

ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИЙ ЦЕРЕБРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ СПОРТСМЕНОВ НА СОЧЕТАННОЕ ДЕЙСТВИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ И ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗОК

Н.Г. Панина

Волгоградская государственная академия физической культуры, Россия,
nat-anmv2012@yandex.ru

Введение. Сердечно–сосудистая система выступает основным лимитирующим звеном, определяющим эффективность мышечной деятельности [3]. Каждый ее компонент немедленно реагирует на изменения внутренней среды организма, обусловленные физической нагрузкой, особенно повышенной интенсивности [7]. Влияние двигательной деятельности на церебральный кровоток и адаптацию сосудов к ней представляют особый интерес, поскольку головной мозг, являясь органом, регулирующим функции всего организма, отличается, кроме прочего, наличием ауторегуляции, а также очень высоким уровнем метаболизма [4]. Однако, до настоящего времени сведения об изменениях пульсового кровенаполнения и тонуса церебральных артерий различного диаметра при ступенчато возрастающих физических нагрузках имеют противоречивый характер. Информация об изменениях мозгового кровообращения при выполнении мышечной работы нарастающей мощности в условиях нагревающего микроклимата в литературе вообще отсутствует. По этой причине затрудняется функциональная диагностика таких негативных последствий чрезмерных физических нагрузок, как снижение адаптационного потенциала организма, развитие перетренированности в условиях повышенной, высокой температуры воздуха и ее относительной влажности.

Цель работы – изучение реакций церебральной гемодинамики спортсменов на ступенчато возрастающую велоэргометрическую нагрузку в различных температурно–влажностных условиях.

Методы исследования. В процессе исследований изучались и оценивались ответные реакции церебральной гемодинамики на возрастающую по интенсивности физическую нагрузку «до отказа» в трех температурно–влажностных режимах. Для этого в термокамере создавались и поддерживались 3 микроклиматических режима с температурой (Т) и относительной влажностью (Ф) соответственно $18 \pm 1^\circ\text{C}$ и $68 \pm 1\%$ (режим 1), $25 \pm 1^\circ\text{C}$ и $75 \pm 1\%$ (режим 2), $31 \pm 1^\circ\text{C}$ и $85 \pm 1\%$ (режим 3) при одинаковой во всех случаях скорости движения (v) воздуха, равной $0,3 \pm 0,1$ м/с. В этих условиях обследуемые одетые в индивидуальную спортивную форму **на велоэргометре «Ритм» выполняли** ступенчато возрастающую велоэргометрическую нагрузку для достижения максимального уровня МПК [1]. Методика заключалась в том, что при постоянной скорости педалирования (60 об/мин) начальная нагрузка мощностью 50 Вт ступенеобразно увеличивалась на эту же мощность вплоть до отказа от продолжения работы. Длительность каждой ступени нагрузки – 5 мин, паузы отдыха между ними – 1 мин.

В покое и через каждые 5 мин работы вплоть до момента отказа от ее дальнейшего продолжения осуществлялось изучение церебрального кровообращения на основе комплексного автоматизированного реографического метода [2], позволяющего судить об особенностях организации системы кровоснабжения головного мозга человека в измененных условиях его жизнедеятельности. Комплекс включал следующие показатели: максимальную скорость быстрого наполнения (МСБН) и среднюю скорость медленного наполнения (ССМН) кровью соответственно крупных и средних артерий церебрального региона – отражают скорость кровенаполнения и тонус этих сосудов; реографический систолический индекс (РСИ) – интегральный показатель, отражающий силу сердечных сокращений и пульсовое кровенаполнение мозговых артерий различного диаметра; реографический дикротический индекс (ДИ) – характеризует тонус мелких мозговых артерий; вено-артериальное (В/А) отношение – отражает тонус мелких мозговых артерий и артериол; реографический диастолический индекс (РДИ) – характеризует тонус вен и отток крови из артерий в вены; венозный отток (ВО) – отражает условия венозного оттока крови из церебрального региона.

Весь материал получен при проведении 90 комплексных обследований с участием 43 спортсменов–мужчин в возрасте от 19 до 24 лет разной спортивной специализации (легкая атлетика, футбол, волейбол, баскетбол).

Полученные данные обработаны с помощью общепринятых методов вариационной статистики. Достоверность различий средних величин показателей оценивалась по критерию Стьюдента при уровне вероятности не менее 95%.

Результаты исследования и их обсуждение. В ходе проведения исследований выявлено, что в условиях комфортного ($T=18\pm 1^{\circ}\text{C}$, $\phi=68\pm 1\%$, $v=0,3\pm 0,1$ м/с), теплого влажного ($T=25\pm 1^{\circ}\text{C}$, $\phi=75\pm 1\%$, $v=0,3\pm 0,1$ м/с) и жаркого влажного ($T=31\pm 1^{\circ}\text{C}$, $\phi=85\pm 1\%$, $v=0,3\pm 0,1$ м/с) микроклимата предельная длительность ступенчато возрастающей по мощности (50, 100, 150, 200 и 250 Вт) мышечной работы оказалась одинаковой ($28,5\pm 0,3$ мин). Такая физическая нагрузка вызывала напряжение в работе регуляторных механизмов сердечно–сосудистой системы, степень выраженности которого возрастала по мере повышения температуры и относительной влажности окружающей среды от уровня комфортных, что нашло отражение в динамике показателей церебрального кровообращения.

