

# Физиология Physiology

Научная статья  
УДК 796.012:612.15  
DOI: 10.14529/hsm24s101

## РЕАКЦИЯ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ НА ЛОКАЛЬНУЮ МЫШЕЧНУЮ НАГРУЗКУ У СПОРТСМЕНОВ

**А.А. Доможилова**, [a.domozhilova@lesgaft.spb.ru](mailto:a.domozhilova@lesgaft.spb.ru), <https://orcid.org/0000-0001-9748-6921>  
**Н.А. Задорожная**, [n.zadorozhnaja@lesgaft.spb.ru](mailto:n.zadorozhnaja@lesgaft.spb.ru), <https://orcid.org/0009-0008-3629-8562>  
**Н.В. Дубкова**, [n.dubkova@lesgaft.spb.ru](mailto:n.dubkova@lesgaft.spb.ru), <https://orcid.org/0009-0007-7820-3210>  
**Ф.К. Макоева**, [f.makoeva@lesgaft.spb.ru](mailto:f.makoeva@lesgaft.spb.ru), <https://orcid.org/0000-0002-5565-9369>  
**И.А. Болотова**, [i.bolotova@lesgaft.spb.ru](mailto:i.bolotova@lesgaft.spb.ru), <https://orcid.org/0009-0008-8201-4292>

*Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация.** **Цель:** оценка реакции микроциркуляции на выполнение функциональной пробы с локальной мышечной нагрузкой у спортсменов различных специализаций. **Материалы и методы.** В исследовании принимали участие нетренированные испытуемые (группа 1, n = 12), квалифицированные гребцы (группа 2, n = 11), а также спортсмены, представляющие футбол и беговые дисциплины легкой атлетики (группа 3, n = 10). Оценка микроциркуляции была выполнена по показателям скорости кровотока и индексов пульсации и резистентности, зарегистрированным с помощью высокочастотного ультразвукового доплерографа «МИНИМАКС-ДОППЛЕР К» в состоянии покоя и после пробы с локальной мышечной нагрузкой. **Результаты.** В состоянии покоя скоростные показатели кровотока у испытуемых рассматриваемых групп были сопоставимы, в то же время индекс пульсации, отражающий упруго-эластические свойства артерий, был ниже у гребцов в сравнении с нетренированными добровольцами. После локальной мышечной нагрузки в контрольной группе регистрировался прирост систолической скорости кровотока на 83,0 % ( $p < 0,05$ ), а у спортсменов, специализирующихся в футболе и легкой атлетике, наблюдалось снижение данного показателя на 36,0 % ( $p < 0,05$ ), в то время как у представителей гребли изменения не были статистически значимыми. Важно подчеркнуть, что при этом увеличение числа функционирующих капилляров было отмечено только в группах спортсменов. **Заключение.** Выполнение пробы с локальной мышечной нагрузкой позволяет выявить особенности адаптации системы микроциркуляции у спортсменов.

**Ключевые слова:** микроциркуляция, линейная скорость кровотока, проба с локальной мышечной нагрузкой, адаптационные изменения сердечно-сосудистой системы у спортсменов

**Для цитирования:** Реакция микроциркуляции на локальную мышечную нагрузку у спортсменов / А.А. Доможилова, Н.А. Задорожная, Н.В. Дубкова и др. // Человек. Спорт. Медицина. 2024. Т. 24, № S1. С. 7–13. DOI: 10.14529/hsm24s101

