

**УДК 616.12:616.76**

## **ИЗМЕНЕНИЕ МОЗГОВОЙ ГЕМОДИНАМИКИ ПРИ ПАРАВЕРТЕБРАЛЬНОЙ МИОРЕЛАКСАЦИИ У СПОРТСМЕНОВ**

*Маметова О.Б., Савина К.Д.*

*Таврический национальный университет имени В.И. Вернадского, Симферополь, Украина  
E-mail: syshko@list.ru*

Изучено влияние паравертебральной миорелаксации на мозговое кровообращение у спортсменов. Паравертебральная миорелаксация представляла собой комплекс упражнений в водной среде направленный на снижение тонуса паравертебральных мышц. До и после применения паравертебральной миорелаксации регистрировали показатели реоэнцефалографии у спортсменов, занимающихся греко-римской борьбой (n=22) футболом (n=24) и тяжелой атлетикой (n=25). У борцов наблюдали изменения в форме возрастания тонуса крупных (увеличение времени быстрого наполнения (ВБН), времени подъема реограммы (ВПР), уменьшение амплитуды дифференцированной реограммы) и средних (уменьшение времени пульсовой волны (Три), времени подъема диастолической волны (Трл), артерий головного мозга, падение тонуса мелких артерий (уменьшение амплитуды дикротической волны (Аи) и дикротического индекса (ОИР)). Получено, что у тяжелоатлетов после паравертебральной миорелаксации наблюдались изменения в виде возрастания тонуса магистральных сосудов (увеличение времени задержки пульсовой волны (Тре), падения тонуса крупных и средних артерий головного мозга (увеличение амплитуды дифференцированной реограммы (АДР) и Трл), увеличения тонуса мелких артерий (возрастание Аи и ОИР)). У футболистов достоверных изменений, в мозговой гемодинамике не наблюдалось. Полученные данные свидетельствуют о наличии различных механизмов адаптации кровеносных сосудов головного мозга в условиях влияния паравертебральной миорелаксации. Эти различия предопределены двумя основными факторами: функциональным состоянием сердечно-сосудистой системы в целом и функциональными состояниями системы регуляции мозговой гемодинамики.

**Ключевые слова:** миорелаксация, реоэнцефалография, спортсмены, тонус сосудов мозга.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Известны данные о влиянии различных физических нагрузок на центральное кровообращение и работу сердца [1, 2]. Однако до сих пор существует только общее представление о реактивности мозговых сосудов в связи с физической нагрузкой. В связи с этим, представляет интерес исследование влияния физических нагрузок различного характера на функцию гемодинамики головного мозга. Имеются работы, где уделено внимание изучению зависимости мозговой гемодинамики от артериального давления [3, 4]. Особый интерес, для исследований представляет собой изменение состояния мозговых сосудов в связи с использованием коррекционных средств направленных на снижения тонуса паравертебральных мышц в зоне сегментов С3-Тн8 [5]. Многие авторы указывают на взаимосвязь между состоянием паравертебральных мышц в этой зоне и состоянием мозговой гемодинамики [6–9]. Однако в виду сложности механизмов регуляции,

консервативности многих реоэнцефалографических показателей конкретных данных об этой связи очень мало.

Исследование проводилось в соответствии с планами научно-исследовательской работы кафедры теории и методики физического воспитания Таврического национального университета им. В.И. Вернадского номер гос.регистрации 0111U000919 «Педагогическое и физиологическое обоснование системы физического воспитания и спорта учащихся и студентов».

Цель исследований – определить влияние паравертебральной миорелаксации в условиях водной среды на мозговое кровообращение у спортсменов.

Задачи исследования:

1. Изучить влияние паравертебральной миорелаксации на функцию мозгового кровообращения у спортсменов

2. Выявить особенности мозговой гемодинамики у спортсменов различных видов спорта

