

6. Мищенко, В.С. Эффект оздоровительной физической тренировки, сочетающейся с вибрационной стимуляцией для всего тела (на вибрационных платформах), на силовые возможности молодых женщин / В.С. Мищенко и др. // Физическое воспитание студентов. – 2012. – № 1. – С. 75–83.

7. Платонов, В.Н. Адаптация в спорте / В.Н. Платонов // Периодизация спортивной подготовки. Общая теория и ее практическое применение. – Киев: Олимпийская литература, 2013. – С. 89–105.

8. Платонов, В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения / В.Н. Платонов. – Киев: Олимпийская литература, 2013. – С. 697–700.

9. Issurin, V.B. Vibrations and their applications in sport: a review / V.B. Issurin // J. Sports Med. Phys. Fitness. – 2005. – Vol. 45. – P. 324–336.

10. Vella, C.A. Whole-body vibration training [Electronic resource] / C.A. Vella // IDEA Fitness J. – 2005. – Vol. 2, N 1. – It is access Mode: <http://www.ideafit.com/fitness-library/whole-body-vibration-training>.

11. Vorobieva, V.V. Vibration model for hypoxic type of cell metabolism evaluated on rabbit cardiomyocytes / V.V. Vorobieva, P.D. Shabanov // Bull. Exp. Biol. Med. – 2009. – Vol. 147, N 6. – P. 768–771.

УДК 615.847.8

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕОЭНЦЕФАЛОГРАФИИ В ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ МОЗГОВОЙ ГЕМОДИНАМИКИ ЕДИНОБОРЦЕВ**

Титова Е.М.

*Республиканский научно-практический центр спорта, Минск, Беларусь*

Важным условием для оптимального функционирования, как центральной нервной системы, так и локомоторной системы единоборца является адекватный кровоток головного мозга. Кровообращение головного мозга имеет принципиальные отличия от кровообращения в других сосудистых областях: он характеризуется наличием значительного базального тонуса сосудов головного мозга, что свидетельствует про широкий спектр возможностей регуляторных реакций этих сосудов, последнее, в свою очередь, позволяет совершать тонкие приспособления мозгового кровообращения к условиям внешней и внутренней среды. В то же время сосуды головного мозга могут мало зависеть от «внешних влияний»: сосудосуживающее симпатическое нервное влияние на мозговые сосуды очень незначительно [2].

Цель исследования – оценить адаптацию мозговой гемодинамики спортсменов единоборцев к тренировочным нагрузкам на примере самбо, вольной борьбы и дзюдо.

Реоэнцефалография является простым, общедоступным и неинвазивным методом исследования функционального состояния мозгового кровообращения.

В каждом кардиоцикле определяется следующий набор гемодинамических показателей.

По амплитуде артериальной компоненты  $A$  в  $O$ мах оценивается интенсивность артериального кровоснабжения исследуемой области. Диапазон нормы – 0,07–0,25 Ом. По показателю  $V/A$  (%) оценивается величина периферического сопротивления артериальных и артериолярных сосудов исследуемой области. Диапазон нормы – 50–75 %. По показателю  $VO$  (%) оцениваются условия возврата крови из венозного русла исследуемой области в сердце. Диапазон нормы – 0–30 %. По показателю  $F$  (Ом/с) оценивается скорость объемного кровотока, как характеристика гемодинамических условий транскапиллярного обмена в исследуемой области. Диапазон нормы – 0,09–0,28 Ом/с. Асимметрия показателей кровенаполнения левого и правого полушарий головного мозга имеет место при наличии разницы между значениями величин двух полушарий в 15 % и более. Если коэффициент асимметрии ( $KA$ ) равен 7 % и менее, то существенной асимметрии кровенаполнения нет; значения коэффициента асимметрии от 15 до 25 % свидетельствуют о наличии умеренной асимметрии кровенаполнения; при  $KA$  равном 26 % и более она оценивается как значительная [1].

