

## II. АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ФІЗИЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ, СПОРТИВНОЇ МЕДИЦИНИ ТА АДАПТИВНОГО ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ



### ОСОБЕННОСТИ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ ПРИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

*Елена Лазарева*

Национальный университет физического воспитания и спорта Украины

#### Аннотация

В статье рассматриваются особенности церебральной гемодинамики у спортсменов различных специализаций

#### Annotation

The article wails with peculiaris at cerebral hemodynamics in sportsmen of different specialiti

**Постановка проблемы и её актуальность.** Центральная нервная система – это особая система, которая в большей степени, чем другие нуждается в систематическом, непрерывном и беспрепятственном поступлении крови. Эффективная работа спортсмена во многом зависит от адекватного кровоснабжения головного мозга, которое необходимо для оптимального функционирования центральной нервной и локомоторной систем, а также является важнейшим условием для адекватной адаптации организма в целом [1, 3, 5].

В норме перфузия мозга осуществляется по четырём магистральным артериям головы. В мозг, вес которого составляет 2-2,5% веса тела, поступает до 15% крови, циркулирующей в организме. Кровоток в лобных долях, определяющих мышление, выше, чем в других отделах мозга на 5-40%. Высокодифференцированная нервная система более чувствительна к недостаточному питанию, расстройству кровообращения и последнее немедленно сказывается на функциональном состоянии всей центральной нервной системы, что ведёт к серьёзным нарушениям её регуляторных функций и психической деятельности [5, 7]

Частая, в течение длительного времени, травматизация головного мозга, которая наблюдается в различных видах единоборств, приводит к расстройствам церебральной

микроциркуляции и вазомоторной регуляции, которые проявляются затруднением венозного оттока, что со временем приводит к полнокровию головного мозга. Следствием застоя крови может быть также полная остановка кровоснабжения и отёк мозга.

Всё это обосновывает необходимость изучения состояния церебрального кровоснабжения у спортсменов, особенно тех видов спорта, где возможны неблагоприятные влияния или травмирующие воздействия на сосуды мозга (единоборства, прыжки в воду и др.). Важность данной задачи обусловлена ещё и тем, что аппарат кровообращения является основным лимитирующим звеном транспорта кислорода и служит индикатором полноты адаптации организма к физическим нагрузкам. В тоже время, в доступной литературе очень мало работ, отражающих изменения мозгового кровотока при физических нагрузках и лишь единичные работы посвящены исследованию мозгового кровообращения при спортивной деятельности, что делает актуальным изучение состояния данной проблемы.

**Цель работы:** на основании анализа литературы изучить особенности изменения мозгового кровообращения при спортивной деятельности и выделить перспективные направления дальнейших исследований.



**Методы исследования:** анализ и обобщение отечественной и зарубежной литературы.

**Обсуждение результатов исследования.** Анализ литературных источников показал, что при характеристике церебральной гемодинамики у спортсменов необходимо учитывать некоторые анатомические и физиологические особенности мозгового кровообращения, выявленные в последние годы.

Мозговой кровоток носит непрерывный характер и его скорость ни в одной из фаз сердечного цикла не достигает нуля, хотя кровоток направлен против силы земного притяжения [Покровский В.Н. и др. 1994; Лущик У.Б., 1994]. Такой факт непрерывного кровоснабжения мозга, учитывая вертикальное положение тела человека, обусловливается достаточно низким сопротивлением церебральных сосудов, небольшой степенью вязкости крови, низким внутричерепным давлением, умеренным тонусом церебральных сосудов и их высокой эластичностью, достаточной насосной функцией правых и левых отделов сердца. Это позволяет осуществлять тонкие приспособительные реакции кровообращения головного мозга в условиях внешнего воздействия.