## REACTION OF MICROCIRCULATION TO LOCAL MUSCLE LOAD IN ATHLETES

**A.A. Domozhilova**, [a.domozhilova@lesgaft.spb.ru](mailto:a.domozhilova@lesgaft.spb.ru), <https://orcid.org/0000-0001-9748-6921>  
**N.A. Zadorozhnaya**, [n.zadorozhnaya@lesgaft.spb.ru](mailto:n.zadorozhnaya@lesgaft.spb.ru), <https://orcid.org/0009-0008-3629-8562>  
**N.V. Dubkova**, [n.dubkova@lesgaft.spb.ru](mailto:n.dubkova@lesgaft.spb.ru), <https://orcid.org/0009-0007-7820-3210>  
**F.K. Makoeva**, [f.makoeva@lesgaft.spb.ru](mailto:f.makoeva@lesgaft.spb.ru), <https://orcid.org/0000-0002-5565-9369>  
**I.A. Bolotova**, [i.bolotova@lesgaft.spb.ru](mailto:i.bolotova@lesgaft.spb.ru), <https://orcid.org/0009-0008-8201-4292>  
*Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, St. Petersburg, Russia*

**Abstract. Aim.** The aim of the study was to examine the microcirculatory responses induced by a functional test involving local muscle load in athletes. **Materials and Methods.** This research encompassed three distinct groups: healthy, untrained individuals (group 1,  $n = 12$ ), rowers (group 2,  $n = 11$ ), and athletes specializing in football and athletics (group 3,  $n = 10$ ). Microcirculation was assessed using a high-frequency Doppler ultrasound, model “Minimax-Doppler K”, both at rest and following a test involving local muscle load. **Results.** At rest, the blood flow velocity was uniform across all subjects, with a notably lower pulsatility index observed in the rowers. Following the application of local muscle load, the control group exhibited a significant increase in systolic blood flow rate by 83.0% ( $p < 0.05$ ). Conversely, athletes specializing in football and athletics displayed a decrease in systolic blood flow rate by 36.0% ( $p < 0.05$ ), whereas the changes were not statistically significant for the rowers. Notably, an increase in the number of functional capillaries was exclusively observed in the athletes' groups. **Conclusion.** The assessment of local muscle load facilitates the identification of distinct adaptations within the microcirculatory system among athletes.

**Keywords:** microcirculation, linear blood flow velocity, local muscle load test, adaptive changes of the cardiovascular system in athletes

**For citation:** Domozhilova A.A., Zadorozhnaya N.A., Dubkova N.V., Makoeva F.K., Bolotova I.A. Reaction of microcirculation to local muscle load in athletes. *Human. Sport. Medicine*. 2024;24(S1):7–13. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm24s101

**Введение.** В настоящее время оценка микроциркуляции рассматривается как потенциально высокоинформативный маркер функционального состояния спортсменов [1–3, 7, 8, 14]. Однако для ее внедрения в программу комплексного контроля необходима разработка и стандартизация процедуры тестирования с учетом специфики вида спорта, поскольку известно, что особенности долговременной адаптации периферического кровотока у атлетов могут быть обусловлены типом физической нагрузки, которая преимущественно используется в тренировочной деятельности [4, 6, 11, 12].

**Цель исследования:** оценка реакции микроциркуляции у спортсменов, специализирующихся в различных видах спорта, на выполнение функциональной пробы с локальной мышечной нагрузкой.

**Материалы и методы.** В процессе организации исследования были сформированы три группы испытуемых: группа 1 – нетренированные добровольцы ( $n = 12$ , средний воз-

раст –  $19,0 \pm 0,3$  года), группа 2 – спортсмены, тренировочная и соревновательная деятельность которых предполагает большой объем упражнений для мышц верхних конечностей ( $n = 11$ , вид спорта – гребля, квалификация: I разряд – мастер спорта России, возраст –  $20,5 \pm 0,5$  года), группа 3 – представители специализаций, программа подготовки которых включает преимущественно упражнения для мышц нижних конечностей ( $n = 10$ , виды спорта – футбол и беговые дисциплины легкой атлетики, квалификация: I разряд – кандидат в мастера спорта, возраст –  $19,3 \pm 0,2$  года). Всем испытуемым были подробно представлены цель и программа тестирования, после чего предлагалось подписать форму добровольного согласия для участия в исследовании.