Так установлено, что на исходный уровень мозгового кровотока человека, находящегося в состоянии покоя в термокамере, оказывал влияние созданный в ней микроклимат. На это указывал тот факт, что с повышением температуры и относительной влажности воздуха с $18\pm 1^{\circ}\text{C}$ и $68\pm 1\%$ до $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ и $75\pm 1\%$, далее до $31\pm 1^{\circ}\text{C}$ и $85\pm 1\%$ реоэнцефалографические показатели претерпевали достоверные изменения, свидетельствующие о снижении тонуса артерий, артериол и вен, о росте кровенаполнения мозговых сосудов и увеличении оттока венозной крови из региона. В целом это можно расценить как проявление ауторегуляции мозгового кровотока на совместное действие разных по величине температуры и относительной влажности воздуха.

Работа на велоэргометре со ступенчато возрастающей нагрузкой в трех разных микроклиматических режимах вызывала практически одинаковые по характеру динамики изменения показателей РЭГ, несмотря на различия их начальных величин. Однако в большей степени изменения показателей были выражены при работе в жарком влажном микроклимате. В этих случаях происходило ускоренное падение реографического дикротического, реографического диастолического индексов и вено–артериального отношения до минимальных величин в момент отказа (рис. 1). Одновременно наблюдалось непрерывное увеличение максимальной скорости быстрого наполнения кровью крупных артерий и средней скорости медленного наполнения кровью средних артерий головного мозга, достигающих максимальных величин перед отказом от работы. Отмечался быстрый рост реографического систолического индекса, венозного оттока крови из региона при максимуме в конце 4–го цикла работы мощностью 200 Вт, после чего начиналось его снижение (рис 2).

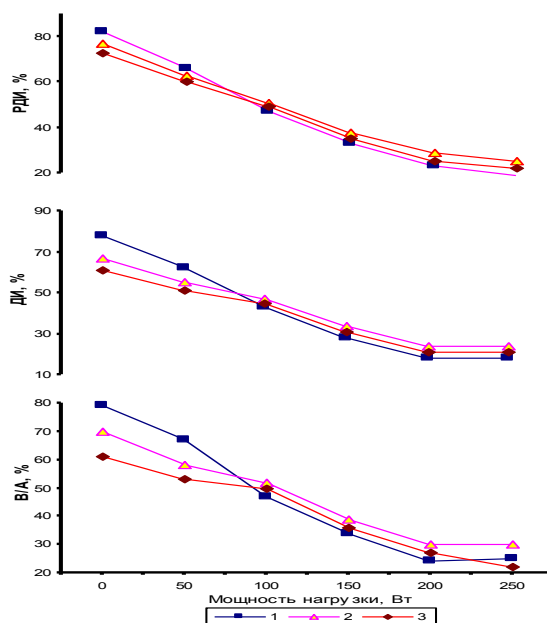


Рисунок 1 – Динамика РДИ, ДИ и индекса В/А отношения при велоэргометрической нагрузке нарастающей мощности в 3-х микроклиматических режимах.

Обозначения: 1 – комфортный микроклимат ($T=18\pm 1^{\circ}\text{C}$, $\varphi=68\pm 1\%$, $v=0,3\pm 0,1\text{м/с}$);
 2 – теплый влажный микроклимат ($T=25\pm 1^{\circ}\text{C}$, $\varphi=75\pm 1\%$, $v=0,3\pm 0,1\text{м/с}$);
 3 – жаркий влажный микроклимат ($T=31\pm 1^{\circ}\text{C}$, $\varphi=85\pm 1\%$, $v=0,3\pm 0,1\text{м/с}$).

При такой же мышечной деятельности в условиях комфортного или теплого микроклимата показатели РЭГ претерпевали сходные изменения, особенно по абсолютным величинам, предшествующим отказу от продолжения работы (рис. 1). Однако различия выявлялись в динамике показателей, изменения которых указывали на падение тонуса крупных и средних артерий (увеличение максимальной скорости быстрого и средней скорости медленного наполнения их кровью), а также на повышение пульсового кровенаполнения мозговых сосудов (рост реографического систолического индекса). Различия появлялись после 3-го цикла работы мощностью 150 Вт и выражались в удерживании показателей на достигнутом уровне в течение 4-го и 5-го циклов работы в 200 и 250 Вт по сравнению с продолжающимся их возрастанием в жарком влажном микроклимате (рис. 2).