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании принимали участие спортсмены, занимающиеся греко-римской борьбой (n=22) футболом (n=24) и тяжелой атлетикой (n=25). Необходимость применения коррекционных воздействий для спортсменов, была обусловлена наличием гипертонуса паравертебральных мышц. Тонус мышц регистрировали при помощи миотонометрии. Возраст спортсменов составлял от 18 до 25 лет. Стаж занятий спортом от 5 до 8 лет. Экспозиция применения комплекса плавательных упражнений с «нудлом» ( паралоновый валик) составляла 6 недель в переходном периоде годичного тренировочного цикла, количество тренировочных занятий 3 раза в неделю. При помощи реоанализатора РА5-01 регистрировали 8 основных показателей мозгового кровообращения, а именно: 1. ВБН (с) – время быстрого наполнения, отражает способность крупных артерий мозга к растяжению во время систолического притока крови; показатель увеличивается при увеличении эластичности и снижении тонуса сосудов; 2. ВПР (с) – время подъема реограммы, длительность восходящей части кривой (анакроты); изменяется сходно с ВБН; 3. АДР (Ом/с) – амплитуда дифференцированной реограммы в точке М (М), характеризует максимальную скорость кровенаполнения – чем выше амплитуда, тем ниже тонус крупных артерий; 4. Три (мс) – время прохождения сигнала с точки Р до И на реоэнцефалограмме, отражает тонус мелких сосудов изучаемой области, увеличение показателя свидетельствует о снижении тонуса мелких и средних артерий; 5. Трл (мс) – расположение диастолической волны по отношению к основной волне; увеличение показателя свидетельствует о снижении тонуса мелких артерий; 6. Тре (мс) – время задержки пульсовой волны, характеризует скорость движения пульсовой волны по магистральным сосудам; увеличивается с уменьшением тонуса сосудов; 7. Аи (Ом) – амплитуда дикротической волны, показатель периферического сопротивления в области мелких артерий; увеличение показателя указывают на рост этого сопротивления и увеличении тонуса сосудов; 8. ОИР (%) – дикротический индекс, показатель периферического сопротивления в области мелких артерий; чем выше индекс, тем выше тонус артерий.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Использование коррекционных воздействий привело к снижению тонуса паравертебральных мышц у всех спортсменов. Исследование мозгового кровотока у спортсменов, занимающихся тяжелой атлетикой, до паравертебральной миорелаксации показало, что все показатели были в пределах нормы. Под влиянием паравертебральной миорелаксации наблюдались изменения характеристик РЭГ. Эти изменения не были достоверными, однако, учитывая относительную консервативность параметров мозгового кровообращения, эти изменения рассматривали как тенденцию. Отмечена характерная тенденция увеличения временных характеристик прохождения пульсовой волны по мелким, средним и магистральным кровеносным сосудам головного мозга (левое и правое полушарие) у тяжелоатлетов после паравертебральной миорелаксации (рис.1).

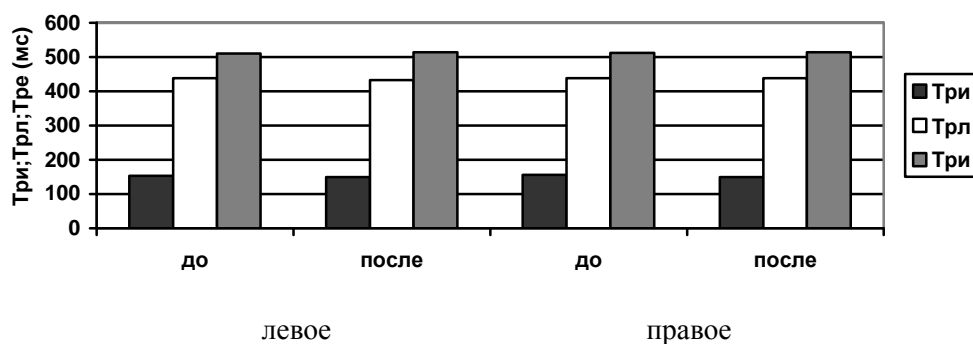


Рис.1. Временные характеристики прохождения пульсовой волны по мелким, средним и магистральным кровеносным сосудам головного мозга (левое и правое полушарие) у тяжелоатлетов до и после паравертебральной миорелаксации: Три; Трл; Тре – время прохождения пульсовой волны между точками РИ; РЛ; РЕ на реэнцефалограмме; до – начало эксперимента; после - конец эксперимента.

Исследование мозгового кровотока у спортсменов, занимающихся греко-римской борьбой до паравертебральной миорелаксации также показало отсутствие выраженных отклонений от нормы для показателей РЭГ в покое (рис.2). Под влиянием паравертебральной миорелаксации наблюдались изменения характеристик РЭГ, из которых наиболее характерными было увеличение ВБН, ВПР, уменьшение АДР, Три, Трл, Аи и ОИР. Исходя из современной интерпретации значений РЭГ, все ее показатели можно разделить по характеру связи с состоянием сосудов головного мозга [10–12].