Регистрация микроциркуляции была выполнена с помощью высокочастотного ультразвукового доплерографа «МИНИМАКС-ДОППЛЕР К» (ООО «СП Минимакс») с соблюдением основных требований, обеспечивающих точность полученных данных: тем-

пературные условия соответствовали оптимальным (22–23 °С), в день тестирования спортсмены исключали тренировочные нагрузки. В качестве области исследования микроциркуляции был выбран участок кожи ногтевого валика III пальца правой руки, в котором располагали транскутанный датчик 20 МГц под углом 60° с целью получения сигнала от капиллярного звена микроциркуляторного русла, представленного на экране прибора в форме монофазной кривой. Впоследствии производилась оценка скорости кровотока (см/с) у испытуемых во время систолы (Vas) и диастолы (Vad), а также усредненной по сечению сосуда (Vam) и конечной диастолической минимальной скорости (Vakd). Кроме того, анализировались значения индексов (усл. ед.), характеризующих общее периферическое сосудистое сопротивление: индекс пульсации (PI) и индекс резистентности (RI).

Регистрация показателей периферического кровотока выполнялась дважды: в состоянии покоя и после пробы с локальной мышечной нагрузкой, которая предполагала выполнение сгибания и разгибания пальцев правой

руки с использованием кистевого эспандера. Тестирующая нагрузка подбиралась индивидуально для каждого спортсмена (70 % от максимальной, кг) на основании результатов динамометрии (прибор «МЕГЕОН-34090») и регламентировалась субъективной оценкой развития состояния утомления, приводящего к невозможности продолжать тестирование.

Статистическая обработка данных была выполнена с помощью программы Microsoft Office Excel. Математическая оценка достоверности различий (уровень значимости определяли при  $p < 0,05$ ) производилась с использованием критериев Манна – Уитни и Вилкоксона. Показатели микроциркуляции представлены в тексте и таблицах как медианы (Me) и квартили (25 и 75 %), а все остальные значения – как  $M \pm m$ .

**Результаты.** В состоянии покоя скоростные показатели кровотока у испытуемых всех рассматриваемых нами групп были сопоставимы (см. таблицу) и соответствовали среднему диапазону значений для здоровых лиц [5, 15]. В свою очередь, индекс пульсации, отражающий упруго-эластические свойства артерий,

Показатели микроциркуляции у испытуемых в состоянии покоя и после пробы  
(Me [Q1; Q3]) (n = 33)  
Microcirculation in subjects at rest and after the test (Me [Q1; Q3]) (n = 33)

Показатель Parameter	Группа 1 / Group 1 (n = 12)		Группа 2 / Group 2 (n = 11)		Группа 3 / Group 3 (n = 10)	
	В покое At rest	После пробы After the test	В покое At rest	После пробы After the test	В покое At rest	После пробы After the test
Vas, см/с Vas, cm/s	1,47 [1,26; 2,11]	2,69 [2,06; 2,99]▲	1,47 [0,98; 2,24]	1,51 [1,03; 1,68]*	1,89 [1,57; 2,83]	1,21 [0,70; 1,95]*▲
Vam, см/с Vam, cm/s	0,36 [0,29; 0,46]	0,44 [0,43; 0,45]	0,42 [0,30; 0,53]	0,34 [0,28; 0,43]▲	0,49 [0,39; 0,71]	0,35 [0,29; 0,44]▲
Vad, см/с Vad, cm/s	0,11 [0,10; 0,13]	0,12 [0,10; 0,12]	0,13 [0,11; 0,15]	0,13 [0,11; 0,14]	0,12 [0,12; 0,13]	0,13 [0,12; 0,14]
Vakd, см/с Vakd, cm/s	0,36 [0,33; 0,55]	0,42 [0,33; 0,65]	0,27 [0,21; 0,87]	0,33 [0,28; 0,44]	0,37 [0,27; 0,66]	0,27 [0,23; 0,40]
PI, усл. ед. PI, conventional units	3,02 [2,62; 3,27]	3,01 [2,88; 3,17]	2,35 [2,12; 2,53]*	2,40 [2,18; 2,65]*	2,77 [2,55; 2,98]	2,35 [2,08; 2,91]*
RI, усл. ед. RI, conventional units	0,97 [0,94; 0,97]	0,95 [0,94; 0,96]	0,93 [0,88; 0,95]	0,92 [0,89; 0,96]	0,94 [0,91; 0,94]	0,92 [0,91; 0,94]

