

7. Никитушкин, В.Г. Методология программно-нормативного обеспечения многолетней подготовки квалифицированных юных спортсменов : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04 / Никитушкин Виктор Григорьевич ; Всерос. науч.-исслед. ин-т физ. культуры и спорта. – М., 1995. – 88 с.
8. Рунова, М.А. Двигательная активность ребёнка в детском саду: 5-7 лет : пособие для педагогов дошкольных учреждений, преподавателей и студентов педвузов и колледжей / М.А. Рунова. – М. : Мозаика-Синтез, 2000. – 256 с.

#### REFERENCES

1. Bloskina, N.M. and Vershinin, M.A. (2011), “The Efficacy of the use of funds for the development of the equilibrium function in the physical education of children with visual impairment 5-6 years”, *Adaptive physical education*, No. 3 (47), pp. 50-53.
2. Wenger, L.A., Dyachenko, O.M., Varentsova, N. C. and others. (2012), *Development. Approximate basic educational program of preschool education. Senior pre-school age: a methodological guide*, Publishing house KNOW "TC them. L. A. Wenger "Development", Moscow.
3. Emelyanov, V.D. (2009), *Technology diagnostic factors determining the development of the coordination patterns of motor activity in children with disabilities*, dissertation, St. Petersburg, Russian Federation.
4. Iwasawa, O.C. (2006), *Differentiated physical training of children 4-6 years*, dissertation, Krasnodar, Russian Federation.
5. Kozguchova, N.N., Rizgkova, L.A. and Borisova M.M. (2003), *Theory and technique of physical training of children of preschool age*, publishing house “VLADOS”, Moscow, Russian Federation.
6. Kulkova, I.V. (2014), “Means of improving physical culture of visually impaired and children hard of hearing of 6-7 years”, *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, Vol.108, №.2, pp.87-91.
7. Nikitushkin, V.G. (1995), *Methodology of program and standard ensuring long-term training of the qualified young athletes*, Moscow, Russian Federation.
8. Runiva, M.A. (2000), *Locomotor activity of the child in the kindergarten: 5-7 years*, publishing house “Mozaika-Sintez”, Moscow, Russian Federation.

**Контактная информация:** kulkova2007@yandex.ru

*Статья поступила в редакцию 18.12.2014.*

#### УДК 612.1

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕПАРАТА ЖЕНЬШЕНЯ ДЛЯ РАСШИРЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СИСТЕМЫ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ ПРИ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

*Федор Борисович Литвин, доктор биологических наук, профессор,  
Михаил Александрович Аверьянов, аспирант,*

*Смоленская государственная академия физической культуры, спорта и туризма*

#### **Аннотация**

С помощью метода лазерной доплеровской флоуметрии выполнено исследование по изучению влияния настойки корня женьшеня на интенсивность микроциркуляции, реактивность механизмов регуляции, транспорт кислорода в системе микроциркуляции у волейболистов. Результаты работы свидетельствуют о том, что при курсовом приеме адаптогенов уровень функционирования, реактивность микрососудов и условия транспорта кислорода в системе микроциркуляции у спортсменов из экспериментальной группы существенно отличаются по своим показателям от работы системы микроциркуляции у спортсменов из группы контроля. При исходно одинаковых временных и спектральных показателях системы микроциркуляции у спортсменов обеих групп, после приема адаптогенов в экспериментальной группе расширяется диапазон нормы реакции по следующим показателям: интенсивность микроциркуляции, сатурация кислородом гемоглобина смешанной крови микроциркуляторного русла, потребление кислорода тканями. Возрастает участие кислорода в окислительно-восстановительных реакциях на уровне клеточных митохондрий. Среди механизмов регуляции отмечается снижение тонуса крупных артерий на фоне повышения тонуса прекапиллярных артериол. После курсового приема настойки женьшеня повышается ам-

плитуда эндотелиальных колебаний, отражающая как вазомоторную активность, так и метаболическую функцию эндотелия микрососудов.