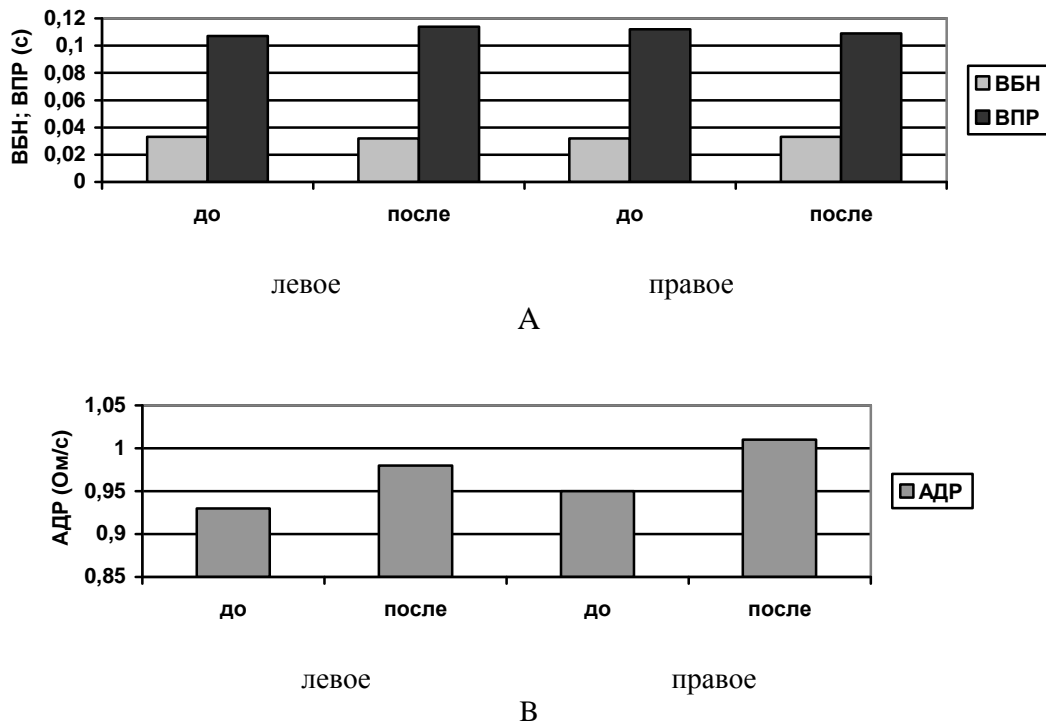


Рис.2. Показатели наполнения кровью сосудов головного мозга (левое и правое полушарие) у тяжелоатлетов до и после паравертебральной миорелаксации (А – временные показатели, В - амплитудно-временные показатели): ВБН – время быстрого наполнения, ВПР – время подъёма реограммы, до – начало эксперимента; после - конец эксперимента, АДР – амплитуда дифференцированной реограммы.

Основываясь на этом, можно предположить, что у тяжелоатлетов после паравертебральной миорелаксации наблюдались изменения в виде возрастания тонуса магистральных сосудов (увеличение  $T_{pe}$ ), падения тонуса крупных и средних артерий головного мозга (увеличение АДР и  $T_{рл}$ ), увеличения тонуса мелких артерий (возрастание  $A_i$  и ОИР) (рис.3).