Общая оценка функционального состояния сосудов головного мозга 73 спортсменов мужского пола в возрасте 14–37 лет проводилась путем сравнения полученных показателей с диапазонами нормальных и патологических значений на основании исследования по описанной выше методике. Проанализированы показатели, характеризующие состояние мозгового кровотока у спортсменов, занимающихся вольной борьбой ( $n=29$ ), дзюдо ( $n=23$ ), самбо ( $n=21$ ). Квалификация спортсменов – МС, МСМК, ЗМС. Регистрация реоэнцефалограмм (РЭГ) осуществлялась во фронтально-мастоидальном отведении в лабораторных условиях в положении лежа при помощи аппаратно-программного комплекса «Корона» (БелНИИ кардиологии).

Результаты исследования были систематизированы и подвергнуты статистической обработке, которая проводилась с учетом среднеарифметической и ошибки средней. Достоверность различий между показателями и между группами оценивалась с помощью критерия Стьюдента.

Влияние тренировочной нагрузки на мозговой кровоток спортсменов различной специализации проявляется как сходными сдвигами гемодинамики (нарушение венозного оттока, повышение тонуса артерий, уменьшение кровенаполнения сосудов больших полушарий и появление асимметрии парных гемодинамических параметров с коэффициентом асимметрии, превышающим 15–20 %), так и некоторыми специфическими реакциями.

Достоверные отличия между видами спорта зарегистрированы только по показателям  $V/A$  левого и правого полушария, а также по значению коэффициента межполушарной асимметрии по показателям  $A$  и  $F$ . У самбистов зарегистрирована достоверно большая величина периферического сопротивления артериальных сосудов, как в левом, так и правом полушарии по сравнению с дзюдоистами (соответственно 79,4 и 62,1 %) (рисунок 1).

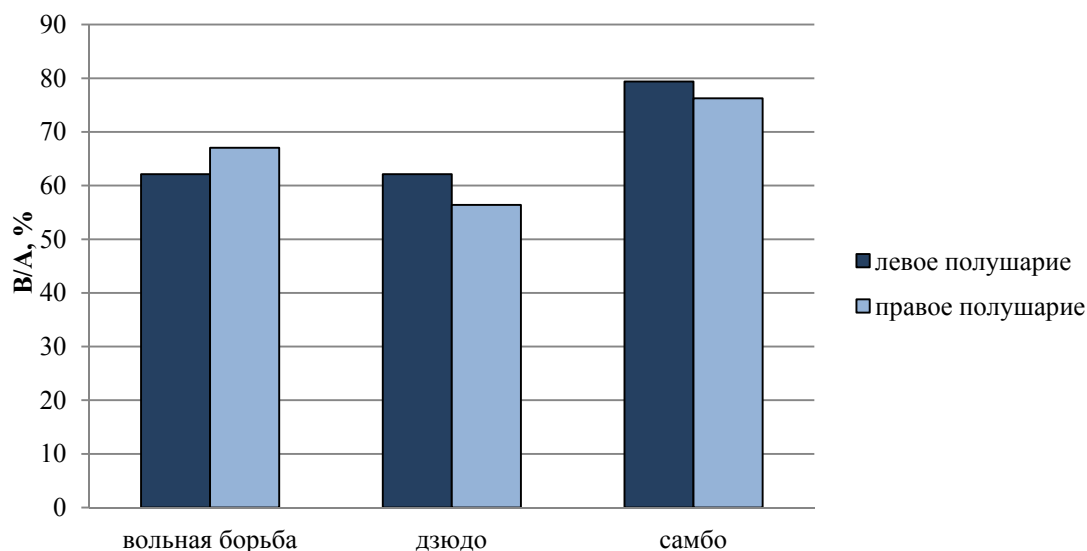


Рисунок 1 – Значения величины тонуса артериальных сосудов (B/A) у единоборцев

У представителей вольной борьбы зарегистрированы достоверно более высокие коэффициенты межполушарной асимметрии по значению величин кровенаполнения артериальных сосудов (A), чем у представителей дзюдо и самбо (соответственно 30,7, 17,1 и 17,4 %, при  $p < 0,05$ ) (рисунок 2).

Коэффициент межполушарной асимметрии по значению скорости объемного кровотока (F) также достоверно больше у представителей вольной борьбы по сравнению дзюдоистами и самбистами (соответственно 30,14, 19,5 и 13,9 % при  $p < 0,05$ ) (рисунок 2).

