



УДК 612.1
ББК 28.903

ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ ЦЕРЕБРАЛЬНОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ СПОРТСМЕНОВ В УСЛОВИЯХ ДОЗИРОВАННЫХ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

И.Б. Исупов, Н.Г. Панина, А.А. Занкович, А.А. Матохина

На основании результатов анализа реоэнцефалографии студентов-спортсменов в динамике ступенчато возрастающей велоэргометрической пробы установлено различие реакций сосудистой системы головного мозга в зависимости от типа его пульсового кровенаполнения. Типологические особенности мозгового кровообращения необходимо учитывать при занятиях циклическим видами спорта.

Ключевые слова: церебральное кровообращение, спортсмены, физические нагрузки, медицинские исследования, спортивная медицина.

Церебральное кровообращение человека характеризуется высокой интенсивностью и значительной автономностью, независимостью от функционального состояния системной гемодинамики. В среднем через сосуды головного мозга человека, находящегося в состоянии физического и эмоционального покоя, в течение одной минуты проходит около 750 мл крови, или около 13 % минутного объема кровообращения [1; 3]. Это составляет примерно 50 мл/мин на 100 г ткани органа.

Ряд авторов указывают на то, что абсолютные величины церебрального кровотока не изменяются при значительных вариациях интенсивности физических нагрузок. Так, В.И. Дубровский отмечает, что абсолютный уровень органного кровотока, равный 750 мл, устойчиво сохраняется при физических нагрузках легкой, средней, максимальной интенсивности. В то же время процентное отношение регионарного и системного кровообращения, или, иначе, относительный уровень мозгового кровотока, по мере возрастания нагрузок резко уменьшается, составляя около 8 % при легких нагрузках и всего 3–4 % при максимальных [1]. Снижение относительного уровня мозгового кровообращения, по-видимому, обуслов-

лено, с одной стороны, возрастанием показателей насосной функции сердца, а с другой – перераспределением крови к интенсивно функционирующим скелетным мышцам.

Таким образом, относительные величины мозгового кровообращения служат своеобразным индикатором тренированности человека, его способности выполнять физическую работу высокой интенсивности. Они позволяют оценивать адаптацию сердечно-сосудистой системы спортсмена к физической нагрузке. *Резкое снижение мозгового кровотока по отношению к минутному объему кровообращения (МОК) в динамике выполнения физической работы является неблагоприятным признаком*, свидетельствующим о том, что перераспределение крови к скелетной мускулатуре достигло предельных значений, своеобразного «потолка», и вскоре следует ожидать срыва адаптации, отказа от выполнения работы.

Несмотря на убедительную логику вышеприведенной концепции, следует отметить, что она несколько упрощает реальность.

Во-первых, обеспечение адекватных для метаболических потребностей головного мозга величин кровотока достигается за счет множества механизмов регуляции тонуса внутриорганных артерий крупного, среднего, малого диаметра, реакций перераспределения кровотока между различными зонами внутри самого церебрального региона. Данные реакции

имеют ярко выраженный индивидуальный характер и, как правило, не связаны с общим уровнем тренированности человека. В ряде случаев изменения тонуса крупных и мелких церебральных артерий могут иметь противоположно направленный характер. Сам по себе мозговой кровоток имеет «мозаичный» характер.

Во-вторых, общий уровень церебрального кровообращения (как абсолютный, так и относительный) у здоровых людей с близкими антропометрическими параметрами сильно разнится уже в состоянии покоя. В свое время это обстоятельство легло в основу концепции о существовании типов и вариантов регионарного кровообращения [2].

Следовательно, изменения мозгового кровотока конкретного лица на фоне физических нагрузок в соответствии с фундаментальным физиологическим правилом – *правилом исходного состояния* – могут иметь типологические различия, которые следует учитывать при оценке тренированности человека. Однако до настоящего времени работ, посвященных типологическим реакциям церебрального кровообращения спортсменов в динамике физических нагрузок, в литературных источниках нами не обнаружено.

До последнего времени сведения об изменениях пульсового кровенаполнения и тонуса церебральных артерий различного диаметра при длительных ступенчато возрастающих физических нагрузках имеют противоречивый характер. Это затрудняет функциональную диагностику таких негативных последствий чрезмерных физических нагрузок, как снижение адаптационного потенциала организма, развитие перетренированности, прогнозирование транзиторных нарушений кровоснабжения головного мозга во время выполнения физических упражнений (обморок, коллапс).

Цель работы – изучение реакций церебральной гемодинамики спортсменов-легкоатлетов на ступенчато возрастающую велоэргометрическую нагрузку в зависимости от исходного уровня кровенаполнения (типа волеми) головного мозга.

Материал и методы. Обследовано 19 мужчин в возрасте 19–23 лет (студентов Волгоградской государственной академии физической культуры), имеющих спортивные разряды от 2-го до мастера спорта. Спортсмены

выполняли ступенчато возрастающую нагрузку на велоэргометре «до отказа» при постоянной скорости педалирования 60 об/мин. Нагрузка на 1-й ступени – 50 Вт, продолжительность работы – 5 мин. Через минуту отдыха нагрузка повышалась на 50 Вт вплоть до отказа. В покое, а также на последних 30 с каждой ступени и через 5 мин после работы регистрировали ЧСС, АД по методу Короткова, реоэнцефалограмму. Определяли максимальную скорость быстрого (МСБН) и среднюю скорость медленного наполнения (ССМН) церебральных сосудов, реографический систолический индекс (РСИ), диастолический индекс (ДИ), веноартериальное отношение (ВА) и условия венозного оттока из церебрального бассейна (ВО).

