

## РЕАКЦИЯ ЦЕРЕБРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ НА СУБМАКСИМАЛЬНУЮ ФИЗИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ В ТЕРМОНЕЙТРАЛЬНЫХ И ЖАРКИХ УСЛОВИЯХ СРЕДЫ

*В. С. Бакулин, В. И. Макаров, Н. Г. Панина*

*Волгоградская государственная академия физической культуры*

В термонеutralных условиях у испытуемых увеличение в начале работы кровенаполнения сосудов мозга сменяется его стабилизацией за счет возрастания венозного оттока. При развитии гипертермии в результате непрерывного притока крови к сосудам мозга при сохраняющемся венозном оттоке создается венозный застой крови в церебральном бассейне.

*Ключевые слова:* церебральная гемодинамика, микроклимат, тепловое состояние, физическая нагрузка.

## REACTION OF CEREBRAL HAEMODYNAMICS TO SUBMAXIMUM PHYSICAL LOAD IN NEUTRAL AND HOT MEDIA

*V. S. Bakulin, V. I. Makarov, N. G. Panina*

In neutral conditions an increase in blood filling of the cerebral vessels in the beginning of physical work was followed by its stabilization due to an increase in venous outflow. During the development of hyperthermia as a result of continuous blood influx to cerebral vessels while venous outflow remains, venous congestion develops in cerebral circulation.

*Key words:* cerebral haemodynamics, microclimate, thermal state, physical load.

К наиболее значимым факторам летних видов спорта, препятствующих дальнейшему росту его результативности, относится жаркий климат, вызывающий перегревание, дегидратацию, падение компенсаторных резервов сердечно-сосудистой системы и риск тепловых травм у спортсменов [2, 4, 5, 6]. Чаще всего регистрируются случаи коллапса [6, 8, 9], одной из причин которого считают уменьшение поступления кислорода в головной мозг в результате снижения притока артериальной крови в церебральный бассейн [7, 8]. В связи с этим исследование церебрального кровообращения при напряженной двигательной деятельности в условиях норма- и гипертермии приобретает важное значение для оперативного контроля за физическим состоянием спортсменов, тренирующихся в жаркий сезон года.

### ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Сравнительное изучение ответных реакций мозговой гемодинамики на субмаксимальную физическую нагрузку в комфортном и жарком влажном микроклимате.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследованиях участвовали спортсмены высокой квалификации (первый разряд-мастер спорта) в возрасте 20—23 лет, тренирующиеся в летних видах спорта на выносливость.

Чтобы с большей четкостью выявить ответные реакции мозговой гемодинамики на субмаксимальную физическую нагрузку, обусловленные действием только данной нагрузки или сочетанием ее с условиями затрудненной теплоотдачи, в термокамере создавали 2 микроклиматических режима. Режим 1 с температурой (Т)  $(17 \pm 1)^\circ\text{C}$ , относительной влажностью ( $\varphi$ )  $(65 \pm 1)\%$  и

подвижностью (V) воздуха  $(0,3 \pm 0,1)$  м/с принимали за комфортный микроклимат. Режим 2 [Т =  $(31 \pm 1)^\circ\text{C}$ ,  $\varphi = (85 \pm 1)\%$ , V =  $(0,3 \pm 0,1)$  м/с] считали как жаркий влажный микроклимат.

В этих условиях обследуемые в тренировочных костюмах выполняли непрерывную работу, направленную на развитие выносливости. Работа осуществлялась на велоэргометре со скоростью педалирования 60 об./мин при мощности нагрузки 175 Вт до наступления предела переносимости (отказ от продолжения работы). В ходе экспериментов энерготраты (ЭТ) на ее выполнение определяли методом непрямой калориметрии (по газообмену).

Для оценки теплового состояния у обследуемых регистрировали температуру кожи (в 11 точках) и оральную температуру ( $T_{or}$ ). На основании данных термометрии рассчитывали средневзвешенную температуру (СВТ) кожи, среднюю температуру тела (СТТ), теплосодержание (Q) и теплонакопление ( $\Delta Q$ ) в организме [1]. Об интенсивности потоотделения судили по снижению массы тела обследуемых после пребывания в термокамере.

