

УДК 796.072.2

ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГЕМОДИНАМИКИ У СПОРТСМЕНОВ ПРИ ПРЕДЕЛЬНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ В ЖАРКОМ КЛИМАТЕ С ПОМОЩЬЮ ЭРГОГЕНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Солопов И.Н., Катунцев В.П., Камчатников А.Г., Сентябрев Н.Н., Горбанева Е.П., Джураев А.Р.

ФГБОУ ВПО «Волгоградская государственная академия физической культуры», Волгоград, Россия (400005, Волгоград, проспект им. В.И. Ленина, 78), НИИ космической медицины ФНКЦ ФМБА России, Москва, Россия, e-mail: griffon123@mail.ru

Изучены физиологические аспекты применения в тренировке спортсменов дополнительного мертвого пространства, позволяющего расширить адаптивные возможности организма к работе в условиях жаркого климата. Показано, что тренировочные занятия легкоатлетов - бегунов при высокой температуре среды приводили к ухудшению параметров церебральной гемодинамики. Применение дозированной гипоксии в процессе подготовки квалифицированных спортсменов способствовало реализации механизмов срочной адаптации к динамическим физическим нагрузкам. По данным исследований состояния мозгового кровообращения методом реоэнцефалографии установлено, что тренировка с поэтапным повышением объема дополнительного «мертвого» пространства вызывала у спортсменов существенные позитивные изменения состояния церебральной гемодинамики. Оно выражалось в повышении относительной величины пульсового кровенаполнения мозга при одновременном улучшении условий венозного оттока, обусловленного уменьшением венозного тонуса, снижении до оптимальной величины асимметричности кровоснабжения гемисфер мозга. Изменения в контрольной группе носили противоположный характер.

Ключевые слова: спортсмены, тренировка, функциональные возможности организма, эрготермическая нагрузка, гипертермия, дополнительное мертвое пространство, гемодинамика.

CHANGE HEMODYNAMIC SPORTSMEN IN LIMITING PHYSICAL EXERTION IN HOT CLIMATES WITH BY ERGOGENIC MEANS

Solopov I.N., Katuntsev V.P., Kamchatnikov A.G., Sentyabrev N.N., Gorbaneva E.P., Djuraev A.R.

Volgograd State Academy of Physical Education, Volgograd, Russia (400005, Volgograd Lenin Avenue, 78), Research Institute of Space Medicine, Moscow, e-mail: griffon123@mail.ru

Studied the physiological aspects of the application in the training of athletes additional dead space that would increase the adaptive capacity of the organism to work in a hot climate. It is shown that the training sessions athletes - runners at a high temperature of the medium leads to a deterioration of cerebral hemodynamic parameters. The use of the dosage of hypoxia in the preparation of qualified athletes contributed to the implementation of mechanisms to urgent adaptation to dynamic physical stress. According to research the status of cerebral circulation by rheoencephalography found that training with a gradual increase in the volume of the additional "dead" space in athletes caused significant positive changes of cerebral hemodynamics. It results in an increase of the relative magnitude of pulse blood brain while improving conditions for venous outflow due to a decrease in venous tone, reduced to an optimum level asymmetrical perfusion of the brain hemispheres. Changes in the control group were of opposite nature.

Keywords: athletes, training, body functional capacity, ergo-thermal load, hyperthermia, additional dead space, hemodynamic.

В летних видах спорта соревновательная и тренировочная деятельность зачастую проходит в условиях сочетанного действия на организм спортсменов физических и термических нагрузок (эрготермические нагрузки). Возникающие при этом нарушение теплового и водно-солевого обмена ведет к перегреванию, дегидрации и падению функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы [6]. В результате

«неконтролируемая гипертермия» становится фактором, лимитирующим двигательную деятельность и нередко приводящим к тепловым травмам у спортсменов [4, 7, 8].

