

ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГОМЕОСТАЗА БЕГУНИЙ НА СРЕДНИЕ ДИСТАНЦИИ, ТРЕНИРУЮЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ РАВНИННОЙ МЕСТНОСТИ

А.А. Петрова

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

Бег на средние дистанции в спектре достижений международного уровня занимает высокое место (Савинова, Антюк, Поистогова, Зинурова). Однако ближайшего резерва, достойного результатов вышеуказанных спортсменок, в настоящее время усматривается недостаточно. С одной стороны, теория спортивной тренировки, не всегда адекватно стыкуется с теорией адаптации. С другой стороны, образовательная и диагностирующая деятельность отстают от требований времени. В этой связи возникает необходимость углубленного изучения гомеостаза юных спортсменок 18–21 года ($n = 15$) в связи с их адекватностью с применяемыми воздействиями.

Ключевые слова: референтные границы, энзимы, система крови, гормоны, обмен веществ, сердечно-сосудистая система, биоэлементы, легочная вентиляция, газообмен.

Актуальность исследования заключается в том, что порою применяемые средства подготовки не соответствуют индивидуальным возможностям спортсменок. Не всегда учитывается специфические анатомо-физиологические особенности женского организма.

С целью полифункциональной и метаболической оценки состояния спортсменок ($n = 15$) спортивной квалификации КМС, МС применялась диагностирующая система «Анализатор» (QF, Киев), позволяющая регистрировать не инвазивно систему крови, биоэлементов, энзимов, белков и ферментов, виды обмена, гормональную, кислотную активность, кровоток органный и системный, функцию внешнего дыхания, газообмена и сердечно-сосудистой системы. Полученные показатели подвергались математико-статистической обработке, по программе «Статистика».

Спортсменки обследовались в условиях равнины, нижнего и верхнего среднегорья. В данной работе поэтапно представлены, результаты исследова-

ния блоков функционального и метаболического состояния в условиях равнины (г. Челябинск).

Тренировочный процесс в подготовительном периоде был направлен в 50 % от общего объема работы в условиях равнины на развитие локально-региональной мышечной выносливости [2, 3, 5]. Технология подготовки включала гравитационные, баллистические упражнения на тренажерах, плавание, стрейчинг, сауну, а также задания по формированию искусственной и естественной гипоксии.

В табл. 1 представлены показатели системы крови у бегуний на средние дистанции.

Комментируя данную таблицу, необходимо отметить, что показатели гемоглобина и эритроцитов, находились в нижних референтных границах. Содержание лимфоцитов, лейкоцитов, нейтрофилов находилось в диапазоне нормы. Наблюдались низкие значения СОЭ, моноцитов, а значения эозинофилов находились в верхних референтных границах.

Таблица 1

Система крови бегуний ($n = 15$)

Название	$M \pm m$	CV, %	Норма
Гемоглобин, г/л	120,03 ± 3,67	8,66	120–160
Эритроциты, мм ³	4,00 ± 0,16	11,20	3,4–5
Лимфоциты, %	33,63 ± 5,25	44,18	19–37
Лейкоциты, 10Е9/л	5,11 ± 0,49	27,34	3,2–10,2
Нейтрофилы, %	54,53 ± 1,89	9,79	47–72
СОЭ, мм/ч	3,56 ± 0,78	62,33	2–20
Эозинофилы, %	5,22 ± 1,55	84,24	0,5–5,8
Моноциты, %	4,91 ± 0,48	27,70	3–11
Н. палочко-яд., %	1,71 ± 0,18	30,32	1–6

Гематокрит равнялся $38,70 \pm 1,17\%$, при референтных границах 35–49 %.

Исходя из анализа значений периферической крови в условиях равнины, можно заключить о низких уровнях функционирования красной крови и допустимых значениях белой крови. Свертывающая система крови также функционировала на низком уровне. Концентрация биоэлементов находилась в границах нормы, концентрация H_2 желудочного сока PH находилась в диапазоне нормы. Значения SH превосходили референтные границы. Расходуемая мощность жизнеобеспечения находилась в средних значениях нормы.