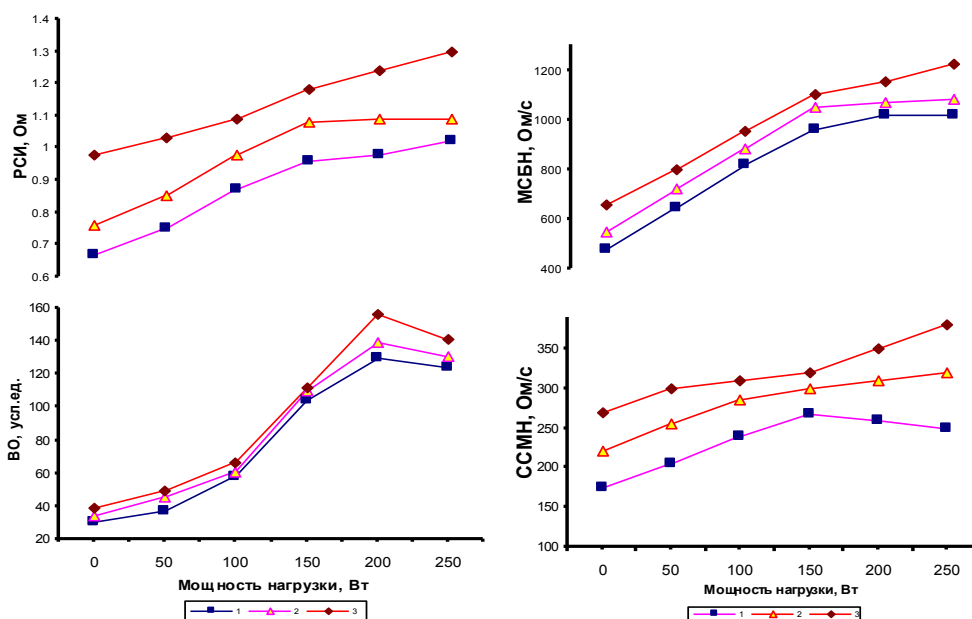


Рисунок 2 – Динамика МСБН, ССМН, РСИ и ВО при велоэргометрической нагрузке нарастающей мощности в 3-х микроклиматических режимах.

Обозначения – см. рис. 1.

Выводы. Совокупность обнаруженных сдвигов со стороны церебрального кровообращения свидетельствует о развитии в условиях жаркого влажного микроклимата к концу заданной работы резко выраженной гипотонии крупных, средних и мелких артерий, артериол и вен, об избыточном кровенаполнении мозговых сосудов и ухудшении венозного оттока крови из бассейна головного мозга. Анализ полученных результатов, согласующихся с имеющимися в литературе сведениями [2,4,5,6,8,9], позволяет заключить, что по динамике и абсолютным величинам рассмотренных реоэнцефалографических показателей можно судить о степени напряжения механизмов ауторегуляции мозгового кровообращения при данном виде физической нагрузке до отказа в различных микроклиматических условиях. Стабилизация основных показателей РЭГ на повышенном (или пониженном) уровне в условиях комфортного и теплого влажного микроклимата свидетельствует о сохранении ауторегуляции мозгового кровотока, тогда как их непрерывное увеличение или падение (например, реографического дикротического индекса) является признаком приближающейся утраты этой ауторегуляции.

Описанные изменения дают основание считать, что динамика и абсолютные величины комплекса рассмотренных показателей церебрального кровообращения являются высоко информативными критериями для оценки степени напряжения в работе регуляторных механизмов организма человека при физической нагрузке возрастающей мощности до отказа в условиях жаркого влажного, теплого влажного и комфортного микроклимата.

Литература:

1. Аулик И.В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте / И.В. Аулик. – М.: Медицина. – 1990. – 192с.
2. Исупов И.Б. Системный анализ церебрального кровообращения человека / И.Б. Исупов. – Волгоград. – «Перемена». – 2001. – 138с.
3. Каро К. Механика кровообращения / Каро К., Педли Т., Шротер., Сид У. – М.: Мир, 1991. – 624с.
4. Костина Т.Ф. Адаптационные возможности мозгового кровообращения подростков // Труды международной конференции «Физиология развития человека», посвященной 55-летию Ин-та возрастной физиологии РАО. – М.: Медицина. – 2000. – С.234.
5. Лелюк В.Г. Церебральное кровообращение и артериальное давление / В.Г. Лелюк, С.Э. Лелюк С.Э. – М.: Реальное Время. – 2004. – 304с.
6. Лиходеева В.А. Особенности церебрального кровотока в типах системной гемодинамики дизадаптированных пловцов / В.А. Лиходеева, А.А. Спасов, И.Б. Исупов, В.Б. Мандриков // Вестник ВолГМУ. – 2009. – Выпуск 1. – С.59–62.
7. Уилмор Д.Х. Физиология спорта и двигательной активности / Д.Х. Уилмор, Д.Л. Костил // В кн.: Олимпийская литература. – Киев. – 2001. – С.310–400.
8. Edwards M.R. Dynamic modulation of cerebrovascular resistance as an index of autoregulation under tilt and controlled P_{CO_2} / M.R. Edwards, J.K. Shoemaker, R.L. Hughson // Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol. – 2002. – V.283. – P.653.
9. Schondorf R., Stein R., Roberts R. et al. Dynamic cerebral autoregulation is preserved in neurally mediated syncope / R. Schondorf, R. Stein, R. Roberts et al. // J. Appl. Physiol. – 2001. – V.91. – P.2493.