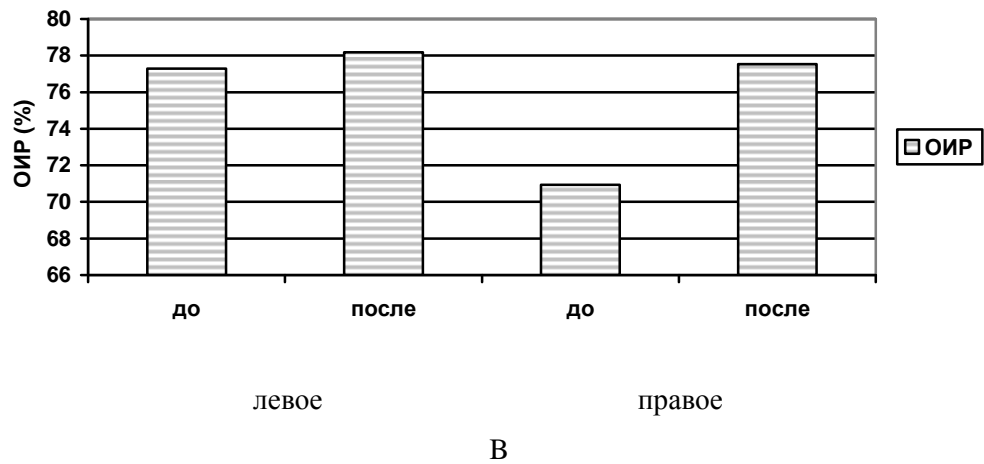
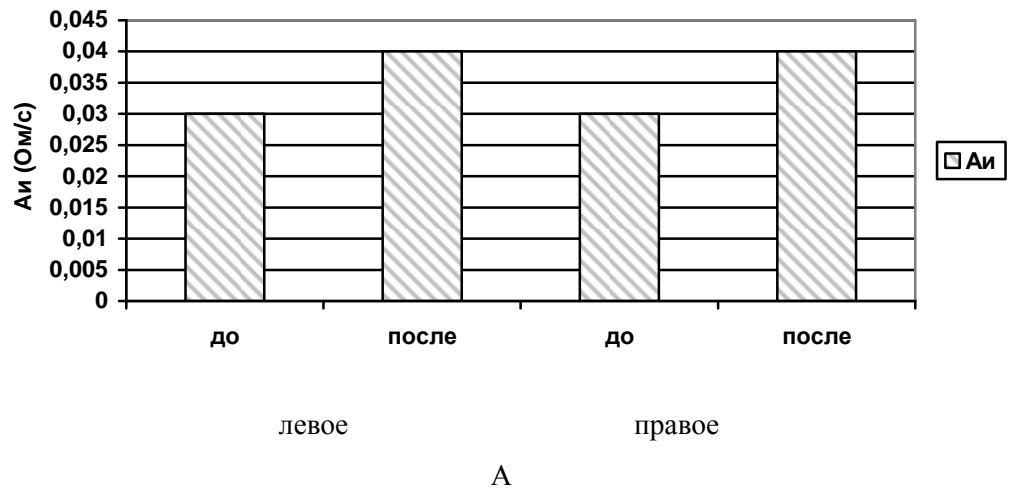


Рис.3 Показатели периферического сосудистого сопротивления в области мелких артерий головного мозга у тяжелоатлетов до и после паравертебральной миорелаксации (А – амплитудные (абсолютные) показатели, В – амплитудные (относительные)): Аи – амплитуда инцизуры; OIP – дикротический индекс; до – начало эксперимента; после - конец эксперимента.

ИЗМЕНЕНИЕ МОЗГОВОЙ ГЕМОДИНАМИКИ ...

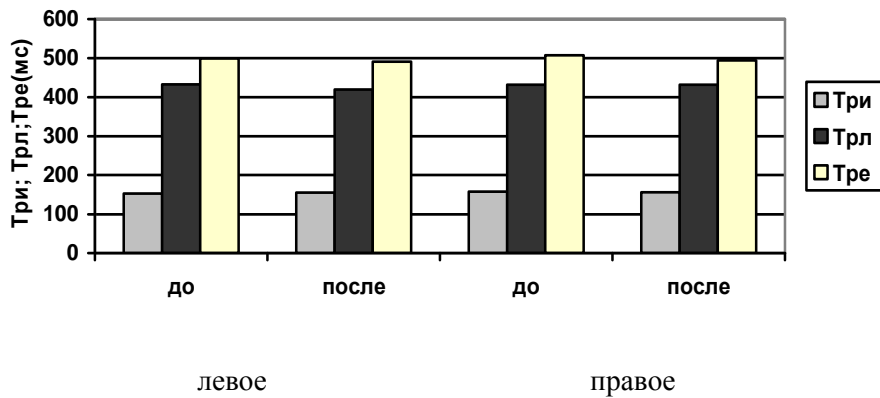
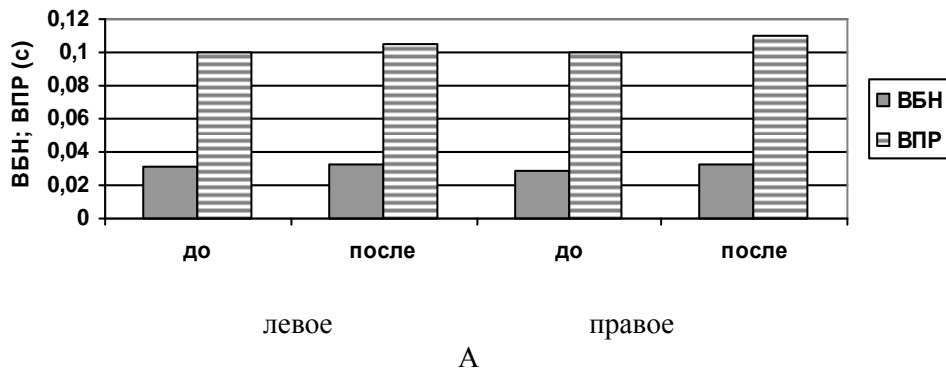
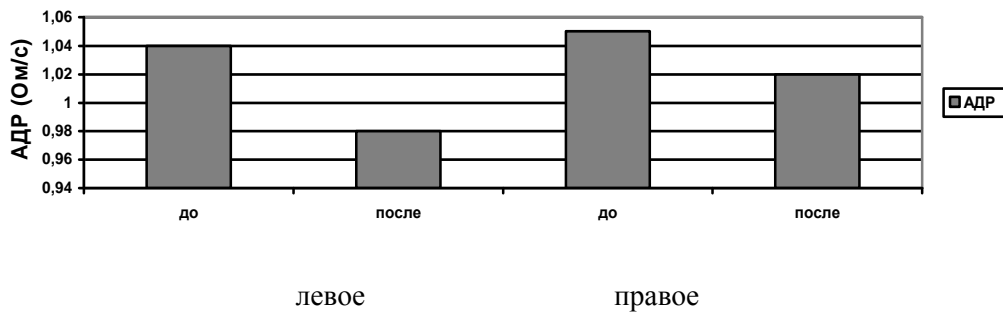