Изучение мозговой гемодинамики производили по изменению реоэнцефалографических (РЕГ) показателей с помощью комплексного автоматизированного реографического метода [3]. Оцениваемыми показателями являлись максимальная скорость быстрого наполнения (МСБН) кровью крупных артерий и средняя скорость медленного наполнения (ССМН) кровью средних и мелких артерий церебрального региона, реографический систолический индекс (РСИ), дилятотический индекс (ДКИ), реографический диастолический индекс (РДИ), вено-артериальное (В/А) отношение, венозный отток (ВО) крови из церебрального региона.

Проведено 60 экспериментов с участием 32 спортсменов, из которых 28 участвовали в экспериментах при режиме 1 и 32 — при режиме 2. Статистическую обработку полученного экспериментального материала проводили по *t*-критерию Стьюдента.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В условиях окружающей среды с  $T = (17 \pm 1) ^\circ\text{C}$ ,  $j = (65 \pm 1) \%$ ,  $v = (0,3 \pm 0,1) \text{ м/с}$  (режим 1) предельная длительность мышечной работы со средним значением энерготрат (ЭТ)  $(41,4 \pm 1,3) \text{ кДж/мин}$  составила  $(60 \pm 3) \text{ мин}$ . В первые 20 мин ее выполнения был отмечен подъем показателей теплового состояния организма ( $T_{\text{ор}}$ , СВТ кожи, СТТ,  $\Delta Q$ ), после чего они оставались на постоянном уровне до конца работы (табл. 1).

Как можно судить по динамике исследуемых показателей, через 20 мин воздействия интенсивной физической нагрузки наступала термостабилизация организма с уровнем теплосодержания, отличающегося от исходного не более, чем  $(1,9 \pm 0,3) \text{ кДж/кг}$ . Это означало, что при микроклиматическом режиме 1 условия для теплоотдачи были близкими к оптимальным (комфортным), поскольку при них система терморегуляции обеспечивала поддержание температурного гомеостаза организма спортсменов, выполняющих 60-минутную работу большой мощности (табл. 1).

Аналогичная работа в жарком влажном микроклимате (режим 2) сопровождалась непрерывным возрастанием показателей теплового состояния организма (табл. 1). В результате значительного перегревания предельная длительность работы сокращалась до  $(50 \pm 2) \text{ мин}$ . Основными причинами развившейся гипертермии с величиной теплонакопления  $(6,3 \pm 0,2) \text{ кДж/кг}$  являлись ограничение теплопотерь путем потоиспарения при высокой влажности воздуха, несмотря на обиль-

ное потоотделение [влагопотери  $(1030 \pm 21) \text{ г}$ ], и дополнительное образование метаболического тепла за счет достоверного прироста энерготрат в последние 10 мин работы (табл. 1).

В табл. 2 представлены результаты реоэнцефалографических (РЭГ) исследований у спортсменов, находящихся в термокамере с комфортным (режим 1) и жарким влажным (режим 2) микроклиматом в состоянии покоя (до работы) и выполняющих работу субмаксимальной мощности.

Согласно данным табл. 2, благоприятные условия для церебральной гемодинамики обеспечивались в комфортном микроклимате (режим 1). На это указывали начальные (до работы) меньшие величины максимальной скорости быстрого наполнения (МСБН) на 49,5 %, средней скорости медленного наполнения (ССМН) на 57,6 %, реографического систолического индекса (РСИ) на 52 %, венозного оттока (ВО) на 80,7 % и большие величины вено-артериального (В/А) отношения на 21 %, диокротического индекса (ДКИ) на 20 %, реографического диастолического индекса (РДИ) на 15 % относительно исходных величин соответствующих показателей в жарком влажном микроклимате (режим 2).

Начало воздействия субмаксимальной физической нагрузки (10 мин) при режиме 1 сопровождалось увеличением МСБН, ССМН, РСИ и ВО, после чего эти показатели продолжали расти до 30 мин и далее оставались на одном уровне до конца воздействия (табл. 2). Одновременно в первые 10 мин работы исходные значения ДКИ, РДИ и В/А отношения стремительно снижались и затем удерживались на пониженном уровне вплоть до окончания работы (табл. 2).