**Ключевые слова:** препарат женьшеня, физическая нагрузка, система микроциркуляции, механизмы регуляции, транспорт кислорода.

**DOI:** 10.5930/issn.1994-4683.2014.12.118.p128-133

## **PROSPECTS FOR THE USE OF THE DRUG GINSENG FOR EXTENDING THE FUNCTIONALITY OF THE MICROCIRCULATION DURING THE MUSCLE ACTIVITY**

*Feodor Borisovich Lytvyn, the doctor of biological sciences, professor,  
Mikhail Aleksandrovich Averianov, the post-graduate student,  
Smolensk State Academy of Physical Culture, Sports and Tourism*

### **Annotation**

Using the method of laser Doppler flowmeter the authors performed the study on the impact of the ginseng root tinctures on the intensity of the microcirculation, reactivity mechanisms of regulation, oxygen transport in the microcirculation system among the volleyball players. The results indicate that under treatment adaptogens course the level of functioning, microvascular reactivity and conditions of oxygen transport in the microcirculation system among the athletes from the experimental groups significantly differ by their indicators from the system of microcirculation among the athletes from the control group. Under initially the same temporal and spectral characteristics of the system of microcirculation among the athletes of both groups the range of the reaction rate expands on the following parameters after receiving of the adaptogens in the experimental group: the intensity of the microcirculation, oxygen saturation of hemoglobin of the mixed blood microcirculation, oxygen consumption by the tissues. The participation of oxygen in oxidation-reduction reactions at the level of the cellular mitochondria increases. Among the mechanisms of regulation there is a decrease in tone of the large arterioles in the background of toning increase of the precapillary arterioles. After taking the course ginseng tinctures the amplitude of endothelial fluctuations increases, reflecting both vasomotor activity, and metabolic function of the endothelium of the microvasculature.

**Keywords:** physical activity, microcirculation system, mechanisms of regulation, drug ginseng, transport of oxygen.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Повышение объема и мощности тренировочных и соревновательных нагрузок часто приводит в несоответствие адаптационные возможности функциональных систем тем запросам, которые предъявляют физические нагрузки. Одной из важнейших систем, на уровне которой возникает конфликт «потребности–возможности», является система микроциркуляции [3]. Среди основных факторов, лимитирующих спортивную работоспособность, выделяют: биоэнергетические (анаэробные и аэробные) возможности спортсмена, поскольку любая физическая нагрузка приводит к формированию гипоксии с разной степенью выраженности [8, 4]. В арсенале средств, направленных на коррекцию функциональных возможностей организма, выделяют биостимуляторы растительного и животного происхождения. К ним относятся и препараты, полученные на основе корня женьшеня [2, 1, 6], которые улучшают показатели крови, влияют на тканевое дыхание, усиливают анаболические процессы в целом. Препарат женьшеня способствует нормализации гемодинамических показателей в восстановительном периоде. Повышается устойчивость к гипоксии, улучшается адаптация к гипоксемии и гиперкапнии.

### **МЕТОДИКА**

В исследовании приняло участие 36 спортсменов волейболистов в возрасте от 17 до 25 лет, имеющих спортивную квалификацию 1-2 разряда. Работа выполнялась в предсоревновательный период годичного тренировочного цикла. Продолжительность экспе-

римента составила 21 день при длительности тренировочного занятия 50-60 минут. Участники исследования были разделены на контрольную (18 юношей) (КГ) и экспериментальную (18 юношей) группы (ЭГ). Испытуемые экспериментальной группы два раза в день (утром и за 1 час до тренировки) принимали по 50 капель настойки женьшеня. Испытуемые контрольной группы принимали физиологический раствор в тех же дозах.