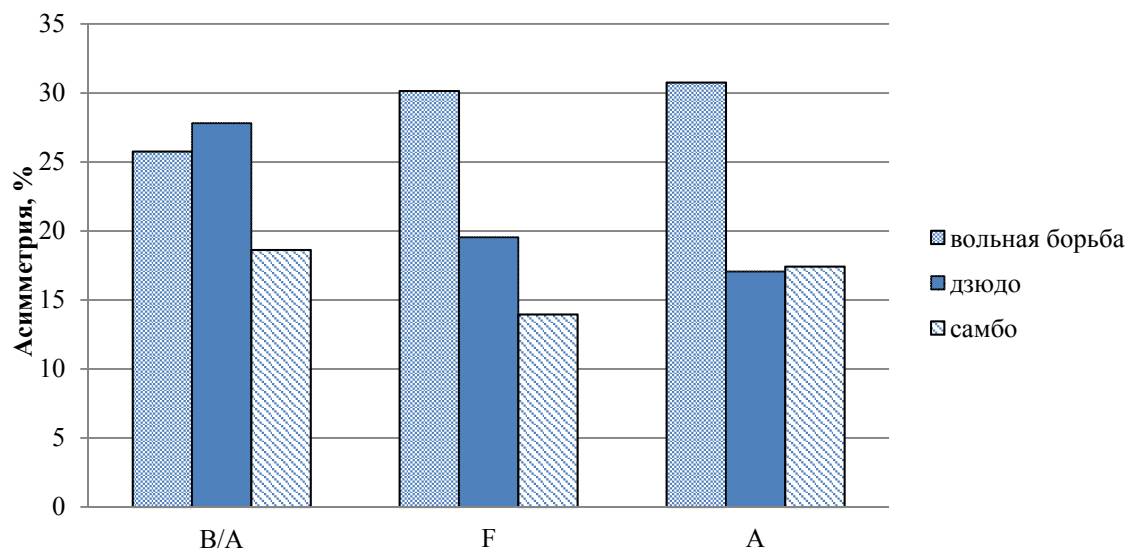


Рисунок 2 – Асимметрия между полушариями по значению показателей B/A, F, A (%)

### 1. Вольная борьба.

У представителей вольной борьбы среднегрупповые временно-амплитудные показатели мозгового кровообращения, характеризующие артериальное кровенаполнение сосудов, тонус артериальных сосудов, условия венозного возврата и скорость объемного кровотока, находятся в диапазоне

нормальных величин, что указывает на достаточную адаптацию мозговой гемодинамики к тренировочным нагрузкам. Однако у борцов вольного стиля зарегистрированы высокие коэффициенты асимметрии по показателям, характеризующим величину периферического сопротивления сосудов ( $25,75 \pm 3,95$  %), артериального кровенаполнения ( $30,75 \pm 4,12$  %) и скорости объемного кровотока ( $30,14 \pm 4,03$  %) между правым и левым полушарием.

Величина скорости объемного кровенаполнения сосудов головного мозга находилась в пределах нормы, но достоверно больше в левом полушарии (соответственно  $0,143 \pm 0,01$  и  $0,108 \pm 0,01$  Ом/с,  $p < 0,05$ ), что является одним из видов адаптации к тренировочным нагрузкам (рисунок 3).