*Примечание.* Vas – средняя линейная скорость в систоле; Vam – средняя линейная скорость по сечению сосуда; Vad – средняя линейная скорость в диастоле; Vakd – минимальная конечная диастолическая линейная скорость; PI – индекс пульсации; RI – индекс резистентности; \* –  $p < 0,05$  различия достоверны относительно первой группы; ▲ –  $p < 0,05$  различия достоверны относительно показателей группы в покое.

*Note.* Vas – average systolic linear velocity; Vam – average linear velocity; Vad – average diastolic linear velocity; Vakd – minimum end-diastolic linear velocity; PI – pulsatility index; RI – resistive index; \* –  $p < 0.05$  changes are significant for group 1; ▲ –  $p < 0.05$  changes are significant at rest.

был ниже у спортсменов, представляющих греблю, в сравнении как с нетренированными испытуемыми – на 22,2 % ( $p < 0,05$ ), так и со спортсменами группы 3 (на 17,9 %,  $p < 0,05$ ).

Выполнение функциональной пробы приводило к приросту систолической скорости на 83,0 % ( $p < 0,05$ ) у лиц контрольной группы, в то время как у представителей футбола и легкой атлетики регистрировалось ее снижение на 36,0 % ( $p < 0,05$ ), а у гребцов значения Vas соответствовали полученным в состоянии покоя.

В свою очередь, показатель Vam, отражающий скорость кровотока в капиллярах, после нагрузки статистически значимо изменялся только у спортсменов (снижение на 19,1 % в группе 2 и на 28,6 % в группе 3, при  $p < 0,05$ ). Важно подчеркнуть, что индексы пульсации и резистентности статистически значимо не изменялись у испытуемых всех групп.

Известно, что на уровне крупных артериальных сосудов в зависимости от специфики упражнений и групп мышц, которые преимущественно задействованы при их выполнении в тренировочной и соревновательной деятельности, отмечаются характерные адаптационные особенности у атлетов различных специализаций. Так, в частности, у гребцов регистрируется больший диаметр артерий верхних конечностей в состоянии покоя в сравнении как с нетренированными испытуемыми [10], так и с представителями других видов спорта [13]. В свою очередь, для футболистов также характерны изменения артерий мышечного типа, при этом они отмечаются прежде всего для нижних конечностей [9].

Однако важно подчеркнуть, что особенности кровотока на уровне крупных сосудов

не всегда могут быть экстраполированы на микрососудистый уровень [8].

В нашей работе было показано, что система микроциркуляции тоже может быть рассмотрена как место развертывания адаптационных изменений сердечно-сосудистой системы при воздействии систематических мышечных нагрузок. Так, реакция кровотока на предложенную пробу у нетренированных лиц отражает повышение доставки крови в рассматриваемый участок (прирост значений Vas), при этом изменения скорости в капиллярах не отмечаются, что может указывать на шунтирующий тип кровотока. В свою очередь, у спортсменов зарегистрированы более эффективные механизмы ответа микроциркуляции, которые выражаются в увеличении числа функционирующих капилляров (снижение показателя Vam). При этом для гребцов, по всей видимости, характерен наиболее экономичный вариант – перераспределение кровотока, а для атлетов, представляющих беговые дисциплины и футбол, в свою очередь, реакция обеспечивается дополнительным снижением периферического сопротивления кровотоку (снижение Vas и индексов PI и RI).