Исследование микроциркуляции проводили дважды: вначале и в конце 21 дневного тренировочного цикла. Датчик прибора устанавливали в общепринятой точке на волярной поверхности 4 пальца правой кисти. Продолжительность записи ЛДФ-граммы составила 5 минут. Использовали лазерный анализатор «ЛАКК-М» (НПП «ЛАЗМА», Россия) последней версии исполнения. В аппарате применены лазерные методы диагностики, включающие в себя лазерную доплеровскую флоуметрию (ЛДФ), оптическую тканевую оксиметрию (ОТО) и лазерную флуоресцентную диагностику (ЛФД). Метод ЛДФ позволяет оценить интенсивность микрогемоциркуляции в перфузионных единицах (п.е.) по параметру микроциркуляции (ПМ), уровень флакса (п.е.) по величине среднего квадратического отклонения (СКО). Методом ОТО оценивается уровень сатурации кислорода в системе микрогемоциркуляции по величине ( $SO_2, \%$ ), показатель сатурации кислорода в артериальной крови ( $SpO_2, \%$ ), показатель индекса перфузионной сатурации кислорода в крови ( $Sm$ ) (усл. ед.), величина общего потребления кислорода тканями на единицу объема циркулирующей крови ( $U$ ) (усл. ед.). Метод ЛФД основан на регистрации спектра вторичного излучения ткани при ее зондировании лазерным излучением на длине волны, соответствующей длине волны максимального поглощения излучения определенным ферментом. Метод позволяет оценить интенсивность излучения определенными группами ферментов. В нашем исследовании изучались спектры флуоресценции восстановленной формы никотинамидадениндинуклеотида (НАДН) и окисленной формы флавинадениндинуклеотида (ФАД). Для оценки утилизации кислорода используется флуоресцентный показатель потребления кислорода коферментов, участвующих в дыхательной цепи, который обратно пропорционален редокс-отношению:

$$\text{ФПК} = \text{АНАД-Н/АФАД.}$$

Статистическую обработку данных осуществляли методом вариационной статистики с использованием t-критерия Стьюдента. Использовался пакет компьютерных программ Биостат.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По данным ЛДФ у спортсменов КГ вначале тренировочного периода как интенсивность микроциркуляции  $12,41 \pm 2,52$  п.е., так и уровень флаксмоций  $2,40 \pm 0,17$  п.е. (таблица) недостоверно выше нормативных значений [5, 7, 10]. Эффективная работа системы микроциркуляции обеспечивается согласованной работой внутренних (активных) и внешних (пассивных) механизмов регуляции. Внутренними регуляторами флаксмоций выступает ритмическая активность гладких миоцитов в стенке относительно крупных артериол (нейрогенные колебания) и прекапиллярных сфинктеров (миогенные колебания). Кроме этого, колебания кровотока генерируются активной работой эндотелиоцитов (эндотелий зависимые колебания). Внешними причинами колебаний потока эритроцитов служат ритмические сокращения сердечной мышцы (пульсовые колебания) и присасывающее действие грудной клетки (респираторные колебания). По данным вейвлет-анализа среди активных механизмов наибольший вклад вносят эндотелий зависимые колебания ( $18,01 \pm 1,77$  п.е.), ниже уровень нейрогенных колебаний ( $16,28 \pm 1,71$  п.е.) и минимальные амплитудные значения регистрируются со стороны миоцитов прекапиллярных сфинктеров ( $13,78 \pm 1,55$  п.е.). Вклад пассивных механизмов существенно ниже, о чем свидетельствует величина амплитуды респираторных и пульсовых колебаний равная  $4,42 \pm 0,30$  п.е. и  $3,18 \pm 1,37$  п.е. соответственно. По данным оптической тканевой оксиметрии в смешанной крови микроциркуляторного русла содержится  $73,16 \pm 4,25\%$  кислорода.