Статистический анализ включал в себя вычисление среднего арифметического (M), ошибки выборки (m). Достоверность различий показателей определяли по t -критерию Стьюдента.

Результаты и обсуждение. При выполнении ступенчато возрастающей нагрузки наблюдалось увеличение ЧСС, систолического АД. Диастолическое АД постепенно снижалось. Изменения церебрального кровообращения при нагрузке имели существенные индивидуальные различия и в значительной мере определялись исходными, определенными в покое особенностями регионарной гемодинамики. В связи с этим по величинам РСИ, определенным в покое (до начала выполнения нагрузки), были выделены две группы обследуемых: с гиповолемическим ($РСИ = 0,48 \pm 0,02$ Ом, $n = 11$) и гипervолемическим ($РСИ = 0,71 \pm 0,06$ Ом, $n = 8$) типами церебральной гемодинамики.

У обследуемых с гиповолемическим типом уже при нагрузке 50 Вт наблюдалось значительное возрастание МСБН – от $372,83 \pm 13,87$ Ом/с в покое до $463,13 \pm 33,24$ Ом/с ($p < 0,01$), РСИ от $0,48 \pm 0,02$ Ом в покое до $0,58 \pm 0,04$ Ом ($p < 0,05$). Таким образом, на первой ступени пробы суммарное кровенаполнение головного мозга в данном типе увеличивалось вследствие дилатации крупных регионарных артерий.

У спортсменов с гипervолемическим типом при нагрузке 50 Вт МСБН и РСИ существенно не изменялись. Изменения ДИ, ВА, ВО типологических особенностей не имели.

На последующих ступенях нагрузок типологические различия сглаживались, однако в

гиповолемическом типе к моменту отказа от работы и на пятой минуте отдыха МСБН, ССМН, РСИ существенно превышали исходный уровень. В гипervолемическом типе данные показатели к моменту отказа и на пятой минуте отдыха незначительно отличались от исходных.

Таким образом, гипervолемический тип характеризовался заметным снижением церебрального кровообращения в условиях роста минутного объема кровообращения.

У спортсменов с гиповолемическим типом церебральной гемодинамики значительную дилатацию крупных артерий головного мозга и существенное увеличение их пульсового кровенаполнения вызывают физические нагрузки небольшой мощности. Восстановление пульсового кровенаполнения головного мозга после работы у этих лиц имеет большую продолжительность, что, по-видимому, свидетельствует о функциональном напряжении механизмов ауторегуляции мозгового кровообращения.

В гипervолемическом типе дилатация артерий распределения и возрастание пульсового кровенаполнения сосудов головного мозга проявляются главным образом при интенсивных нагрузках и быстро исчезают после работы.

На первый взгляд, церебральное кровообращение в гиповолемическом типе отличается недостаточной эффективностью ауторегуляции мозгового кровотока, поскольку кровенаполнение органа в динамике велоэргометрической пробы нестабильно, а период восстановления удлиннен. Формально это так. Однако следует учитывать, что расширение магистральных артерий в гиповолемическом типе призвано компенсировать относительное снижение регионарного кровотока на фоне увеличения кровоснабжения скелетных мышц. Резкое воз-

растание ЧСС приводит к укорочению времени диастолического опорожнения церебрального бассейна, ухудшает условия капиллярного кровотока, метаболизма головного мозга. Дилатация крупных артерий головного мозга отчасти нивелирует данный процесс. Это физиологически оправданно для организма в целом.

Гипervолемический, «стабильный» тип лишен рассмотренной возможности. Не исключено, что в данном типе при максимальных нагрузках вероятно своеобразное кислородное «обкрадывание» головного мозга. Функциональное снижение мозгового кровотока по отношению к МОК здесь выше, чем в гиповолемическом типе, что может вызвать нарушения деятельности головного мозга (в частности, кратковременную потерю сознания, предобморочное состояние) при очень тяжелой работе.

Типологические особенности мозгового кровотока человека следует учитывать в практике спортивной медицины, при планировании занятий физическим воспитанием в вузах, особенно при выполнении человеком продолжительной интенсивной физической работы циклического характера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дубровский, В. И. Спортивная медицина : учебник для студентов вузов / В. И. Дубровский. – 2-е изд., доп. – М.: Гуманит. изд. центр «ВЛАДОС», 2002. – 512 с.
2. Исупов, И. Б. Системный анализ церебрального кровообращения человека : монография / И. Б. Исупов. – Волгоград : Перемена, 2001. – 139 с.
3. Филимонов, В. И. Руководство по общей и клинической физиологии / В. И. Филимонов. – М.: Мед. информ. агентство, 2002. – 958 с.

TYPOLOGICAL REACTIONS OF CEREBRAL BLOOD CIRCULATION OF SPORTSMEN AT MEASURED PHYSICAL EXERCISE

I.B. Isupov, N.G. Panina, A.A. Zankovich, A.A. Matokhina

Basing on the results of rheoencephalographic analysis of sportsmen students in the process of gradually increasing veloergometric test the authors establish differences in reactions of vascular brain system which depend on the type of its pulse blood filling. Typical peculiarities of blood circulation in brain are to be taken into consideration when going in for cyclical kinds of sports.

Key words: *cerebral blood circulation, sportsmen, physical exercise, medical studies, sports medicine.*