

14. Bakulev S.E., Simakov A.M., Pavlenko A.V., Chistyakov V.A., Piskun O.E. (2016), "System of objective control of the prestarting state in taekwondo", *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, Vol. 132, No. 2, pp. 46-49.
15. Bakulev, S.E., Chistyakov, V.A., Pavlenko, A.V., Bakulev, M.S., Kim John Kil (2011), "Social and pedagogical aspects of educational and training process of the Russian taekwondo", *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, Vol. 75, No. 5, pp. 18-22.
16. Taymazov V.A., Bakulev S.E., Simakov A.M., Pavlenko A.V., Chistyakov V.A. (2014), "Comparative analysis of technical actions of taekwondo of versions (ITF) and (VTF)", *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, Vol. 117, No. 11, pp. 148-154.
17. Tajmazov V.A. and Bakulev S.E. (2006), "Value of functional asymmetry as genetic marker of sports abilities", *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, No. 22, pp. 74-82.
18. Taymazov, V.A. and Bakulev, S.E. (2005), "Forecasting of success of competitive activity of athletes taking into account genetic bases of training", *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, Issue 18, pp. 81-89.
19. Taymazov V.A. and Bakulev S.E. (2007), "The development of a systematic approach to the study of human activities", *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, Vol. 23, No. 1, pp. 68-75.
20. Tataruch, Rafal, Kostjuchenko, V.F. and Chistyakov, V.A. (2011), "The motivation level in training of young athletes", *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, Vol. 76, No. 6, pp. 159-164.
21. Mokeev, G.I., Bakulev, S.E., Chistyakov, V.A., Bakulev M.S., Ivanov, M.P., Taymazov, V.A., Harrasov, V.N. (2010), *The exercise machine for boxing and other types of single combats*, Patent No. 100729 Russian Federation.
22. Taymazov V.A., Bakulev S.E., Simakov A.M., Pavlenko A.V. and Chistyakov, V.A. (2014), "Taekwondo of versions of ITF and VTF – a common ground", *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, Vol. 116, No. 10, pp. 122-127.

Контактная информация: simakov-tkd@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 20.07.2016

УДК 796/799:612.13

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ СУБМАКСИМАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ НА РЕГИОНАЛЬНЫЙ КРОВОТОК У ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ ЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДОВ СПОРТА

Дарья Александровна Слепова, врач,

*Андрей Вячеславович Калинин, доктор медицинских наук, заведующий отделением
функциональной диагностики,*

*Городской врачебно-физкультурный диспансер, Комитет здравоохранения администра-
ции Санкт-Петербурга, Санкт-Петербург*

Аннотация

Настоящая работа направлена на изучение влияния физической нагрузки на периферическое кровообращение у спортсменов циклических видов спорта. Под наблюдением было 80 высококвалифицированных спортсменов мужского пола. Оценка проводилась с помощью методов реовазографии и ультразвуковой доплерографии. По данным реовазографии после нагрузки у 60% обследуемых наблюдалась асимметрия кровообращения и снижение амплитуды реограммы. В 64% случаев регистрировалось достоверное повышение тонуса крупных и средних артерий. После нагрузки у 35% спортсменов наблюдалось затруднение тонуса крупных и средних артерий. После нагрузки у 70% спортсменов выявлялся спазм сосудов микроциркуляторного русла на фоне увеличения линейных и объемных скоростей кровотока. Увеличение индексов Гослинга и Пурсело происходило на 10%.

Ключевые слова: циклические виды спорта, микроциркуляция, реовазография, ультразвуковая доплерография.

**INFLUENCE OF PHYSICAL ACTIVITY OF SUBMAXIMAL POWER ON
REGIONAL BLOOD FLOW AT HIGHLY SKILLED ATHLETES IN CYCLIC
SPORTS**

*Darya Aleksandrovna Slepova, the doctor,
Andrey Vyacheslavovich Kalinin, the doctor of medical sciences, department chairman of
functional diagnostics,
Center of Sports Medicine of St. Petersburg, St. Petersburg*

Annotation

The aim of the presented research is to study the impact of physical activity on the regional blood circulation among the cyclic sports athletes. The authors observed 80 male elite athletes. The evaluation was conducted by using rheovasography methods and Doppler ultrasound. The rheovasography showed that as the result of the exercise 60 percent of the participants had asymmetry of blood flow and reduced rheogram amplitude. In 64 % cases there was significant increase in the tone of large and medium-sized arteries. Also the exercise resulted in venous outflow obstruction among the 35% of the observed athletes. Ultrasound dopplergrams detected microvascular spasm with increased linear and volumetric blood flow velocity among the 70% of participants. Gosling and Purcell indexes have been increased by 10%.