Описанная динамика исследуемых РЭГ показателей свидетельствовала о том, что при непрерывной работе субмаксимальной мощности в условиях, исключая перегрев человека, развивался процесс отно-

Таблица 1

### Динамика энерготрат и показателей теплового состояния спортсменов при работе субмаксимальной мощности в условиях комфортного (режим 1) и жаркого влажного (режим 2) микроклимата ( $M \pm m$ )

Параметры микроклимата	Показатели	Время работы, мин				
		0	20	40	50	60
Режим 1: $T = 17 \pm 1 ^\circ\text{C}$ $\varphi = 65 \pm 1 \%$ $v = 0,3 \pm 0,1 \text{ м/с}$	ЭТ, кДж/мин	$5,6 \pm 0,5$	$40,7 \pm 1,1$	$41,8 \pm 1,5$	$41,0 \pm 1,3$	$42,1 \pm 1,4$
	$T_{\text{ор}}, ^\circ\text{C}$	$36,40 \pm 0,07$	$36,80 \pm 0,06$	$36,80 \pm 0,04$	$36,80 \pm 0,05$	$36,80 \pm 0,05$
	СВТ кожи, $^\circ\text{C}$	$31,8 \pm 0,3$	$32,2 \pm 0,2$	$32,5 \pm 0,2$	$32,5 \pm 0,3$	$32,6 \pm 0,2$
	СТТ, $^\circ\text{C}$	$35,5 \pm 0,1$	$35,90 \pm 0,08$	$36,00 \pm 0,09$	$36,0 \pm 0,1$	$36,00 \pm 0,09$
	$\Delta Q$ , кДж/кг	0	$1,7 \pm 0,3$	$1,9 \pm 0,3$	$1,9 \pm 0,3$	$1,9 \pm 0,3$
Режим 2: $T = 31 \pm 1 ^\circ\text{C}$ $\varphi = 85 \pm 1 \%$ $v = 0,3 \pm 0,1 \text{ м/с}$	ЭТ, кДж/мин	$6,1 \pm 0,4$	$42,0 \pm 1,4$	$43,7 \pm 1,3$	$53,3 \pm 1,1^*$	—
	$T_{\text{ор}}, ^\circ\text{C}$	$36,60 \pm 0,05$	$37,00 \pm 0,06$	$37,30 \pm 0,06$	$37,50 \pm 0,06$	—
	СВТ кожи, $^\circ\text{C}$	$32,3 \pm 0,2$	$35,6 \pm 0,2$	$36,0 \pm 0,1$	$36,0 \pm 0,1$	—
	СТТ, $^\circ\text{C}$	$35,70 \pm 0,08$	$37,00 \pm 0,08$	$37,30 \pm 0,05$	$37,50 \pm 0,05$	—
	$\Delta Q$ , кДж/кг	0	$4,2 \pm 0,3$	$5,6 \pm 0,2$	$6,3 \pm 0,2$	—

\*Достоверные различия ( $p < 0,01$ ) по сравнению с 40 мин работы.

**Динамика показателей церебрального кровообращения у спортсменов в состоянии покоя и при работе субмаксимальной мощности в двух микроклиматических режимах ( $M \pm m$ )**

Параметры микроклимата	Показатели РЭГ	До работы	Время работы, мин			
			10	30	50	60
Режим 1: $T = 17 \pm 1^\circ\text{C}$ $\varphi = 65 \pm 1\%$ $v = 0,3 \pm 0,1 \text{ м/с}$	МСБН, Ом/с	$465 \pm 16^*$	$782 \pm 20$	$950 \pm 20$	$960 \pm 20$	$946 \pm 19$
	ССМН, Ом/с	$184 \pm 11^*$	$228 \pm 11$	$252 \pm 10$	$270 \pm 10$	$275 \pm 10$
	РСИ, ус. ед.	$0,63 \pm 0,00^*$	$0,81 \pm 0,04$	$0,99 \pm 0,06$	$1,03 \pm 0,05$	$1,03 \pm 0,06$
	ДКИ, %	$80,0 \pm 1,4^*$	$30,0 \pm 1,3$	$30,0 \pm 1,1$	$30,0 \pm 1,5$	$30,0 \pm 1,6$
	РДИ, %	$88,0 \pm 1,7^*$	$34,0 \pm 1,8$	$33,0 \pm 1,4$	$32,0 \pm 1,3$	$32,0 \pm 1,4$
	В/А, %	$83 \pm 3^*$	$35 \pm 1$	$35,0 \pm 1,1$	$35,0 \pm 1,2$	$35,0 \pm 1,9$
	ВО, ус. ед.	$26 \pm 1^*$	$100 \pm 3$	$118,0 \pm 2,8$	$120,0 \pm 3,9$	$122,0 \pm 4,9$
Режим 2: $T = 31 \pm 1^\circ\text{C}$ $\varphi = 85 \pm 1\%$ $v = 0,3 \pm 0,1 \text{ м/с}$	МСБН, Ом/с	$695 \pm 19$	$1121 \pm 31$	$1200 \pm 20$	$1325 \pm 27$	—
	ССМН, Ом/с	$290 \pm 12$	$295 \pm 10$	$300 \pm 11$	$280 \pm 13$	—
	РСИ, ус. ед.	$0,98 \pm 0,06$	$1,22 \pm 0,07$	$1,35 \pm 0,06$	$1,42 \pm 0,06$	—
	ДКИ, %	$60,0 \pm 1,3$	$40,0 \pm 1,2$	$20,0 \pm 1,4$	$20,0 \pm 1,2$	—
	РДИ, %	$73,0 \pm 1,2$	$40,0 \pm 1,3$	$26,0 \pm 1,1$	$25,0 \pm 1,2$	—
	В/А, %	$62 \pm 2$	$41 \pm 1$	$26 \pm 1$	$26,0 \pm 1,2$	—
	ВО, ус. ед.	$45 \pm 5$	$130 \pm 3$	$132 \pm 4$	$135 \pm 5$	—