**Динамика показателей микроциркуляции при сочетании физических нагрузок с применением настойки корня женьшеня (M±m)**

Показатели микроциркуляции	Экспериментальная группа		Контрольная группа	
	начало	окончание	начало	окончание
ПМ, п.е.	13,74±2,53	17,82±2,82	12,41±2,52	10,83±1,26
СКО, п.е.	2,28±0,14	2,95±0,22	2,40±0,17	2,33±0,15
Ан, п.е.	15,42±2,01	21,59±1,50	16,28±1,71	14,91±1,24
Ам, п.е.	12,61±1,06	14,81±1,42	13,78±1,55	10,64±0,93
Аэ, п.е.	17,40±1,68	25,66±2,51	18,01±1,77	15,93±1,48
Ад, п.е.	4,02±0,89	4,88±0,53	4,42±0,30	3,25±0,19
Ас, п.е.	2,62±1,01	3,68±0,60	3,18±1,37	2,73±1,20
SpO <sub>2</sub> , %	98±1	99±1	98±1	97±1
SO <sub>2</sub> , %	72,64±3,64	52,67±2,81	73,16±4,25	68,95±3,81
Sm, усл. ед.	6,72±1,39	3,34±0,48	6,32±1,40	4,90±1,06
U, усл. ед.	1,36±0,06	2,04±0,07	1,41±0,05	1,59±0,06
НАДН/ФАД	1,02±0,04	0,89±0,03	0,99±0,03	0,97±0,02

В тоже время по данным пульсовой оксиметрии показатель оксигенации гемоглобина артериальной крови составляет 98±1%. Величина показателя Sm (6,32±1,40 усл. ед.) свидетельствует о низкой скорости перехода кислорода в ткани, так как показатель Sm находится в обратной зависимости от скорости потребления кислорода тканями. Соответственно показатель общего потребления кислорода тканями на единицу объема циркулирующей крови (U) невысокий (1,41±0,05 усл. ед.). Сравнительно низкий уровень утилизации кислорода из микроциркуляторного русла и его содержание в ткани определяют невысокую активность окислительно-восстановительных процессов на клеточном уровне с показателем НАДН/ФАД (0,99±0,03).

По завершению трехнедельного цикла тренировочных нагрузок аэробной направленности с применением плацебо в системе микроциркуляции произошли изменения, в известной степени, отражающие снижение функциональных возможностей системы микроциркуляции. За время тренировочных занятий интенсивность микроциркуляции уменьшилась до 10,83±1,26 п.е. при одновременном снижении уровня колебаний эритроцитов до 2,33±0,15 п.е. Амплитудно-частотный анализ свидетельствует об усилении эрготропных влияний симпатического отдела вегетативной нервной системы на сосуды микроциркуляторного русла. В результате повышается тонус микрососудов с одновременным снижением амплитуды эндотелий зависимых колебаний до 15,93±1,48 п.е., нейрогенных – до 14,91±1,24 п.е. и миогенных – до 10,64±0,93 п.е. Рост тонуса сосудов притока и оттока крови «ограничивает» работу внешних факторов регуляции кровотока. В результате амплитуда респираторных колебаний снижается до 3,25±0,19 п.е., а пульсовых – до 2,73±0,20 п.е. Под влиянием систематических нагрузок до 97±1% снижается уровень сатурации гемоглобина кислородом в артериальной крови. Система микроциркуляции реагирует на физические нагрузки усилением утилизации кислорода из крови в интерстициальное пространство, о чем свидетельствует снижение величины сатурации кислорода в смешанной крови до 68,95±3,81%. Вместе с тем, значения показателей Sm (4,90±1,06 усл. ед.) и U (1,59±0,06 усл. ед.) указывают на незначительный прирост эффективности использования кислорода тканями. В результате величина обратная редокс-потенциалу НАДН/ФАД (0,97±0,02) остается практически неизменной.

Трехнедельное применение препарата женьшеня на фоне тренировочных занятий существенным образом влияет на уровень функционирования системы микроциркуляции. Как следует из данных таблицы, до тренировочного цикла существенных различий по изученным параметрам у спортсменов контрольной и экспериментальной групп не выявлено. В частности, показатель интенсивности кровотока равняется 13,74±2,53 п.е., величина флкса – 2,28±0,14 п.е.