Keywords: cyclic sports, microcirculation, rheovasography, Doppler ultrasound.

ВВЕДЕНИЕ

Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы спортсмена является одним из определяющих факторов в формировании комплекса адаптаций организма к длительному воздействию интенсивных физических нагрузок.

Постоянно возрастающие требования к тренировочной и соревновательной деятельности высококвалифицированных спортсменов обуславливают необходимость своевременного применения всего арсенала средств, повышающих работоспособность спортсменов. Лимитирующим фактором для развития выносливости является недостаточное количество кислорода, поступающего к работающим мышцам. Однако не следует забывать о том, что процесс обеспечения мышц кислородом связан не только с процессами кардиодинамики, но и с микроциркуляцией, параметрами системы крови и гемореологическими характеристиками [2]. Гемодинамика в системе микроциркуляции, особенно в ее капиллярном звене, определяется как внутренними силами кровообращения, так и метаболическими потребностями кровоснабжения тканей [1].

Для оценки кровообращения используются различные методы исследования периферического кровотока: инвазивные (радионуклидные методы, ангиография), лучевые неинвазивные (дуплексное сканирование периферических артерий, УЗДГ) и аппаратные неинвазивные клинко-метрические (объемная сфигмография, реовазография, капилляроскопия) [4].

Особенности регионального кровотока в спортивной практике еще изучены недостаточно, в то время как разработкам по кардиодинамике и системному кровообращению спортсменов посвящены многочисленные публикации. Исследование физиологических механизмов кровоснабжения мышц в избранных видах спорта имеет большое значение для клинической и экспериментальной практики. Характер реакции на физическую нагрузку позволяет провести оценку функционального состояния различных систем организма.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании принимали участие 80 спортсменов мужского пола в возрасте 16-37 лет, тренирующихся на выносливость (конькобежный и лыжный спорт). Спортивная квалификация обследуемых спортсменов выше I взрослого разряда (28 – МС, 35 – КМС, 17 – I взрослый разряд). По результатам ежегодной диспансеризации все спортсмены признаны «здоровыми».

Обследования проводились в один и тот же период годового цикла тренировок (в подготовительном и предсоревновательном периоде тренировочного процесса). Оценивалась работоспособность спортсмена, состояние сердечно-сосудистой системы, кровотока нижних конечностей и микроциркуляторного русла. Реовазография и ультразвуковая доплерография проводились до и после физической нагрузки на эргоспирометре. Все спортсмены подписывали согласие на участие в клиническом исследовании.

Применяли общепринятые методы функциональной диагностики: эргоспирометрия, реовазография, ультразвуковая доплерография. Определение физической работоспособности проводилось с использованием эргоспирометра «Shiller AT-104» с непрерывной регистрацией потребления кислорода в покое и при выполнении физической нагрузки. Нами был использован Ramp-протокол, включающий в себя субмаксимальное многоступенчатое нагрузочное тестирование. Продолжительность каждой ступени – 1 мин, возрастание нагрузки последующей ступени по отношению к предыдущей – на 25 ватт. Общая длительность нагрузочного тестирования ограничивается достижением индивидуального стабильного максимума ЧСС.

Реовазограммы регистрировались при горизонтальном положении пациентов. Использовался компьютерный комплекс «Диамант». Состояние сосудов и кровообращение оценивалось по форме реовазограммы, ее симметричности, а также по реографическому индексу и индексу величины оттока.

Для оценки микроциркуляторного кровообращения использовался ультразвуковой компьютеризированный доплерограф «Минимакс – Д – К». Исследование гемодинамических характеристик участка проводилось непрерывным ультразвуковым датчиком с частотой 20 МГц в одной и той же точке кожи тыла кисти околonoгтевого ложа. На доплерограммах оценивались линейные и объемные скорости кровотока, индексы Гослинга и Пурсело, отражающих упруго-эластические свойства сосудов и состояние сосудистого сопротивления соответственно.

Полученные данные обработаны с использованием пакета программы STATISTICA 6 и Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Эргоспирометрическое тестирование показало, что все обследуемые спортсмены обладают высокой общей работоспособностью и аэробными возможностями (по результатам оценки PWC_{170} и максимального потребления кислорода).