Головной мозг заключён в жестком костном черепе и практически несжимаем. Раньше считалось, что мозговой кровоток должен быть постоянным и не может существенно изменяться [8,12]. В настоящее время установлено, что кровоснабжение отдельных участков головного мозга значительно отличается, в связи с изменением их активности. Например, во время мышечной работы при незначительном усилении центрального кровотока в головном мозге, в моторных его областях, участвующих в управлении движениями, кровоток увеличивается более чем на 50% по отношению к уровню покоя [12, 13]. В упражнениях, связанных со зрительной нагрузкой, кровоток

в затылочной области усиливается, в сенсомоторной области уменьшается, а во фронтальной – не изменяется [8]. Работа рукой сопровождается увеличением кровотока в роландовой извилине левого полушария на 50-70%. В тоже время, суммарный кровоток мозга мало зависит от функционального изменения центральной гемодинамики. Незначительно скажутся на состоянии мозгового кровотока и сосудосуживающие влияния симпатических нервов [11, 12]. С другой стороны, усиление церебральной гемодинамики при повышении функциональной активности мозга, как правило, не влияет на общую гемодинамику [5].

Постоянство мозгового кровотока сохраняется при повышении или снижении уровня системного артериального давления, если эти изменения не происходят слишком быстро; т.е. наибольшее влияние на церебральную гемодинамику оказывает скорость изменения системного давления в сосудах. Так, при резком снижении артериального давления уменьшается и мозговой кровоток, возвращаясь к исходному уровню через 30-120 с [2, 5, 13].

При критическом повышении уровня артериального давления, когда преодолевается компенсаторное сужение артерий, наступает пассивная дилатация сосудов головного мозга, являющаяся защитной реакцией.

Постоянство мозгового кровотока, поддерживает местная ауторегуляция. Это происходит благодаря контролирующему влиянию на мозговые сосуды содержания углекислого газа в артериальной крови. При повышении парциального давления углекислого газа ( $p\text{CO}_2$ ) более 60 мм рт. ст. наступает вазодилатация с последующим развитием гипоксии и сопутствующими метаболическими нарушениями. Повышение  $p\text{CO}_2$  в артериальной крови увеличивает церебральный кровоток, что

приводит к вымыванию излишков углекислого газа и установлению его нормальной концентрации. Наоборот, снижение содержания  $\text{CO}_2$  уменьшает мозговой кровоток и тем самым задерживает выведение  $\text{CO}_2$  из мозговой ткани. В связи с этим, использование гипервентиляции (глубокое и частое дыхание в перерывах между раундами у боксёров, перед стартом у прыгунов в воду) не всегда оправдано, так как гипервентиляция приводит к понижению  $p\text{CO}_2$ , что может вызвать резкое сужение сосудов мозга, ухудшающего его кровоснабжение и даже потерю сознания.

Другой, также очень важный, но более слабый по своим эффектам механизм ауторегуляции – это влияние на сосудистый тонус напряжения кислорода в артериальной крови. Последнее оказывает противоположное  $p\text{CO}_2$  действие на мозговые сосуды: при снижении парциального давления кислорода ( $p\text{O}_2$ ) сосуды головного мозга расширяются, а при повышении  $p\text{O}_2$  – суживаются. Однако при обычной мышечной работе напряжение  $\text{O}_2$  в артериальной крови почти не меняется и мозговой кровоток остаётся стабильным. Лишь при падении  $p\text{O}_2$  ниже 50-60 мм рт. ст. происходит резкое увеличение мозгового кровотока.

Функционирование организма человека в различных условиях жизнедеятельности в значительной степени определяется уровнем мозговой гемодинамики, т.е. состоянием мозгового кровообращения при физической нагрузке и в покое. Вместе с тем, вопросы, касающиеся адаптации мозговых сосудов к физической нагрузке изучены недостаточно.

Исследования, посвященные изучению адаптации сердечно-сосудистой системы спортсменов с различной направленностью тренировочного процесса, которые в течении многих лет проводились в ГНИИФКиС г. Киева, позволили установить особенности механизмов адаптивных перестроек мозго-



вого и мышечного кровообращения, а также выявить признаки их напряжения и нарушения у спортсменов различных специализаций (легкая и тяжелая атлетика, гребля, плавание и др.). Многие исследования показали, что при тренировках относительно малого объема и интенсивности наблюдается увеличение кровенаполнения мозговых сосудов, повышение тонуса крупных артерий, уменьшение тонуса артериол и венул. Другие авторы отмечали повышение тонуса артерий среднего и мелкого диаметра после выполнения физической работы и снижение тонуса венул при значительном утомлении [3, 5, 9].