Рис.4. Временные характеристики прохождения пульсовой волны по мелким, средним и магистральным кровеносным сосудам головного мозга (левое и правое полушарие) у борцов до и после паравертебральной миорелаксации:

Примечание: Три; Трл; Тре – время прохождения пульсовой волны между точками РИ; РЛ; РЕ на реэнцефалограмме; до – начало эксперимента; после - конец эксперимента.



А



В

Рис.5. Показатели наполнения кровью сосудов головного мозга (левое и правое полушарие) у борцов до и после паравертебральной миорелаксации (А – временные показатели, Б - амплитудно-временные показатели):

ВБН – время быстрого наполнения, ВПР – время подъёма реограммы, до – начало эксперимента; после – конец эксперимента, АДР – амплитуда дифференцированной реограммы.

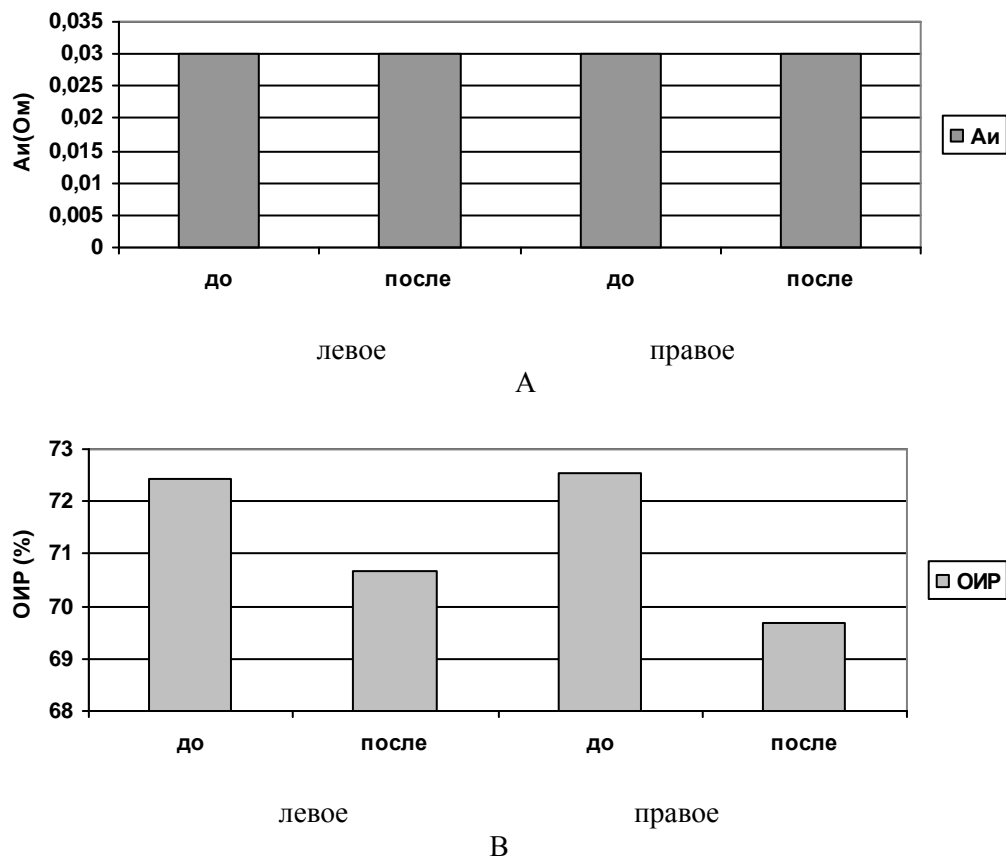


Рис.6 Показатели периферического сосудистого сопротивления в области мелких артерий головного мозга у борцов до и после паравертебральной миорелаксации (А – амплитудные (абсолютные) показатели, Б – амплитудные (относительные)): Ai – амплитуда инцизуры; ОИР – дикротический индекс; до – начало эксперимента; после – конец эксперимента