Роль ферментов в энергообеспечении и осуществлении обменных процессов велика. В табл. 2 представлены значения аспаратаминотрансферазов (AST), аланинаминотрансферазов (ALT) и их отличия у бегуний.

Таблица 2
Значение ферментов
в период подготовки бегуний на равнине (n = 15)

Наименование ферментов	Референтные границы ферментов	Реальные значения у бегуний
AST, ммоль/л	0,10–0,45	0,17 ± 0,01
ALT, ммоль/л	0,10–0,68	0,29 ± 0,07
AST, Unit/л	8–40	8,42 ± 0,62
ALT, Unit/л	5–30	15,67 ± 3,35
AST/ALT, Unit/л	0,80–1,20	0,74 ± 0,11

Как следует из табл. 2, значения AST и ALT находились в нижней части референтных границ. Отношение AST/ALT находилось в средних границах нормы. Полученные значения существенно отличались от показателей у лыжников-гонщиков, участвующих в Чемпионате России [1].

Показатели билирубина находились в референтных границах. Значение липидного обмена также находилось в диапазоне нормы. Концентрация глюкозы равнялась $5,04 \pm 0,27$ ммоль/л, что соответствует норме ($3,9–6,2$ ммоль/л), а гликогена $14,89 \pm 0,28$ мг% при референтных значениях $11,7–20,6$ мг%. Значения внеклеточной, клеточной и общей воды варьировало в границах нормы.

Повышенное содержание гормонов (тестостерон мочи, эстрогены общей мочи) наблюдалось в группе обследуемых спортсменок. Ферментативная активность проявлялась на нормальном физиологическом уровне. Указанные данные свидетельствуют о высокой физической работоспособности спортсменок.

Как следует из табл. 3, биоэлементный состав, обеспечивающий регуляторную, сократительную и пластическую функции, находился в диапазоне нормы.

Показатели липидного обмена очень важны в беге на выносливость, они обеспечивают энергообеспечение сердечной и скелетных мышц. При анализе липидного обмена у бегуний на средние

дистанции большинство показателей были близки к нижней границе нормы. В середине нормы наблюдался показатель общего холестерина – $4,71 \pm 0,51$ ммоль/л.

Таблица 3
Концентрация биоэлементов у бегуний (n = 15)

Наименование	Референтные границы	Реальные значения у бегуний
Концентрация Ca, ммоль/л	2,25–3,00	2,44 ± 0,07
Концентрация Mg, ммоль/л	0,70–0,99	0,95 ± 0,02
Концентрация K, ммоль/л	3,48–5,30	4,26 ± 0,12
Концентрация Na, ммоль/л	130,5–156,60	139,84 ± 1,17

Комплексный фактор регуляции митоза клеток у бегуний – $4,13 \pm 0,10\%$ находился в границах нормы. Плотность плазмы и объем циркулирующей крови были в пределах нормы $1050,68 \pm 0,78$ г/л; $67,41 \pm 0,61$ мг/кг соответственно. Минутный объем кровообращения составлял $4,08 \pm 0,14$ л/мин, при референтных границах $3,5–4,3$ л/мин. Скорость оксигенации была незначительно замедлена – $259,79 \pm 4,84$ мл/с, при норме $260–280$ мл/с. Поверхность газообмена равна $3646,08 \pm 16,66$ м², при референтных границах $3500–4300$ м². Дефицит циркулирующей крови составлял $44,10 \pm 21,91$ мл, что соответствует норме.

Кровоток скелетных мышц был несколько завышен и составлял $17,70 \pm 0,66\%$ при верхней границе нормы $16,93\%$. Кровоток миокарда, почечный и печеночно-портальный кровоток находились в пределах нормы. Кровоток головного мозга $14,21 \pm 0,04\%$ был приближен к верхней референтной границе ($12,82–14,9\%$). Показатель кровотока кожи снижен $6,67 \pm 0,02\%$, (норма $7,90–9,19\%$). Кровоток остальных органов несколько завышен $7,44 \pm 0,27\%$ ($5,76–6,7\%$).