В исследованиях, проведенных Ященко А.Г., показано, что повышение тонуса артериол и венул, замедление венозного оттока является наиболее часто встречающимися нарушениями мозгового кровообращения высококвалифицированных спортсменов [11]. Однако изучение кровообращения в бассейне внутренней сонной артерии у квалифицированных борцов выявило признаки дистонии мозговых сосудов как с повышением, так и с понижением их тонуса [3].

Если рассматривать этиологические факторы, то наиболее вероятными среди возможных причин гипертонуса мозговых сосудов являются локальные органические, метаболические и функциональные изменения в тканях мозга. Подобные изменения у спортсменов могут возникать в связи с закрытыми черепно-мозговыми травмами (в различных видах единоборств), психоэмоциональным напряжением (особенно в индивидуальных видах спорта), гипоксическими состояниями.

Если рассматривать причины ухудшения венозного оттока в головном мозге, то можно выделить следующие ведущие этиологические факторы: последствия черепно-мозговых травм, перенесенные интоксикации, шейный остеохондроз и связанные с ним

ограничение объема движений в этом отделе позвоночника. Ухудшение венозного кровотока могут вызвать также большие физические и эмоциональные нагрузки, приводящие к гормональному истощению [4, 10].

Так, исследования мозгового кровообращения у боксёров высокой квалификации обнаружили явные признаки напряжения адаптационных механизмов в начале олимпийского цикла у обследованных спортсменов. К этим признакам были отнесены: наличие асимметрии парных гемодинамических показателей и повышение уровня тонического напряжения стенок артериол головного мозга, а также правостороннее доминирование парных показателей кровотока. При этом, было отмечено, что боксёры более высокой спортивной квалификации (ЗМС) имели и более высокий уровень адаптационных способностей по сравнению со спортсменами, квалификация которых была ниже (МС) [4, 10, 12].

О необходимости учёта особенностей гемодинамики в спортивной деятельности свидетельствуют и работы, посвящённые изучению типов центрального кровотока у пловцов и у прыгунов в воду. О.В. Майданюк, изучая мозговой кровоток у спортсменов показала, что в зависимости от квалификации и возраста имеются повышенный тонус магистральных артерий, артерий среднего диаметра, артериол и венул. Вместе с тем, кровенаполнение сосудов больших полушарий головного мозга артериальной кровью у этих спортсменок сохраняется на достаточном уровне, превышая величины аналогичного показателя, которые регистрируются у нетренированных девушек того же возраста. [14].

У последних чаще выявлялись вышеперечисленные признаки напряжения адаптации. Учитывая особые условия плавания, большой интерес представляют особенности центрального и пе-

риферического кровообращения пловцов, так как в этом виде спорта на организм человека действует водная иммерсия, горизонтальное положение тела, температура воды. Однако при изучении данного вопроса основное внимание учёных было обращено на изменения центральной гемодинамики и типы кровотока [7], в то время как состояние церебрального кровообращения и реакции его на тренировочные и спортивные нагрузки, к сожалению, остались вне поля зрения исследователей.

#### **Выводы:**

1. Несмотря на то, что достаточное кровоснабжение головного мозга- органа, регулирующего деятельность всех функциональных систем, является необходимым условием для адекватной адаптации к физическим нагрузкам организма в целом, многие аспекты, характеризующие состояние церебральной гемодинамики при спортивной деятельности остаются недостаточно изученными.
2. Учитывая зависимость возможностей центральной нервной регуляции локомоторного аппарата и систем вегетативного обеспечения двигательных действий от состояния церебрального кровотока, перспективными следует считать исследования, направленные на его дальнейшее изучение и использование полученных результатов в практике построения тренировочного процесса, особенно в видах спорта, где не исключены неблагоприятные влияния или травмирующие воздействия на сосуды мозга (все виды единоборств, многие водные виды спорта и др).
3. Приведённые в литературе данные, свидетельствующие (на основании изменений показателей церебральной гемодинамики) о напряжении адаптационных механизмов в предолимпийском цикле у 1/3 обследованных боксёров,