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Для спортсменов, паравертебральные мышцы которых, работают в режимах гликолитической ёмкости и аэробной мощности, что приводит к гипертонусу этих мышц, рекомендуется использовать паравертебральную миорелаксацию в условиях водной среды, с целью снижения гипертонуса мышц и оптимизации состояния сосудов головного мозга.

- У спортсменов-тяжелоатлетов выявлена тенденция к следующим изменениям на паравертебральную миорелаксацию: возрастание тонуса магистральных сосудов (увеличение Тре), падение тонуса крупных и средних артерий головного мозга (увеличение АДР и Трл), возрастание тонуса мелких артерий (увеличение Аи и ОИР).
- У спортсменов-борцов выявлена тенденция к следующим изменениям на паравертебральную миорелаксацию: возрастание тонуса крупных (увеличение ВБН, ВПР, уменьшение АДР) и средних (уменьшение Трл) артерий головного мозга, падение тонуса мелких артерий (уменьшение Аи и ОИР). РЭГ-показатели мозгового кровообращения в левом и правом полушариях головного мозга у спортсменов после паравертебральной миорелаксации изменяются почти синхронно.

В дальнейшем представляет научный интерес выявление связей между тонусом паравертебральных мышц и характером наполнения кровью, движения крови в мозговых сосудах, а также особенности периферического сосудистого сопротивления.

#### Список литературы

- Амосов Н.М., Бендет Я.М. Физическая активность и сердце / Н.М. Амосов, Я.М. Бендет [3-е изд., перераб. и доп.] - К.: Здоровья, 1989. - 216 с.
- Wilmor I.H. Physiology of sport and exercise. / I.H. Wilmor, D.L. Costill // Human kinetics. 1994. – P.548.
- Leslie D. Montgomery. Rheoencephalographic and electroencephalographic measures of cognitive workload: analytical procedures / Leslie D. Montgomery, Richard W. Montgomery, Raul Guisado // Biological Psychology, Volume 40, Issues 1–2, May 1995, P.143-159
- Stephen J. Peroutka. Autoradiographic localization of 5-HT<sub>1</sub> receptors to human and canine basilar arteries / Stephen J. Peroutka, Michael J. Kuhar // Brain Research. Volume 310, Issue 1, 17 September 1984, P. 193-196
- Сышко Д.В. Влияние паравертебральной миорелаксации на электрические процессы в сердце у спортсменов / Д.В. Сышко // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту: Зб. наук. пр. під ред. Єрмакова С.С. – Харків. - 2013. - №2. – С. 79 – 83
- Alfonso Mandara. The correction of vertebral joint dysfunctions changes cerebrovascular and cerebrospinal fluid functional parameters improving some Primary Respiratory Mechanism parameters / Alfonso Mandara, Yuri Moskalenko, M. Musicco // International Journal of Osteopathic Medicine. Volume 9, Issue 1, March 2006, P. 35
- David J. Lefter. Enhanced vasomotion of cerebral arterioles in spontaneously hypertensive rats / David J. Lefter, Colleen D. Lynch, Kathleen C. Lapinski, Phillip M. Hutchins // Microvascular Research. Volume 39, Issue 2, March 1990, P. 129-139
- Vernon A. Benignus. Carboxyhemoglobin and brain blood flow in humans / Vernon A. Benignus, Mathew K. Petrovick, Lynne Newlin-Clapp, James D. Prah // Neurotoxicology and Teratology. Volume 14, Issue 4, July–August 1992, P. 285-290
- Tomoki Hashimoto. Roles of Angiogenesis and Vascular Remodeling in Brain Vascular Malformations / Tomoki Hashimoto, William L. Young // Seminars in Cerebrovascular Diseases and Stroke. Volume 4, Issue 4, December 2004, P. 217-225
- Агте Б.С. Реоэнцефалография / Б.С. Агте, П.П. Мановицкий // Методы исследования в невропатологии / [сб. науч. трудов/ науч. ред. Агте Б.С.] – Киев: Здоровья, 1981. - С. 32–40.