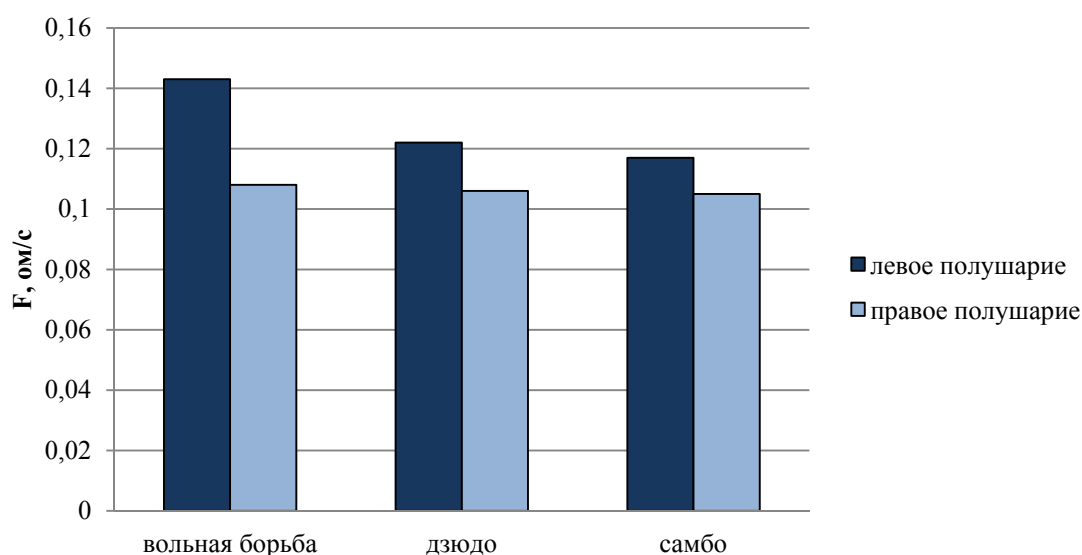


Рисунок 3 – Значения величины скорости объемного кровотока (F) у единоборцев

## 2. Дзюдо.

Особенностью адаптационных перестроек мозгового кровообращения у спортсменов-дзюдоистов являлись достоверно большие величины артериального кровенаполнения (соответственно  $0,081 \pm 0,003$  и  $0,072 \pm 0,019$  Ом,  $p < 0,05$ ) (рисунок 4) и скорости объемного кровотока (соответственно  $0,122 \pm 0,005$  и  $0,106 \pm 0,005$  ом/с,  $p < 0,05$ ) (рисунок 3) в левом полушарии по сравнению с правым.

У дзюдоистов зарегистрирован относительно высокий коэффициент асимметрии по показателю, характеризующему тонус артериальных сосудов ( $27,8 \pm 3,55$  %,  $p < 0,05$ ) (рисунок 2).

## 3. Самбо.

У представителей самбо среднегрупповые временно-амплитудные показатели мозгового кровообращения, характеризующие условия венозного возврата и скорость объемного кровотока, находятся в диапазоне нормальных величин. Зарегистрирован высокий тонус сосудов в левом и правом полушарии (соответственно  $79,4 \pm 9,16$  и  $76,25 \pm 5,14$  %) (рисунок 1). В правом полушарии по сравнению с левым умеренно снижено кровенаполнение артериальных сосудов головного мозга (соответственно  $0,066 \pm 0,005$  и  $0,076 \pm 0,011$  Ом/с) (рисунок 4).

Ангиоспазм артериальных сосудов можно объяснить более выраженным утомлением спортсменов, связанным с объемом и интенсивностью физических нагрузок, а также возможным перенапряжением мышечной системы, в первую очередь, мышц плечевого пояса. Функциональные изменения в правом полушарии также свидетельствуют о психоэмоциональном напряжении или стрессе [1].

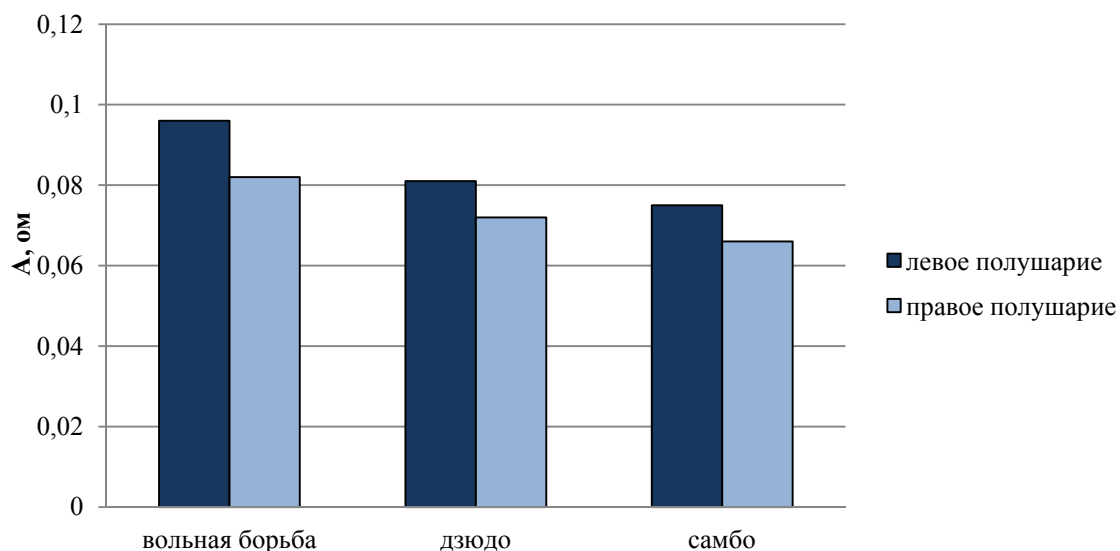


Рисунок 4 – Значения величины кровенаполнения артериальных сосудов (А) у единоборцев