Доминирующие позиции в регуляции микрокровотока сохраняют активные механизмы с амплитудой эндотелий зависимых колебаний равной  $17,40 \pm 1,68$  п.е., нейрогенных –  $15,42 \pm 2,01$  п.е. и миогенных –  $12,61 \pm 1,06$  п.е. Вклад респираторных колебаний не превышает  $4,02 \pm 0,89$  п.е., а пульсовых –  $2,62 \pm 1,01$  п.е. Отсутствуют существенные различия и по характеристикам транспорта кислорода. Так показатель сатурации кислорода в смешанной крови равняется  $72,64 \pm 3,64\%$ , Sm ( $6,72 \pm 1,39$  усл. ед.) и U ( $1,36 \pm 0,06$  усл. ед.). Показатель участия кислорода в окислительно-восстановительных реакциях составляет  $1,02 \pm 0,04$ . Сочетание систематических физических нагрузок с применением настойки женьшеня в течение 21 дня сопровождалось повышением интенсивности микроциркуляции до  $17,82 \pm 2,82$  п.е. Статистически достоверно ( $p < 0,05$ ) выросли флуктуации эритроцитов ( $p < 0,05$ ). Еще более значимые изменения затрагивают работу механизмов регуляции. В целом анализ динамики амплитудных характеристик свидетельствует о разнонаправленности реакции со стороны тонусформирующих факторов. А именно, тонус крупных артериол снижается с достоверным ростом амплитуды нейрогенных колебаний до  $21,59 \pm 1,50$  п.е. ( $p < 0,05$ ), заметно ниже повышается амплитуда миогенных колебаний ( $14,81 \pm 1,42$  п.е.). Данный факт косвенно указывает на усиление влияния парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Достоверно повышается вклад и эндотелий зависимых колебаний ( $25,66 \pm 2,51$  п.е.) ( $p < 0,05$ ), амплитудная активность которых отражает не только вазомоторную, но и метаболическую функцию эндотелия микрососудов [8]. Данный факт находит свое подтверждение в усиленной утилизации кислорода из крови в ткани, поскольку показатель сатурации кислорода в смешанной крови достоверно снижается до  $52,67 \pm 2,81\%$  ( $p < 0,05$ ). Курсовое применение женьшеня сопровождается ускорением перехода кислорода в ткани. Показатель Sm снижается до  $3,34 \pm 0,48$  усл. ед. ( $p < 0,05$ ), а показатель U увеличивается до  $2,04 \pm 0,07$  усл. ед. Из данных достоверного снижения величины показателя НАДН/ФАД ( $0,89 \pm 0,03$ ) следует, что потенциал смещается в сторону окисления.

#### ВЫВОДЫ

1. У спортсменов КГ в течение трехнедельного воздействия физических нагрузок отмечается снижение перфузии на фоне повышения констрикторной активности тонусформирующих звеньев модуляции микрокровотока.
2. Под воздействием систематических физических нагрузок у спортсменов КГ наблюдается тенденция усиления транспорта кислорода из крови в ткани.
3. Применение настойки женьшеня усиливает вазодилаторную и метаболическую функции микроциркуляторного русла, что сопровождается ростом перфузии и усилением флуксуации.
4. Препарат женьшеня активизирует энергетический метаболизм через повышение утилизации кислорода из крови в ткани и его дальнейшее участие в окислительно-восстановительных реакциях на клеточном уровне.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Арансон, М.В. БАД в спортивном питании – современный подход / М.В. Арансон, С.Н. Португалов // Материалы I Всероссийского конгресса с междунар. участием «Медицина для спорта». 19-20 сентября 2011 г. – М., 2011. – С. 15-19.
2. Брехман, И.И. Человек и биологически активные вещества / И.И. Брехман. – Л. : Наука, 1976. – 153 с.
3. Козлов, В.И. Система микроциркуляции крови: клинико-морфологические аспекты изучения / В.И. Козлов // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2006. – Т. 5. – № 1 (17). – С. 84-101.
4. Кулиненков, О.С. Фармакологическая помощь спортсмену. Коррекция факторов, лимитирующих спортивный результат / О.С. Кулиненков. – 2-е изд., испр. – М. : Советский спорт, 2007. – 240 с.