Возможность существенного повышения эффективности адаптации к гипертермии связывают с применением дополнительных нагрузок либо на весь организм спортсмена, либо на системы, занятые в обеспечении мышечной деятельности [5]. Например, это может быть система дыхания, дополнительное воздействие на которую может осуществляться в условиях среднегорья («гипоксическая гипоксия»), при использовании контролируемой произвольной гиповентиляции, с помощью увеличенного сопротивления дыханию, или, например, при использовании дополнительного «мертвого» пространства – ДМП [4]. Такие воздействия, дополнительные к тренировке, имеют эргогенический характер, они являются необходимым элементом современных технологий тренировочного процесса [4, 5]. Известно, что систематическое использование ДМП способствует повышению физической работоспособности спортсменов, увеличивает интегрированность систем организма для обеспечения более высокого уровня физической работоспособности, неизменность характеристик физиологической «стоимости» такого повышения, без дополнительного напряжения регуляторных механизмов [1, 2]. Одним из важных критериев влияния экспериментального режима тренировки на функциональное состояние организма может служить состояние кровообращения мозга [2, 3, 9, 10]. Поэтому целью настоящего исследования явилось изучение влияния тренировочных нагрузок в жарком климате при использовании дыхания с ДМП на параметры церебральной гемодинамики.

Материалы и методы исследования

Обследованы мужчины – бегуны, (исследуемая группа – 8 человек, контрольная группа – 8 человек), возраст 19-23 года. Все спортсмены прошли предварительные клинико-физиологическое обследование и были допущены к участию в эксперименте. Во время тренировок, проходивших в условиях жаркого климата ($t > 30^{\circ}\text{C}$), использовали специальное устройство для создания ДМП посредством увеличения остаточной резервной емкости легких. Анализ данных литературы позволил определить оптимальные параметры дополнительных воздействий на дыхательную систему, с которыми выполнялись 10-20% от всего объема нагрузок. В течение 3 недель подготовительного периода в каждом микроцикле объем ДМП постепенно увеличивали. Дополнительную функциональную нагрузку в виде дыхания с ДМП использовали в разминке и во время тренировочной работы, выполнявшейся в аэробном и аэробно-анаэробном режимах энергообеспечения.

Состояние церебральной гемодинамики оценивали методом реоэнцефалографии (РЭГ), регистрацию которой осуществляли с помощью комплекса КМ-АР-01 «Диамант-Р».

Математико-статистическая обработка полученных результатов выполнялась с использованием пакета «Microsoft Excel 2007» (описательная статистика, расчет значимости различий по критерию Стьюдента). Были соблюдены основные биоэтические правила, от спортсменов было получено информированное согласие на участие в исследованиях.

Результаты исследования

На первом этапе исследования, до начала тренировок с ДМП, было проведено фоновое обследование. В целом для параметров церебральной гемодинамики спортсменов были характерны признаки утомления, выразившиеся в некотором затруднении венозного оттока и повышенных величинах межполушарной асимметрии (табл.1).

У обследованных контрольной группы преобладал гипертонический тип церебральной гемодинамики, преимущественно с гиперволемическим вариантом кровенаполнения. Для артерий вертебро-базилярной системы был характерен гипотонус, а для правой внутренней сонной артерии – гипертонус. Наличие гипертонуса посткапиллярного русла приводило к затруднению венозного оттока. У спортсменов имелась значительная межполушарная асимметрия гемодинамики (норма КА не более 25%).

Отличием гемодинамики мозга у спортсменов экспериментальной группы был гиповодемическим вариантом кровенаполнения в бассейне внутренней сонной артерии. По показателям тонического напряжения венул и вен венозный отток был затруднен в большей степени, чем в контрольной группе. Межполушарная асимметрия кровенаполнения также была выше нормы, но значимо ниже, чем в контрольной группе. Отмеченные особенности мозгового кровообращения обследованных спортсменов могли быть обусловлены утомлением в результате напряженного тренировочного процесса в условиях жаркого климата.

Таблица 1

Показатели РЭГ в контрольной группе.