- а также о росте адаптационных возможностей организма с повышением спортивной квалификации, позволяют рекомендовать изучать мозговое кровообращение дифференцированно, с учётом спортивной квалификации и в различные тренировочные циклы.
4. Контроль за состоянием мозгового кровообращения в процессе подготовки квалифицированных спортсменов поможет тренерам и врачам прогнозировать их соревновательную деятельность.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Бомштейн О.З. Состояние мозговой гемодинамики как фактор, лимитирующий умственную и физическую работоспособность / О.З. Бомштейн // Тез. докл. 16 Всес. конф. по физиологии мышечной деятельности. – М., 1982. – С. 23-24.
2. Винничук С.М. Соотношение между системной и мозговой гемодинамикой у здоровых лиц молодого возраста / С.М. Винничук, А. П. Велигер // Физиологический журнал. – 1984. – Т. 30. – № 6. – С. 684-687.
3. Гуськов С.И. Профессиональный спорт / С.И. Гуськов, В.М. Платонов, М.М. Линец, Б.Н. Юшко. – К.: Олимпийская литература, 2000. – 456с.
4. Ковбаса И.В. Состояние мозгового кровотока у квалифицированных боксёров / И.В. Ковбаса // Матеріали 7 відкритої науково-методичної конференції студентів факультету спортивної медицини та фізичної реабілітації. – Київ, 2004. – С. 21-26.
5. Лущик У.М. Значення змін артеріального та венозного кровозабезпечення головного мозку в діагностиці та лікуванні цереброваскулярних захворювань у осіб різного віку / Ульяна Лущик – Київ: Макрос, 2000. – 70с.
6. Попов Ю.Д. Зависимость состояния мозгового кровотока от минутного объёма кровообращения в процессе велоэргометрических нагрузок и после работы / Ю.Д. Попов, С. П. Хмеленко // Физиологические механизмы адаптации к мышечной деятельности. – Волгоград, 1988. – С. 295-296.
7. Кривець О.В. Адаптаційні реакції центральної кардіогемодинаміки у спортсменок, що займаються синхронним плаванням при зміні положення тіла / О.В. Кривець // Молода спортивна наука України: Збірник наукових статей з галузі фізичної культури та спорту. – Львів: ЛДІФК. – 2001. – Вип. 5. – Т. 2. – С. 227-228.
8. Троцюк В.В. Периферическое кровообращение у здоровых лиц среднего и молодого возраста / В.В. Троцюк, Н.И. Курочкин, О.М. Беляева // Физиология человека. – М., 1988. – т. 14. – № 3. – С. 525-521.
9. Фолков Б. Кровообращение / Б.Фолков. – М.: Медицина, 1976. – 484с.
10. Ціж Л.М. Фізична реабілітація жінок другого зрілого віку при дископатії шийного відділу хребта: автореф. дис. ... канд. наук з фіз. виховання і спорту: спец. 24.00.03 «Фізична реабілітація» / Любов Михайлівна Ціж; Львів. держ. ун-т фіз. культури. – Л., 2007. – 21 с.
11. Шитиков Т. Реабилитация спортсменов с отдалёнными последствиями травмы головного мозга методами мануальной терапии / Т. Шитиков // Спортивный вестник Придніпров'я: науково-практичний журнал. – 2010. – № 1. – С 100-104.
12. Яценко А.Г. Характер долговременной адаптации сердечно – сосудистой системы к тренировочным и соревновательным нагрузкам у спортсменов, занимающихся водными видами спорта / А.Г. Яценко, М.В. Ворона // Наука в олимпийском спорте. – 2001. – № 1. – С.110-114.
13. Aschepkova T/ Condition of circulation of the top-class boxers in the heriod befo competitions // Aschepkova Physical education, sport and science in students life. Abstracts. – Kaunas: 2003. P. 7.
14. Майданюк О.В. Стан церебральної гемодинаміки у спортсменок, що займаються синхронним плаванням / О.В. Майданюк // Молода спортивна наука України: Збірник наукових праць з галузі фізичної культури та спорту. – Львів: ЛДІФК. – 2003. – Вип. 7. – Т. 3. – С. 438-441.