5. Литвин, Ф.Б. Морфофункциональная перестройка системы микроциркуляции у детей, подростков и юношей, проживающих в местах с разными радиоэкологическими условиями : дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.13; 14.00.02 / Литвин Федор Борисович. – М., 2007. – 320 с.
6. Сейфулла, Р.Д. Адаптогены в спорте высших достижений / Р.Д. Сейфулла, И.М. Кондрашин // Спортивная медицина : наука и практика. – 2011. – № 1. – С. 54-55.
7. Станишевская, Т.И. Индивидуально-типологические особенности микроциркуляции крови у девушек-студенток с разным соматотипом : дис. ... канд. биол. наук : 03.00.13 / Станишевская Т.И. – М., 2005. – 187 с.
8. Уилмор, Дж.Х. Физиология спорта и двигательной активности / Дж.Х. Уилмор, Д.Л. Костилл. – Киев : Олимпийская литература, 1997. – 500 с.
9. Федорович, А.А. Неинвазивная оценка вазомоторной и метаболической функции микрососудистого эндотелия в коже человека / А.А. Федорович // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2013. – № 2 (46). – С. 15.
10. Чуян, Е.Н. Особенности микроциркуляции крови у юношей-студентов / Е.Н. Чуян, О.И. Горная // Учен. записки Таврического нац. ун-та им. В.И. Вернадского. Сер. «Биология, химия». – 2009. – Т. 22 (61). – № 2. – С. 166-174.

#### REFERENCES

1. Aronson, M. V. and Portugalov, S. N. (2011), "Supplements in sports nutrition - a modern approach", *Materials of the first all-Russian Congress with Intrnational participants. "Medicine for sports". on September 19-20, 2011, Moscow*, pp. 15-19.
2. Brekhman, I. I. (1976), *Man and biologically active substances*, Nauka, Leningrad.
3. Kozlov V.I. (2006), "System of microcirculation: clinical and morphological aspects of the study", *Regional circulation and microcirculation*, Vol. 5, No. 1 (17), pp. 84-101.
4. Kulinenko, O.S. (2007), *Pharmacological assistance to the athlete. Correction factors limiting the performance*, Soviet sport, Moscow.
5. Litvin, F.B. (2007), *Structural and functional reorganization of the system of microcirculation in children, adolescents and young people living in places with different radioecological conditions*, dissertation, Moscow.
6. Seyfulla R.D. and Kondrashin, I. M. (2011), *Adaptogens in high performance sport*, Journal of Sports medicine: Science and practice, No. 1, pp. 54-55.
7. Stanishevsky, T.I. (2005), *Individual-typological features of the microcirculation of blood in female students with different somatotype*, dissertation, Moscow.
8. Wilmore, J. X. and Costill D.L. (1997), *Physiology of sport and physical activity*, Olympic literature, Kiev.
9. Fedorovich, A.A. (2013), "non-Invasive assessment of vasomotor and metabolic functions of the microvascular endothelium in human skin", *Regional circulation and microcirculation*, No. 2 (46), pp. 15.
10. Chuyan, E. N. and Gornaya O.I. (2009), "Features of the microcirculation in young men-students", *Scientific notes of Taurida national University of. V. I. Vernadsky. Ser. Biology, chemistry*, Vol. 22 (61), No. 2, pp. 166-174.

**Контактная информация:** bf-litvin@yandex.ru

*Статья поступила в редакцию 13.11.2014.*

**УДК 796.011**

#### **ФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЖЕНЩИН ФИЗКУЛЬТУРНОГО ВУЗА**

**Наталья Ивановна Медведкова**, доктор педагогических наук, профессор,  
Пермский национальный исследовательский политехнический университет,  
Гжельский государственный художественно-промышленный институт,  
**Елена Геннадьевна Селиванова**, старший преподаватель,  
Чайковский государственный институт физической культуры

#### **Аннотация**

В условиях напряженной умственной деятельности, при высоких психических нагрузках и гиподинамии невозможно быть здоровым и трудоспособным без использования физических