Для определения интенсивности и объема кровотока в артериальных сосудах нижних конечностей применялся метод реовазографии. Это доступная методика, характеризующаяся отсутствием каких-либо негативных влияний на организм. Она является безопасным и информативным методом функциональной диагностики.

При анализе реовазограмм использовались амплитудные и временные характеристики. Для голеней и стоп нормальные показатели следующие: АРГ (амплитуда реограммы) $\geq 0,08$ Ом, КА (коэффициент асимметрии) $< 25\%$, ПТС (показатель тонуса сосудов) $= 11 \pm 17\%$, КВО (коэффициент венозного оттока) $\leq 40\%$ [5, 6]. В настоящем исследовании до нагрузки при анализе кровообращения голени, стопы по их лево-правосторонней типологии показано наличие в 38% случаев (у представителей конькобежного спорта) достоверных различий в значениях между левыми и правыми сегментами тела ($p < 0,05$) по большинству характеристик артериального и венозного кровообращения, что связано с особенностью спорта. После субмаксимальной нагрузки асимметрия кровообращения наблюдалась в 62% случаев. Динамика амплитуды реограммы по группам в Омах после физической нагрузки (таблица 1)

Снижение амплитуды реограммы свидетельствует об уменьшении объемного кровотока или кровенаполнения в исследуемой области.

Таблица 1

Динамика амплитуды реограммы после субмаксимальной нагрузки (Ом)

	Снижение	Повышение	Без изменения
Голеня	0,06±0,02; n=43 (53,75%)	0,015±0,005; n=27 (33,75%)	n=10; (12,5%)
Стопы	0,032±0,015; n=52 (65%)	0,02±0,01; n=28 (35%)	0

При исследовании кровотока методом реовазографии при нормальных показателях тонуса сосудов до физической пробы и после эргоспирометрической нагрузки у 64% спортсменов наблюдалось достоверное повышение тонуса крупных и средних артерий (рисунок 1).

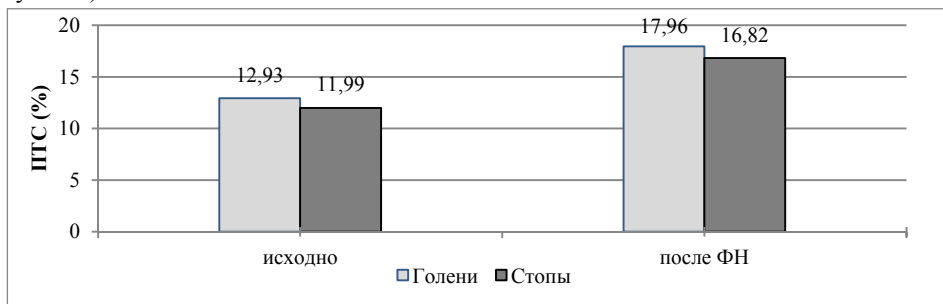


Рисунок 1. Динамика показателей тонуса сосудов до субмаксимальной нагрузки и после нагрузки (%)

В наших исследованиях было зафиксировано различие венозного оттока в голенях и стопах, на что указывают величины коэффициента венозного оттока. После физической нагрузки затруднение венозного оттока наблюдалось в голенях у 8% обследуемых и в стопах у 35% спортсменов по данным реовазографии. Полученные результаты согласуются с данными Кирьяновой М.А., которая в своей работе пишет также о затруднении венозного оттока в голенях и стопах у спортсменов циклических видов спорта, связанных, вероятно, с дилатацией сосудов микроциркуляторного русла под воздействием постоянных физических нагрузок [4].

Показатели тканевого импеданса в исследуемой области зависят от содержания электролитов и степени кровенаполнения. Динамическое снижение импеданса связано с ростом гидрофильности тканей исследуемого участка конечности [3].

В таблице 2 представлена динамика импеданса в исследуемых отделах конечности.

