mail.ru

Исаев А.П., доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой теории и методики физической культуры и спорта, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), tmfcs@mail.ru

Корольков В.В., кандидат медицинских наук, доцент кафедры Теории и методики физической культуры и спорта, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), tmfcs@mail.ru

Потапова Т.В., кандидат биологических наук, доцент, директор школы, Каменская средняя общеобразовательная школа Тюменской области (г. Тюмень).

THE BLOOD SYSTEM, HOMEOSTASIS, A METABOLISM AND THE FUNCTIONAL PARAMETERS OF THE STOMACH AND THE LIVER IN TRACK ATHLETES-RUNNERS OF MIDDLE DISTANCE AFTER TWENTY DAYS OF ACCLIMATIZATION IN THE UPPER MID-ALTITUDE AREAS

V.V. Ehrlich*, A.P. Isaev*, V.V. Korolkov*, T.V. Potapova**

***South Ural State University, the city of Chelyabinsk,**

****Kamenskaya secondary school of the Tyumen region, the city of Tyumen**

Systematic study of the functional and metabolic status of athletes was held two days after the return from the mountains to the plains. The blood system, fluid, protein, lipid and water exchange, the functional parameters of the stomach and liver, hormonal and enzymatic activity allowed to judge the impact of mountain climate in the conditions of preparation of athletes to the functional system of an organism. Similar integrated is not invasive research we did not find in the available literature. The data obtained allow us to judge the impact of factors of mid-mountain and training process on the functional and metabolic status of athletes, timely detection of deviations from the reference borders and adjust the available shifts.

The main objective of the cascade mountain training - improving endurance athletes remote kinds of sports. However, the return on the plain is the redistribution of the links of the regulation of functional status, voltage and requires an individual time to деакклиматизации and restoration of physical performance (FR).

Keywords: acclimatization, functional system, homeostasis, hormones, enzymes, bilirubin, blood system, metabolism, enzymes, voltage, amylase.

Ehrlich V.V., Candidate of Biological Sciences (PhD), Associate Professor of the Department of Theory and a Technique of Physical Training and Sports, South Ural State University (the city of Chelyabinsk), mfcs@mail.ru

Isaev A.P., Doctor of Biological Sciences (Grand ScD), Honored Scientist of the Russian Federation, Head of the Department of Theory and Technique of Physical Training and Sports, South Ural State University (the city of Chelyabinsk), tmfcs@mail.ru

Korolkov V.V., Candidate of Medical Sciences (PhD), Assistant Professor of the Department of Theory and Technique of Physical Training and Sports, South Ural State University (the city of Chelyabinsk), tmfcs@mail.ru

Potapova T.V., Candidate of Biological Sciences(PhD), Associate Professor, Director of the school of Autonomous Municipal educational institution Kamenskaya secondary school of the Tyumen municipal district of the Tyumen region (the city of Tyumen).

Поступила в редакцию 21 ноября 2012 г.