**Заключение.** Проба с локальной мышечной нагрузкой позволяет выявить особенности микроциркуляции у спортсменов и может быть предложена в качестве функционального теста для оценки адаптационных изменений сердечно-сосудистой системы. В то же время при интерпретации ее результатов важно учитывать тип и объем физической нагрузки, предъявляемой мышцам верхних конечностей в тренировочной и соревновательной деятельности атлетов.

#### Список литературы

1. Ведущие маркеры функциональной подготовленности и здоровья легкоатлетомноборцев разного уровня мастерства / Т.М. Брук, Ф.Б. Литвин, Н.В. Осипова и др. // Вестник Смолен. гос. мед. академии. – 2017. – Т. 16, № 4. – С. 27–33.
2. Двурекова, Е.А. Лазерная доплеровская флоуметрия в диагностике тканевой микроциркуляции у представителей легкой атлетики / Е.А. Двурекова // Человек. Спорт. Медицина. – 2018. – Т. 18, № 5. – С. 41–45.
3. Литвин, Ф. Б. Состояние микроциркуляторно-тканевых отношений у спортсменов при работе в аэробной зоне мощности / Ф.Б. Литвин, Т.М. Брук // Физ. воспитание и спорт. тренировка. – 2023. – № 1 (43). – С. 66–72.
4. Особенности микроциркуляции и факторы, ее обуславливающие, у спортсменов, тренирующихся на выносливость / Ф.А. Мавлиев, А.С. Назаренко, А.А. Набатов и др. // Наука и спорт: современные тенденции. – 2019. – Т. 7, № 3. – С. 100–107.
5. Скедина, М.А. Анализ показателей кровотока в микроциркуляторном русле кожи человека и их связь с показателями центральной гемодинамики / М.А. Скедина, А.А. Ковалева, А.М. Носовский // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2020. – Т. 19, № 4 (76). – С. 76–86.

6. Скедина, М.А. Исследование параметров кровотока в микроциркуляторном русле у подростков футбольных команд в ходе тренировочного процесса / М.А. Скедина, А.А. Ковалева // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2017. – Т. 16, № 3 (63). – С. 56–61.
7. Acute exhaustive rowing exercise reduces skin microvascular dilator function in young adult rowing athletes / M. Stupin, A. Stupin, L. Rasic et al. // *European Journal of Applied Physiology*. – 2018. – Vol. 118 (2). – P. 461–474.
8. Adaptation to exercise training in conduit arteries and cutaneous microvessels in humans: An optical coherence tomography study / R. Argarini, H.H. Carter, K.J. Smith et al. // *Medicine and Science in Sports and Exercise*. – 2021. – Vol. 53 (9). – P. 1945–1957.
9. Evaluation of lower limb arteriovenous diameters in indoor soccer athletes: Arterial Doppler Ultrasound study / S. Mateus, R. Paulo, P. Coelho et al. // *Frontiers in Physiology*. – 2021. – Vol. 12. – P. 687613. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8273383/> (дата обращения: 06.10.2023).
10. Functional and structural vascular remodeling in elite rowers assessed by cardiovascular magnetic resonance / S.E. Petersen, F. Wiesmann, L.E. Hudsmith et al. // *Journal of the American College of Cardiology*. – 2006. – Vol. 48 (4). – P. 790–797.
11. Is there an athlete's artery? A comparison of brachial and femoral artery structure and function in male strength, power and endurance athletes / L.H. Naylor, A.L. Spence, S.C.M. Donker et al. // *Journal of Science and Medicine in Sport*. – 2021. – Vol. 24 (7). – P. 635–640.
12. Short-term effects of maximal dynamic exercise on flow-mediated dilation in professional female soccer players / D.K. Andaku, B. Archiza, F.R. Caruso et al. // *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. – 2020. – Vol. 60 (8). – P. 1159–1166.
13. Sport-specific physiological adaptations in highly trained endurance athletes / K.M. Lundgren, T. Karlsen, Ø. Sandbakk et al. // *Medicine & Science in Sports & Exercise*. – 2015. – Vol. 47 (10). – P. 2150–2157.
14. The effects of 4 weeks normobaric hypoxia training on microvascular responses in the forearm flexor / S. Fryer, K. Stone, T. Dickson et al. // *Journal of Sports Sciences*. – 2019. – Vol. 37 (11). – P. 1235–1241.
15. The measurement of cutaneous blood flow in healthy volunteers subjected to physical exercise with ultrasound Doppler imaging and laser Doppler flowmetry / H. Lenasi, N. Potočnik, N. Petrishchev et al. // *Clinical Hemorheology and Microcirculation*. – 2017. – Vol. 65 (4). – P. 373–381.