Таблица 2

Изменение омического импеданса голеней после субмаксимальной нагрузки (Ом)

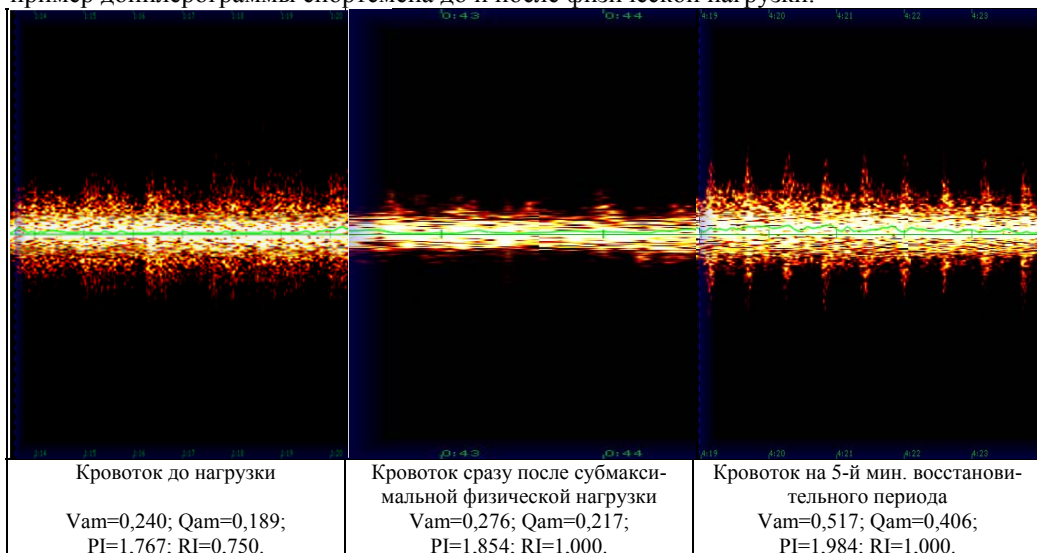
	Исходно	После ФН
Левая голень	106	103
Правая голень	105	104

Исследование артериальной ишемии, состояния капиллярного русла и оценки развития коллатерального кровообращения проводилось с помощью ультразвуковой доплерографии микроциркуляторного русла.

Исходно на доплерограммах 90% спортсменов имели признаки периферического спазма сосудов, что может быть связано с вегетативным дисбалансом и наличием гиперсимпатикотонии. На нагрузку у 56 спортсменов (70%) наблюдался спазм сосудов микроциркуляторного русла с ограничением кровоснабжения дистальных отделов конечностей на 12±4%. Во время восстановления спортсмена после пробы наблюдалось усиление микроциркуляторного кровотока на 17±3%.

Средняя линейная скорость (V_{am}) в 70% случаев увеличивалась после эргоспирометрической нагрузки, а средняя объемная скорость (Q_{am}) достоверно увеличивалась у 62% спортсменов. По данным ультразвуковой доплерографии у 60% спортсменов после

пробы с физической нагрузкой наблюдалось повышение индекса Гослинга (PI), отражающего упруго-эластические свойства сосудов, на $7,5 \pm 2\%$ и индекса Пурсело (RI), отражающего состояние сосудистого сопротивления, на $10 \pm 3\%$. На рисунке 2 представлен пример доплерограммы спортсмена до и после физической нагрузки.



Таким образом, физическая нагрузка субмаксимальной мощности у спортсменов циклических видов спорта вызывает снижение амплитудных характеристик реовазограммы, повышение тонуса сосудов нижних конечностей, а также у части спортсменов затруднение венозного оттока. При исследовании микроциркуляторного русла регистрировалось увеличение линейных и объемных скоростей, а также индексов Гослинга и Пурсело. Анализируя полученные данные, можно заключить, что физическая нагрузка субмаксимальной мощности приводит к достоверному нарушению кровотока как по показателям артериального притока, так и по изменению венозного оттока.

ВЫВОДЫ

1. Субмаксимальная нагрузка возрастающей мощности у спортсменов циклических видов спорта приводит к достоверным нарушениям кровообращения.
2. При исследовании периферического кровотока методом реовазографии после физической нагрузки наблюдалось снижение амплитуды реограммы, повышение тонуса крупных и средних артерий, как показатель недостаточного кровообращения в исследуемом отделе нижней конечности.
3. Субмаксимальная физическая нагрузка приводит к спазму микроциркуляторного русла с ограничением кровоснабжения дистальных отделов конечностей по данным ультразвуковой доплерографии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бархатов, И.В. Применение лазерной доплеровской флоуметрии для оценки нарушений системы микроциркуляции крови человека / И.В. Бархатов // Казанский медицинский журнал. – 2014. – № 1 (95). – С. 63-69.
2. Гунина, Л.М. Прогностические изменения показателей белой крови у хоккеистов высокой квалификации на этапе подготовки к соревнованиям [Электронный ресурс] / Л.М. Гунина, С.В. Олишевский // Материалы международной научной конференции по вопросам состояния и перспективам развития медицины в спорте высших достижений «Спортмед-2009». 2009. – URL : http://sportmed.ru/files/files/literature/journals_RASMIRBI/2009/Журнал_РАСМИРБИ_2009_N31.pdf. – Дата обращения 01.06.2016.