11. J Jacquy . Cerebral blood flow and quantitative rheoencephalography / J Jacquy ,W.J Dekoninck, A Piraux, R Calay, J Bacq, D Levy, G Noel // *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, Volume 37, Issue 5, November 1974, P. 507-511
12. Домбровский В.В. Влияние вестибулярного раздражения на мозговое кровообращение у спортсменов / В.В. Домбровский, Д.В. Сышко, В.Ф. Гружневская // *Таврический медико-биологический вестник: Науч.-практ. журн.* - 2002. - № 4. Т. 5. - С. 25–28.
13. Москаленко Ю.Е. Функциональная устойчивость системы мозгового кровообращения / Москаленко Ю.Е. // *Физиологический журнал СССР им. И.М. Сеченова.* - 1978. - Т. 64. № 5. - С. 654–659.
14. Yu. Moskalenko. Effects of cranial trepanation on the functioning of cerebrovascular and cerebrospinal fluid systems / Yu. Moskalenko S. Mozhaev, G. Weinstein, T. Kravchenko, N. Riabchikova, A. Feilding, P. Halvorson, V. Semernia, A. Panov, S. Medvedev // *International Journal of Psychophysiology*, Volume 69, Issue 3, September 2008, P. 302-303.
15. Krivetz E.V. Adaptative reactions of central cardiohemodynamics in sportswomen, engaged in synchronized swimming. 6- th Internat. Sci. Congr. "Problems of Sex dimorphism in Sport", Katowice 20-22. 10.2000.

**Маметова О.Б. Залежність мозкової гемодинаміки від тонузу паравертебральних м'язів та характеру навантаження у спортсменів / О.Б. Маметова, К.Д. Савіна // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2013. – Т. 26 (65), № 4. – С. 110-120.**

Вивчено вплив паравертебральної міорелаксації на мозковий кровообіг у спортсменів. Паравертебральна міорелаксація була комплексом вправ у водному середовищі направлених на зниження тонузу паравертебральних м'язів. До і після застосування паравертебральної міорелаксації реєстрували показники реоенцефалографії у спортсменів, що займаються греко-римською боротьбою (n=22) футболу (n=24) і важкою атлетикою (n=25). У борців спостерігали зміни у формі зростання тонузу крупних (збільшення TRF, TGRP, зменшення ADR ) і середніх (зменшення T1, T2) артерій головного мозку, падіння тонузу дрібних артерій (зменшення AI і OIP). Одержано, що у важкоатлетів після паравертебральної міорелаксації спостерігалися зміни у вигляді зростання тонузу магістральних судин (збільшення T3), падіння тонузу крупних і середніх артерій головного мозку (збільшення ADR і T2), збільшення тонузу дрібних артерій (зростання AI і DI). У футболістів достовірних змін, в мозковій гемодинаміці не спостерігалось. Одержані дані свідчать про наявність різних механізмів адаптації кровоносних судин головного мозку в умовах впливів паравертебральної міорелаксації. Ці відмінності детерміновані двома основними чинниками: функціональним станом серцево-судинної системи в цілому і функціональним станом системи регуляції мозкової гемодинаміки.

**Ключові слова:** міорелаксація, реоенцефалографія, спортсмени, тонус судин мозку.

## **DEPENDENCE OF CEREBRAL CIRCULATION ON TONUS PARAVERTEBRAL MUSCLES AND CHARACTER OF LOADING AT SPORTSMEN**

*Mametova O.B., Savina K.D.*

*Taurida National V. I. Vernadsky University, Simferopol, Ukraine  
E-mail: syshko@list.ru*

Paravertebrals miorelaxation was the complex of exercises in a water environment directed on the decline of tone of paravertebral muscles. Before and after it was used of paravertebrals miorelaxation registered the indexes of rheoentsefalografics at the sportsmen engaged in the Greek-Roman fight (n=22) by football (n=24) and heavy athletics (n=25). The changes, that have been determined at the wrestlers, was in the form