\*Достоверные различия ( $p < 0,01$ ) по сравнению с режимом 2.

сительной стабилизации мозгового кровотока на новом функциональном уровне. При этом происходило увеличение скорости кровенаполнения крупных и средних сосудов, снижение тонуса средних и мелких артерий, артериол, капилляров и вен церебрального региона. В результате постепенное повышение систолического притока крови к сосудам мозга сменялось его стабилизацией на достигнутом уровне за счет подъема венозного оттока крови из региона в начале работы и его дальнейшей стабилизации на высоком уровне.

Другой характер динамики исходных значений РЭГ показателей наблюдался в жарком влажном микроклимате (табл. 2). В этих случаях было отмечено быстрое увеличение МСБН, достигающее максимума к моменту отказа от продолжения работы, тогда как ССМН оставалась практически на начальном уровне. В первые 20 мин работы наблюдалось резкое уменьшение исходных значений ДКИ, РДИ и В/А отношения с последующим их удерживанием на низком уровне до конца работы. Одновременно регистрировались непрерывный рост РСИ, стремительный подъем ВО и его относительная стабилизация вплоть до отказа от работы (табл. 2).

Следовательно, при выполнении мышечной работы с высокими затратами энергии в жарком влажном микроклимате, вызывающим значительный перегрев человека, непрерывный приток артериальной крови к сосудам мозга происходил при сохранении на одном уровне венозного оттока крови из региона и резко выраженной гипотонии сосудов головного мозга.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В микроклимате с термонеutralной температурой ( $17 \pm 1$ ) °С, умеренной влажностью ( $65 \pm 1$ ) % и

малой подвижностью ( $0,3 \pm 0,1$ ) м/с воздуха 60-минутная субмаксимальная физическая нагрузка сопровождается сохранением показателей теплового состояния спортсменов в границах оптимальных значений.

В указанных условиях динамика и величины РЭГ показателей свидетельствуют о поддержании баланса между притоком артериальной крови к сосудам мозга и венозным возвратам крови из церебрального региона. Этот баланс сопряжен с фазовыми изменениями исследуемых показателей. Первая фаза — «подъем» — наблюдается в первые 30 мин работы и проявляется увеличением показателей скорости кровенаполнения крупных и средних сосудов (МСБН, ССМН), величины систолического притока крови к сосудам мозга (РСИ) и венозного оттока (ВО) крови из региона. Одновременно происходит уменьшение диастолического, диастолического индексов и вено-артериального отношения (ДКИ, РДИ, В/А), то есть показателей тонуса средних и мелких артерий, артериол, капилляров и вен. Вторая фаза — «стабилизация» — отмечается в оставшиеся 30 мин работы и характеризуется удерживанием РЭГ показателей (МСБН, ССМН, РСИ, ВО) на высоком или (ДКИ, РДИ, В/А) низком уровнях.

В микроклимате с повышенной температурой ( $31 \pm 1$ ) °С, высокой влажностью ( $85 \pm 1$ ) % и малой подвижностью ( $0,3 \pm 0,1$ ) м/с воздуха возможная длительность работы субмаксимальной мощности сокращается до ( $50 \pm 2$ ) мин в результате значительного перегрева спортсменов.