Как видно из полученных данных, величины большинства показателей мозгового кровообращения у квалифицированных спортсменов, занимающихся спортивными единоборствами, судя по средним значениям, находятся в границах нормальных величин для нетренированных людей. Наряду с этим, имеют место определенные адаптационные перестройки мозгового кровотока: увеличение кровенаполнения и скорости объемного кровотока, как характеристика гемодинамических условий транскапиллярного обмена в левом полушарии, варьирование тонуса мозговых сосудов, наличие асимметрии парных гемодинамических показателей.

Преобладание сдвигов мозгового кровообращения в правом полушарии для праворуких может отражать наличие стрессовых влияний, тогда как левостороннее или двустороннее уменьшение величины кровенаполнения более характерно для физического утомления [3].

Следует отметить, что повышение тонического напряжения артерий без сопутствующего нарушения венозного оттока мало сказывается на величине кровенаполнения сосудов больших полушарий, поэтому такие сдвиги мозговой гемодинамики расцениваются как адаптивные [4].

1. Баранова, Л. Компьютерная реоэнцефалография «Корона». Методика. Руководство оператора / Л. Баранова и др. – Минск: «Арт-Пресс», 2009. – 126 с.

2. Герман, Т.О. Особливості мозкового кровотоку у боксерів високої кваліфікації на початку олімпійського циклу підготовки / Т.О. Герман // Актуальні проблеми фізичної культури і спорту. – 2005. – № 6–7. – С. 34–38.

3. Хайтам, Аль-Надер Информативность показателей мозгового кровообращения для оценки адаптации периферического кровообращения при мышечной нагрузке / Аль-Надер Хайтам // Физическое воспитание студентов творческих специальностей: сб. науч. трудов; под ред. С.С. Ермакова, Харьковский худ.-промыш. институт. – Харьков, 1999. – № 5. – С. 43–47.

4. Яценко, А.Г. Адаптаційні перебудови периферичного кровообігу у спортсменок, що спеціалізуються у художній гімнастиці та ознаки порушення адаптації судинної системи до тренувальних навантажень / А.Г. Яценко // Актуальні проблеми фізичної культури і спорту. – 2004. – № 3. – С. 62–69.

УДК 797.22+685.736

## **АППАРАТНО-ПРОГРАММНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТРЕНИРОВКАМИ ПО ПЛАВАНИЮ: ИДЕНТИФИКАЦИЯ РЫНОЧНОЙ ПОТРЕБНОСТИ ДЛЯ ПОСТАНОВКИ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАДАЧИ**

Шайтан Д.К., Лаптев Г.Д., канд. физ.-мат. наук, Зберия М.В.  
*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,  
Москва, Россия*

Правильный выбор потенциального сегмента рынка является одной из критических задач для изобретателей и инженеров, работающих над созданием инновационных продуктов. Верный выбор своего потенциального покупателя/клиента определяет успех в создании востребованного продукта и коммерциализации патентоспособного изобретения. Большие возможности для самореализации, обусловленные доступом к инфраструктуре, унификацией, стандартизацией компонентной базы и возможность ее приобретения, приводят инженеров и изобретателей к вопросу «что же сделать, что бы разработка стала востребованным на рынке продуктом?». В работе представлен подход, который был применен в лаборатории инновационного бизнеса и предпринимательства экономического ф-та МГУ имени М.В. Ломоносова с целью идентификации рыночной потребности и последующей постановки инженерной задачи для создания востребованного продукта. На основе развитого подхода был разработан инновационный аппаратно-программный комплекс (АПК) для управления тренировками по плаванию. Устройство автоматизирует большинство рутинных действий тренера по плаванию во время тренировочного процесса пловца в бассейне.

В основу созданного АПК заложен принцип управляемого светолидирования, который сам по себе не является уникальным, однако в