3. Калинин, А.В. Влияние различных видов низкоинтенсивных электромагнитных полей на репаративный остеогенез (экспериментально-клиническое исследование) : дис. ... канд. мед. наук / Калинин Андрей Владимирович. – СПб., 1996. – 176 с.
4. Кирьянова, М.А. Реографические показатели спортсменов циклических видов спорта / М.А. Кирьянова, И.Н. Калинина, Л.Г. Харитонова // Вестник ЮУрГУ. – 2010. – № 24. – С. 125-128.
5. Комплексная оценка функционального состояния гемодинамики методом импедансной электроплетизмографии и импедансометрии / М-во здравоохран. РСФСР ; сост. Е.А. Лужников, А.И. Ишмухаметов, Л. Г. Костомарова и [др.]. – М. : [б.и.], 1985. – 33 с.
6. Молоканов, Н.Я. Полуавтоматическая и автоматическая расшифровка реограмм : метод. рекомендации / Н.Я. Молоканов, В.А. Милиагин, В.М. Стельмак ; М-во здравоохран. РСФСР. – Смоленск : [б.и.], 1988. – 21 с.

REFERENCES

1. Barkhatov, I.V. (2014), "Use of laser Doppler flowmetry for an assessment of disturbances of system of microblood circulation of the person", *the Kazan medical journal*, No. 1 (95), pp. 63-69.
2. Gunina, L.M. and Olishovsky S.V. (2009), "Prognostic changes of indicators of a white blood at hockey players of high qualification at a preparation stage to competitions", *Materials of the international scientific conference on questions of a state and prospects of development of medicine in an elite sport "Sport honey-2009"*, available at: http://sportmed.ru/files/files/literature/journals_RASMIRBI/2009/Журнал_РАСМИРБИ_2009_N31.pdf.
3. Kalinin, A.V. (1996), *Influence of different types of low-intensive electromagnetic fields on reparative bone formation (experimental clinical trial)*, dissertation, St. Petersburg.
4. Kiryanova, M. A., Kalinina I.N. and Kharitonov, L.G. (2010), "Rheographic indicators of athletes of cyclic sports", *Messenger of SUSU*, No. 24, pp. 125-128.
5. Luzhnikov E.A., Ishmukhametov A. I., Kostomarov L.G. and other. (1985), *Complex assessment of a functional condition of a hemodynamics by method of an impedance electro plethysmography and impedansometry*, RSFSR Ministry of Health, Moscow.
6. Molokanov, N. Ya., Milyagin V.A. and Stelmak, B.M. (1988), *Semi-automatic and automatic interpretation of rheograms: methodical references*, RSFSR Ministry of Health, Smolensk.

Контактная информация: darya.aleksandrovna@gmail.com

Статья поступила в редакцию 18.07.2016

УДК 796.412.2

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЧЕМПИОНАТА ЕВРОПЫ ПО ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ГИМНАСТИКЕ – 2016 В ХОЛОНЕ (ИЗРАИЛЬ)

Раиса Николаевна Терехина, доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой, судья международной категории (FIG), **Елена Сергеевна Крючек**, кандидат педагогических наук, профессор, судья международной категории (FIG), **Елена Николаевна Медведева**, кандидат педагогических наук, профессор, Заслуженный работник физической культуры РФ, **Ирина Александровна Винер-Усманова**, доктор педагогических наук, профессор, Заслуженный тренер России, Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург (НГУ им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург)

Аннотация

Завершающий год олимпийского цикла насыщен ответственными стартами, позволяющими спортсменкам бороться за право выступать на самых престижных соревнованиях современности – Играх Олимпиад. Чемпионат Европы в Израиле явился, по сути, генеральной репетицией для ведущих гимнасток европейского помоста перед Играми в Рио-де-Жанейро. Результаты соревнований в Холоне свидетельствуют о том, что уровень исполнительского мастерства спортсменок разных стран постоянно растет и конкуренция для отечественных спортсменок резко обострилась. Предстоит чрезвычайно сложный завершающий этап подготовки к самому главному старту четырехлетия. Данная статья посвящена анализу достижений гимнасток на данный момент и соотноше-