Белок состоит из аминокислот. В свою очередь аминокислоты являются не только источником синтеза новых структурных белков, ферментов, веществ гормональной, белковой, пептидной природы и других, но и источником энергии [4]. Белки в организме выполняют в основном пластическую функцию. Они входят в состав ферментов, гормонов, регулируют различные процессы в организме, осуществляют защитные функции, определяют видовую и индивидуальную особенности организма. Кроме того, белки используют в качестве энергетического материала, недостаточное обеспечение ими приводит к потере внутренних белков. Из табл. 4 следует, что все показатели белкового обмена у данных бегуний были в пределах нормы.

Фермент амилаза составляла $17,49 \pm 1,47$ г/л, при референтных границах $12–32$ г/л. Ацетилхо-

Интегративная физиология

линэстрераза эритроцитов была в норме $259,46 \pm 1,09$ мкмоль/л ($220-278$ мкмоль/л). Креатиназа мышц $475,44 \pm 1,03$ мкмоль/мин/кг (в контроле $473-483$ мкмоль/мин/кг). Креатиназа сердца снижена $34,29 \pm 0,35$ мкмоль/мин/кг (в норме $35,1-38,1$ мкмоль/мин/кг). Триозиновая кислота равна $1,48 \pm 0,07$ мг %, референтные границы $1,4-1,8$ мг %. Глютаминная кислота у бегуний была в норме $0,0047$ ммоль/л.

Таблица 4
Белковый обмен бегуний (n = 15)

Название	Референтные границы	Реальные значения
Концентрация белка плазмы, г/л	60–85	$70,14 \pm 1,84$
Концентрация креатинина, мкмоль/л	55–123	$83,63 \pm 10,79$
Дофамин Beta- гидролаза, наномоль/мл/мин	28–32,5	$29,25 \pm 0,44$
Концентрация молочной кислоты, ммоль/л	0,99–1,38	$1,01 \pm 0,07$
Концентрация мочевины, ммоль/л	2,5–8,3	$4,91 \pm 0,40$

Показатель сердечного выброса был близок к нижней границе нормы и составлял $63,23 \pm 1,64$ (норма $60-80$ мл). Это говорит об экономизации работы миокарда. Интервал PQ при норме $0,125-0,165$ с был равен $0,14 \pm 0,001$ с. Интервал QT и комплекс QRS $0,37 \pm 0,002$ с (норма $0,355-0,4$ с) и $0,09 \pm 0,003$ с (норма $0,065-0,1$ с). Сокращение миокарда левого желудочка сердца составляло $65,47 \pm 4,85$ %, что соответствует референтным границам. Значение САД было $104,52 \pm 2,54$ мм рт. ст., ДАД составляло $71,30 \pm 1,27$ мм рт. ст. Работа сердца составляла $0,69 \pm 0,05$ Дж, в контроле $0,692-0,788$ Дж.

Жизненная емкость легких, легочная вентиляция, тест-Тиффно, дыхательный коэффициент варьировались в пределах нормы. Повышены были максимальный воздушный поток, рабочий уровень потребления кислорода, время однократной нагрузки.

Показатели транспорта и потребления кислорода были выше нормы или были приближены к верхней референтной границе. Транспорт кислорода составлял $1395,76 \pm 105,98$ мл/мин, при референтных границах $900-1200$ мл/мин. Потребление углекислого газа на 100 г ткани головного мозга было $4,15 \pm 0,10$ мл, при норме $2,8-3,4$ мл. Насыщение артериальной крови кислородом было $97,63 \pm 0,15$ % (норма $95-98$ %). Общее потребление кислорода составляло $309,33 \pm 32,53$ мл/мин, норма $200-250$ мл/мин. Потребление кислорода миокардом составляло $9,12-0,04$ мл/мин, было приближено к верхней границе нормы $7-10$ мл/мин.