Показатели РЭГ		Отведения РЭГ			
		Фронтально-мастоидальное		Окципитально-мастоидальное	
		Слева	Справа	Слева	Справа
РИ	Контр	1,5±0,10	1,1±0,05	1,8±0,08	1,6±0,03*
	Экспер.	0,9±0,07	1,0±0,08	1,2±0,07*	1,3±0,06*
В/А	Контр	81,1±1,26	79,8±1,06	82,6±0,92	77,6±0,91*
	Экспер.	79,8±1,66	82,6±2,45	82,4±0,64	83,8±0,87
Vбыстр, ом/с	Контр	1,7±0,14	1,3±0,08	2,0±0,11	1,9±0,04
	Экспер.	1,2±0,09	1,1±0,09	1,3±0,08	1,4±0,07*

Vмедл, ом/с	Контр	0,6±0,04	0,4±0,02	0,7±0,04	0,5±0,01*
	Экспер.	0,3±0,02	0,4±0,03	0,4±0,02	0,4±0,03
ДСИ %	Контр	70,2±2,04	74,6±1,58	71,6±1,41	72,5±1,16
	Экспер.	73,5±1,11	80,7±4,33	70,7±1,17	75,5±1,12
ДКИ%	Контр	55,9±2,5	59,1±2,13	60,1±1,83	60,5±1,33
	Экспер.	54,7±3,33	51,5±6,01	62,7±2,27	66,6±2,54
Коэфф. асимм	Контр		73,1±8,25		33,4±4,21*
	Экспер.		45,5±3,10		55,7±6,80

Значимость различий * $p < 0,05$. Примечания: В/А – венозно-артериальный показатель; Vбыстр – показатель быстрого кровенаполнения; Vмедл – скорость медленного наполнения; РИ – систолический индекс; ДСИ – диастолический индекс; ДКИ – диастолический индекс; КА – коэффициент асимметрии.

На втором этапе исследования, после завершения тренировок с ДМП было проведено следующее обследование (табл. 2). Наиболее выделялось значимое уменьшение межполушарных различий церебральной гемодинамики ($P < 0,05$), произошедшее в сравниваемых группах. Сравнение показателей участников экспериментальной группы с данными контрольной группы не выявило существенных межгрупповых различий.

Не было выявлено свидетельств худшего состояния параметров церебральной гемодинамики спортсменов экспериментальной группы. Это особенно важно в связи с тем, что уровень нагрузок на функциональные системы организма у этих спортсменов был существенно выше. Можно полагать, что в результате тренировок с ДМП произошло повышение функциональных возможностей, давшее возможность поддерживать хорошее состояние церебральной гемодинамики. Видимо, использованные эргогенические воздействия достаточно быстро позволили спортсменам выйти на новый, более высокий уровень адаптивных возможностей. Это отразилось в большей специальной работоспособности без снижения функциональных возможностей через неделю после завершения тренировок с ДМП в экспериментальной группе по сравнению с контрольной.

Таблица 2

Показатели РЭГ контрольной и экспериментальной групп при завершении исследований

Показатели РЭГ		Отведения РЭГ			
		Фронтально-мастоидальное		Окципитально-мастоидальное	
		Слева	Справа	Слева	Справа
РИ, Ом	Контр	0,8±0,03	0,8±0,02	1,3±0,04*	1,4±0,03*
	Экспер.	0,8±0,20	1,4±0,71	1,1±0,70	1,0±0,09

В/А	Контр	86,1±1,31	89,4±0,72	88,1±0,80	87,1±0,73
	Экспер.	91,4±1,28	83,1±1,05	80,6±1,93*	86,4±0,10*
Vб, Ом/с	Контр	1,3±0,03	1,3±0,03	1,5±0,04*	1,5±0,03*
	Экспер.	1,1±0,02	1,0±0,02	1,3±0,08	1,0±0,04
Vм, Ом/с	Контр	0,3±0,01	0,3±0,01	0,4±0,01*	0,4±0,01*
	Экспер.	0,3±0,02	0,3±0,02	0,4±0,03*	0,4±0,03*
ДСИ, %	Контр	87,7±3,30	82,7±1,80	79,1±1,11	76,8±0,71*
	Экспер.	79,3±0,78	80,2±1,03	84,2±1,13*	87,4±1,17*
ДКИ, %	Контр	59,6±3,81	70,8±1,60	73,7±1,20*	70,3±1,07
	Экспер.	63,0±1,29	59,8±6,03	59,5±2,74	58,8±2,58
КА, %	Контр		24,9±1,85		30,2±2,28
	Экспер.		25,2±2,15		32,8±2,93

Обозначения как и в табл.1.