В этих случаях нарушается равновесие между притоком артериальной крови к сосудам мозга и венозным оттоком крови из региона. На это указывает непрерывное увеличение скорости кровенаполнения крупных сосудов и величины систолического притока крови к

сосудам мозга при сохранении на относительно постоянном уровне венозного оттока крови из региона на фоне резко выраженной гипотонии средних и мелких артерий, артериол, капилляров и вен. Такая динамика РЭГ показателей свидетельствует о том, что в процессе развивающейся гипертермии создаются неблагоприятные условия для венозного застоя крови в церебральном бассейне.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьева Р. Ф. Оценка теплового состояния человека с целью обоснования гигиенических требований к микроклимату рабочих мест и профилактике охлаждения и перегревания / Р. Ф. Афанасьева, Л. Ф. Басаргина, Ф. М. Шлейфман и др.: Методические рекомендации, МЗ СССР, № 5168. — М., 1990. — 17 с.

2. Бакулин В. С., Макаров В. И., Богомолова М. М. // Вестник ВолГМУ. — 2009. — № 1 (29). — С. 31—34.

3. Исупов И. Б. Системный анализ церебрального кровообращения человека. — Волгоград: Перемена. — 2001. — 108 с.

4. Уилмор Д. Х. Физиология спорта и двигательной активности // Олимпийская литература. — Киев, 2001. — С. 310—400.

5. Galloway S. D. R., Shirrefs S. M., Leipes S. M., et al. // Sports Exercise and Injury. — 1997. — Vol. 1. — P. 27—31.

6. Hughson R. L. Hyperthermia, Hypothermia and Problems of Hydration // Endurance in Sport, Blackwell Scientific Publisher. — 1992. — P. 458—470.

7. Nielsen B. // J. Physiol. — 2001. — Vol 1. — P. 279—286.

8. Noakes T. D. // Phys. Sports. Med. — 1988. — Vol. 16. — P. 24—26.

9. Roberts W. O. // Phys. Sportsmed. — 1989. — Vol. 5. — P. 49—55.

## Контактная информация

**Бакулин Владимир Сергеевич** — д. м. н., доцент, зав. кафедрой спортивной медицины, Волгоградская государственная академия физической культуры, e-mail: spmed@vgafk.ru

УДК 616.314.18.-002-085.322

## ОБОСНОВАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФАКТОРОВ ПАТОГЕННОСТИ МИКРООРГАНИЗМОВ ПОЛОСТИ РТА ПРИ ЛЕЧЕНИИ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПАРОДОНТА ПРОБИОТИКАМИ

**И. А. Петрова, Э. С. Тёмкин, Н. И. Матвеева, А. В. Липницкий**

*Волгоградский государственный медицинский университет,  
кафедра терапевтической стоматологии,  
Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт*

Целью работы явилось изучение некоторых факторов патогенности микроорганизмов полости рта у лиц с генерализованным гингивитом при проведении противовоспалительной терапии. Изучение отдельных свойств микроорганизмов полости рта больных гингивитами определяли до и после лечения пробиотиком «Споробактерин жидкий».

*Ключевые слова:* пробиотик «Споробактерин жидкий», заболевания пародонта, микроорганизмы полости рта.

## EXPLANATION OF PATHOGENICITY OF ORAL MICROORGANISMS DURING INFLAMMATORY PERIODONTAL DISEASE THERAPY WITH PROBIOTICS

**I. A. Petrova, E. S. Temkin, N. I. Matveeva, A. V. Lipnitskiy**

The purpose of this study was to examine some factors of pathogenicity of oral microorganisms in humans with generalized gingivitis during anti-inflammatory treatment. A study of some characteristics of oral microorganisms in patients with gingivitis was defined before and after treatment with Sporobacterin liquid probiotic.

*Key words:* Sporobacterin liquid probiotic, periodontal disease, oral microorganisms.

В этиологии воспалительных заболеваний пародонта и в возникновении их осложнений ведущая роль принадлежит микроорганизмам полости рта [11].

Многообразие функций микробного биоценоза пищеварительного тракта выражается в сложных взаимных связях микрофлоры с макроорганизмом, обеспечивающих постоянство микробного пейзажа. Роль микрофлоры в сохранении зубиоза (гомеостаза) организма

человека определяет необходимость ее исследования не только в условиях нормы, но и при патологических процессах.

В диагностическом плане при выявлении дисбиоза (дисбактериоза), а также для рационального обоснования корректирующей бактериотерапии, изучение свойств микробного спектра полости рта имеет первостепенное значение.