## References

1. Bruk T.M., Litvin F.B., Osipova N.V. et al. [Leading Markers of Functional Preparedness and Health Status of Multiathlons with Different Skills Levels]. *Vestnik Smolenskoy gosudarstvennoy medicinskoj akademii* [Vestnik of Smolensk State Medical Academy], 2017, vol. 16, no. 4, pp. 27–33. (in Russ.)
2. Dvurekova E.A. Laser Doppler Flowmetry in the Diagnostics of Tissue Microcirculation in Track-and-field Athletes. *Human. Sport. Medicine*, 2018, vol. 18, no. S, pp. 41–45. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm18s06
3. Litvin F.B., Bruk T.M. [The State of Microcirculator and Tissue Ratio in Athletes when Working in the Aerobic Power Zone]. *Fizicheskoe vospitanie i sportivnaya trenirovka* [Physical Education and Sports Training], 2023, vol. 1, no. 43, pp. 66–72. (in Russ.)
4. Mavliev F.A., Demidov V.A., Nazarenko A.S. et al. [Particularities of Microcirculation of Athletes Training for Endurance, and its Factors]. *Nauka i sport: sovremennye tendencii* [Science and Sport. Current Trends], 2019, vol. 7, no. 3, pp. 100–107. DOI: 10.36028/2308-8826-2019-7-3-100-107
5. Skedina M.A., Kovaleva A.A., Nosovskiy A.M. [The Analysis of Blood Flow Indicators in the Microvascular Bed of the Human Skin and Their Relationship with Central Hemodynamic Parameters]. *Regionarnoye krovoobrashcheniye i mikrotsirkulyatsiya* [Regional Haemodynamics and Microcirculation], 2020, vol. 19, no. 4 (76), pp. 76–86. DOI: 10.24884/1682-6655-2020-19-4-76-86