Обсуждения и выводы

Проведенные исследования показали, что при применении эргогенических средств у спортсменов в условиях напряжения регуляторных механизмов оптимизация миокардиально-гемодинамического гомеостаза и улучшение общей физической работоспособности проявляется через три недели после тренировок в условиях дозированной гипоксии.

Использование дозированной гипоксии в процессе подготовки квалифицированных спортсменов способствует реализации механизмов срочной адаптации к динамическим физическим нагрузкам. Один из путей такой реализации – положительное влияние повышенного уровня CO₂ на систему регуляции и состояние церебральной гемодинамики [2, 10]. В наших исследованиях отмечена устойчивость при совокупном действии факторов тренировки и высокой температуры таких показателей как реографический индекс, дикротический индекс. Такие изменения могут быть важным звеном в обеспечении спортивной деятельности. Состояние кровообращения мозга имеет существенное значение для улучшения энергообеспечения при спортивной деятельности и, соответственно, для повышения ее эффективности. Таким образом, предложенный режим гипоксически-гиперкапнической стимуляции повышает адаптивные возможности организма при работе в экстремальных условиях.

Список литературы

1. Баранов В.М., Солопов И.Н., Камчатников А.Г., и др. Оптимизация тренирующих нагрузок посредством направленных воздействий на дыхательную систему // Авиакосм. и эколог.медицина. – 2008. – т.4. - №2. – С.16 – 18.
2. Бурых Э.А. Взаимоотношения гипоксии, гипоксии, мозгового кровотока и электрической активности мозга при произвольной гипервентиляции у человека // Росс. физиол.ж. – 2007. - № 9. – С. 982 – 1000.
3. Лиходеева В.А., Сентябрев Н.Н., Устькачкинцев Ю.А., Бабашев А.Э. Влияние аминалона на параметры системного кровообращения и особенности формирования механизмов поддержания АД // Фундаментальные исследования. 2013. № 8-2. С. 355-359.
4. Солопов И.Н., Ганзей С.С., Авдиенко В.Б., Черкашин В.П. Функциональная подготовка юных пловцов в подготовительном периоде // Ярославский педагогический вестник. Серия Гуманитарные науки, 2009.- № 4 (61). – С. 65-7.
5. Солопов И.Н., Шамардин А.А, Чёмов В.В. Сущность и структура функциональной подготовленности спортсменов // Теория и практика физической культуры. 2010. № 8. С. 56-60
6. Crandall C.G., Gonzalez-Alonso J. Cardiovascular function in the heat-stressed human // Acta Physiol (Oxf). Aug 2010; 199(4): 407-423.
7. Hughson R.L. Hyperthermia, Hypothermia and Problems of Hydration // Endurance in Sport, Blackwell Scientific Publisher. – 1992. – P. 458-470.
8. Maughan RJ. Distance running in hot environments: a thermal challenge to the elite runner // Scand J Med Sci Sports. 2010 Oct; 20 Suppl 3:95-102.
9. Murrell CJ, Cotter JD, Thomas KN, Lucas SJ, Williams MJ, Ainslie PN. Cerebral blood flow and cerebrovascular reactivity at rest and during sub-maximal exercise: effect of age and 12-week exercise training // Age (Dordr). 2013 Jun;35(3):905-20
10. Tian S, Zhang Y, Tian S, Yang X, Yu K. et al. Early exercise training improves ischemic outcome in rats by cerebral hemodynamics. Brain Res. 2013 2; 1533:114-21.

Рецензенты:

Макаров В.И., д.м.н., профессор кафедры спортивной медицины ФГБОУ ВПО «Волгоградская государственная академия физической культуры», г. Волгоград;

Корягина Ю.В., д.б.н., заместитель директора по НР НИИ Деятельности человека в экстремальных условиях, профессор кафедры анатомии, физиологии спортивной медицины и гигиены Сибирского государственного университета физической культуры и спорта, г. Омск.