of increasing tone of large (increase TRF, TGRP, decreased ADR) and medium (decreased T1, T2) arteries of the brain, decreased tone of the small arteries. Paravertebral myorelaxation of weightlifters caused them changes in the form of increasing tone of the great vessels (increase T3), decreased tone of large and medium-sized arteries of the brain (increase ADR и T2), increasing the tone of the small arteries (increase AI и DI). Reliable changes in cerebral hemodynamics have not been established at football players. The obtained data indicate that there are different mechanisms of adaptation in the brain blood vessels under conditions of the paravertebral miorelaxation. Sportsmen (heavy athletics) had the following reaction on paravertebral miorelaxation: growth of tonus of main vessels (increase T3), falling of tone of large and middle arteries of cerebrum (the ADR and T2 increase), growth of tonus of shallow arteries (the AI and DI increase). Sportsmen (Greek-Roman fight) had the following reaction on paravertebral miorelaxation: growth of tonus of large (the TRF increase, TGR, the ADR reduction) and middle (reduction T2) arteries of cerebrum, falling of tonus of shallow arteries (the AI and DI reduction). The REG-indexes of cerebral circulation of blood in left and right hemispheres of cerebrum at sportsmen after paravertebral change almost synchronously. For sportsmen paravertebral muscles of which, work in the modes of glycolitic capacity and aerobic power and it results in hyper tonus of these muscles, it is necessary to use paravertebral miorelaxation in the conditions of water environment, with the purpose of decline of hyper tonus of muscles and optimization of vessels of cerebrum. These differences are predetermined by two main factors: the functional state of the cardiovascular system in general and the functional states of the system of regulation of cerebral hemodynamics. In future scientific interest represents the exposure of communications between tonus of paravertebral muscles and character of filling by a blood, motions of blood in cerebral vessels, and also features of peripheral vascular resistance.

**Key words:** miorelaxation, rheoencephalography, the athletes, the tone of cerebral blood vessels.

### References

1. Agte B.C., Manovickiy P.P. Metody isledovaniyu v nevropatologii [Methods of research in a neuropathology]. Kiev, 1981, pp. 32 – 40.
2. Amosov N.M., Bendet Y.M. Fizicheskay aktivnost i serce [Physical activity and heart]. Kiev, 1989, 216p.
3. Alfonso Mandara. The correction of vertebral joint dysfunctions changes cerebrovascular and cerebrospinal fluid functional parameters improving some Primary Respiratory Mechanism parameters. International Journal of Osteopathic Medicine. Volume 9, Issue 1, March 2006, P. 35
4. David J. Lefer. Enhanced vasomotion of cerebral arterioles in spontaneously hypertensive rats. Microvascular Research. Volume 39, Issue 2, March 1990, P. 129-139
5. Dombrovsky V.V., Syshko D.V., Gryzhevskay V.F. Tavricheskiy mediko-biologicheskiy vestnik [Tavrida medicine and biology announcer]. Simferopol, 2002, vol. 5, №4, pp. 25 – 28.
6. J Jacquy. Cerebral blood flow and quantitative rheoencephalography. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, Volume 37, Issue 5, November 1974, P. 507-511
7. Vernon A. Benignus. Carboxyhemoglobin and brain blood flow in humans. Neurotoxicology and Teratology. Volume 14, Issue 4, July–August 1992, P. 285-290
8. Krivetz E.V. Problemy polovogo demorfizma v sporte [Problems of Sex dimorphism in Sport] , Katowice, 2000, pp.20-22
9. Leslie D. Montgomery. Rheoencephalographic and electroencephalographic measures of cognitive workload: analytical procedures. Biological Psychology, Volume 40, Issues 1–2, May 1995, P.143-159

10. Stephen J. Peroutka. Autoradiographic localization of 5-HT<sub>1</sub> receptors to human and canine basilar arteries. *Brain Research*. Volume 310, Issue 1, 17 September 1984, P. 193-19
11. Tomoki Hashimoto. Roles of Angiogenesis and Vascular Remodeling in Brain Vascular Malformations. *Seminars in Cerebrovascular Diseases and Stroke*. Volume 4, Issue 4, December 2004, P. 217-225
12. Moskalenko Y.E. *Fiziologicheskij zhurnal SSSR im. I. M. Sechenova* [Physiological journal of USSR by him. I.M. Sechenova]. Moscow, 1978, - vol. 64. № 5. - pp. 654–659.
13. Syshko D.V. *Pedagogika, psihologiy ta meduko-biologichni problemy fizychnogo vyhovany i sporty* [Pedagogic, psychology and medics-biology problems physical education and sport]. Harkov, 2013, №2, pp. 79-83.
14. Yu. Moskalenko. Effects of cranial trepanation on the functioning of cerebrovascular and cerebrospinal fluid systems. *International Journal of Psychophysiology*, Volume 69, Issue 3, September 2008, P. 302-303.
15. Wilmore I.H. *Physiology of sport and exercise*. Human kinetics. – 1994. – P.548.

*Поступила в редакцию 15.11.2013 г.*