Среди показателей транспорта и выделения углекислого газа, значительно были завышены:

выделение углекислого газа $436,74 \pm 46,57$ мл/мин (норма $119-300$ мл/мин) и содержание углекислого газа в венозной крови $61,01 \pm 0,35$ % (в норме $51-53$ %). В пределах референтных границ варьировались показатели суммарного содержания углекислого газа в артериальной крови и скорости продукции углекислого газа. Индекс сосудистой проницаемости был существенно снижен $3,54 \pm 0,19$ ед., референтные границы составляли $4,165-4,335$ ед.

Исходя из системно-синергической интеграции в саморегуляции гомеостаза и физической работоспособности бегуний, нами была проведена дифференцированная оценка показателей гомеостаза: стабильные ($0-10$ %), средневариативные ($10-20$ %), исключительно вариативные – имели 20 % и более коэффициент вариации. Исследования показали, что стабильные значения составили $50,94$ %; средневариативные $21,70$ %; исключительно вариативные $27,36$ %.

К стабильным показателям относились значения биоэлементов, отдельные показатели белой и красной крови, рН, базальное давление сфинктера Одди, водный обмен, гликоген и липопротеиды, креатин-киназа мышц и сердца, ключевые характеристики кровотока и газообмена, протрамбиновый индекс, Тест-Тифно, потребление кислорода и показатели ЭКГ. Необходимо отметить, что данные параметры являются обеспечивающими физическую работоспособность спортсменов и занимают основное место в системообразующих функциях организма. Можно полагать, что надежность биологической системы обеспечивается стабильностью показателей ее составляющих.

На второе место вышли исключительно вариативные показатели, которыми являлись значения белой крови, расходуемая мощность жизнеобеспечения, энзимы, билирубины, концентрация креатинина, мочевины, липопротеиды, потребление кислорода, выделение и скорость продукции CO_2 , сокращение миокарда левого желудочка сердца, ширина третьего желудочка головного мозга, работа сердца.

Из этого можно заключить, что несмотря на высокую вариативность исследуемых показателей, их роль в поддержании высокого уровня функционального и метаболического состояния велика.

Средневариативные показатели заняли третье место среди системообразующих факторов, связанных с энергообеспечением организма, и прежде всего системного кровотока, легочной вентиляции, потребления кислорода на кг веса, ЖЕЛ, давления спинномозговой жидкости и индекса сосудистой проницаемости. Необходимо отметить, что эти совокупные показатели играют важную роль в поддержании биологической надежности организма бегуний.

Таким образом, полученные данные позволили с системно-синергических позиций рассмотреть индивидуальные и групповые данные гомеостаза и физической работоспособности бегуний.

Литература

1. Медицинская физиология / А.К. Гайтон, Дж.Э. Холл; под ред. В.И. Кобрин. – М.: Логосфера, 2008. – 1296 с.

2. Исаев, А.П. Полифункциональная и метаболическая оценка организма лыжников-гонщиков высокой квалификации – участников Чемпионата России / А.П. Исаев, А.А. Кравченко, В.В. Эрлих // Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование, здравоохранение, физическая культура». – 2012. – Вып. 32. – № 28 (287). – С. 27–31.

3. Исаев, А.П. Спектральные сравнительные характеристики кровообращения у легкоатлетов-бегунов юношей и девушек на средние дистанции в условиях акклиматизации в нижнем среднегорье /

А.П. Исаев, В.В. Эрлих, В.А. Обносков // Психолого-педагогические и медико-биологические проблемы физической культуры, спорта, туризма и олимпизма: инновации и перспективы развития: материалы Всерос. науч.-практ. конф. / под науч. ред. Е.В. Быкова, В.Д. Иванова. – Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2012. – С. 144–154.

4. Исаев, А.П. Стратегия конструирования спортивной подготовки к социально значимым соревнованиям / А.П. Исаев, В.Б. Ежов, В.В. Эрлих // Материалы Международной научно-практической конференции. – 2001. – С. 125–130.

5. Селуянов, В.Н. Подготовка бегуна на средние дистанции / В.Н. Селуянов. – М.: Изд-во ТВТ Дивизион, 2007. – 112 с.

Поступила в редакцию 18 июля 2012 г.