6. Skedina M.A., Kovaleva A.A. [Investigation of Blood Flow Parameters in the Microvasculature in Adolescents Football Teams During the Training Process]. *Regionarnoye krovoobrashcheniye i mikrotsirkulyatsiya* [Regional Haemodynamics and Microcirculation], 2017, vol. 16, no. 3 (63), pp. 56–61. DOI: 10.24884/1682-6655-2017-16-3-56-61
7. Stupin M., Stupin A., Rasic L. et al. Acute Exhaustive Rowing Exercise Reduces Skin Microvascular Dilator Function in Young Adult Rowing Athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 2018, vol. 118, no. 2, pp. 461–474. DOI: 10.1007/s00421-017-3790-y
8. Argarini R., Carter H.H., Smith K.J. et al. Adaptation to Exercise Training in Conduit Arteries and Cutaneous Microvessels in Humans: An Optical Coherence Tomography Study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2021, vol. 53, no. 9, pp. 1945–1957. DOI: 10.1249/MSS.0000000000002654
9. Mateus S., Paulo R., Coelho P. et al. Evaluation of Lower Limb Arteriovenous Diameters in Indoor Soccer Athletes: Arterial Doppler Ultrasound Study. *Frontiers in Physiology*, 2021, vol. 12, p. 687613. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8273383/> (accessed 06.10.2023). DOI: 10.3389/fphys.2021.687613
10. Petersen S.E., Wiesmann F., Hudsmith L.E. et al. Functional and Structural Vascular Remodeling in Elite Rowers Assessed by Cardiovascular Magnetic Resonance. *Journal of the American College of Cardiology*, 2006, vol. 48, no. 4, pp. 790–797. DOI: 10.1016/j.jacc.2006.04.078
11. Naylor L.H., Spence A.L., Donker S.C.M. et al. Is there an Athlete's Artery? A Comparison of Brachial and Femoral Artery Structure and Function in Male Strength, Power and Endurance Athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2021, vol. 24, no. 7, pp. 635–640. DOI: 10.1016/j.jsams.2021.02.010
12. Andaku D.K., Archiza B., Caruso F.R. et al. Short-term Effects of Maximal Dynamic Exercise on Flow-mediated Dilation in Professional Female Soccer Players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 2020, vol. 60, no. 8, pp. 1159–1166. DOI: 10.23736/S0022-4707.20.10681-9
13. Lundgren K.M., Karlsen T., Sandbakk Ø. et al. Sport-specific Physiological Adaptations in Highly Trained Endurance Athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2015, vol. 47, no. 10, pp. 2150–2157. DOI: 10.1249/MSS.0000000000000634
14. Fryer S., Stone K., Dickson T. et al. The Effects of 4 Weeks Normobaric Hypoxia Training on Microvascular Responses in the Forearm Flexor. *Journal of Sports Sciences*, 2019, vol. 37, no. 11, pp. 1235–1241. DOI: 10.1080/02640414.2018.1554177
15. Lenasi H., Potočnik N., Petrishchev N. et al. The Measurement of Cutaneous Blood Flow in Healthy Volunteers Subjected to Physical Exercise with Ultrasound Doppler Imaging and Laser Doppler Flowmetry. *Clinical Hemorheology and Microcirculation*, 2017, vol. 65, no. 4, pp. 373–381. DOI: 10.3233/CH-16204

#### **Информация об авторах**

**Доможилова Анна Александровна**, кандидат биологических наук, доцент кафедры профилактической медицины и основ здоровья, Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург, Россия.

**Задорожная Наталья Александровна**, доктор медицинских наук, заведующий кафедрой профилактической медицины и основ здоровья, Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург, Россия.

**Дубкова Надежда Владимировна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры профилактической медицины и основ здоровья, Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург, Россия.

**Макоева Фатима Константиновна**, кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры профилактической медицины и основ здоровья, Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург, Россия.

**Болотова Ирина Александровна**, старший преподаватель кафедры профилактической медицины и основ здоровья, Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург, Россия.

***Information about the authors***

**Anna A. Domozhilova**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Preventive Medicine and Fundamentals of Health, Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, St. Petersburg, Russia.

**Natalya A. Zadorozhnaya**, Doctor of Medical Sciences, Head of the Department of Preventive Medicine and Fundamentals of Health, Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, St. Petersburg, Russia.

**Nadezhda V. Dubkova**, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Preventive Medicine and Fundamentals of Health, Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, St. Petersburg, Russia.

**Fatima K. Makoeva**, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Preventive Medicine and Fundamentals of Health, Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, St. Petersburg, Russia.

**Irina A. Bolotova**, Senior Lecturer, Department of Preventive Medicine and Fundamentals of Health, Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, St. Petersburg, Russia.

***Вклад авторов:***

Доможилова А.А. – написание текста, итоговые выводы.

Задорожная Н.А. – научное руководство, концепция исследования.

Дубкова Н.В. – участие в организации и проведении исследования.

Макоева Ф.К. – участие в организации и проведении исследования.

Болотова И.А. – участие в организации и проведении исследования.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

***Contribution of the authors:***

Domozhilova A.A. – writing the text, final conclusions.

Zadorozhnaya N.A. – scientific leadership, research concept.

Dubkova N.V. – participation in the organization and conduct of the study.

Makoeva F.K. – participation in the organization and conduct of the study.

Bolotova I.A. – participation in the organization and conduct of the study.

The authors declare no conflict of interest.

***Статья поступила в редакцию 12.10.2023***

***The article was submitted 12.10.2023***