УДК612.014.47 DOI: 10.36028/2308-8826-2023-11-4-30-37

ВЛИЯНИЕ МАГИСТРАЛЬНОГО ЛИМФОДРЕНАЖА НА МИКРОЛИМФОЦИРКУЛЯЦИЮ И МИКРОГЕМОЦИРКУЛЯЦИЮ В СИММЕТРИЧНЫХ ОБЛАСТЯХ ТЕЛА СПОРТСМЕНОВ

Ф.Б. Литвин, Т.М. Брук, О.П. Примнева, К.А. Кротова

ФБГОУ ВО «Смоленский государственный университет спорта», Смоленск, Россия

Аннотация

Лимфатическая система участвует в восстановительных процессах после интенсивных физических нагрузок. Необходимость участия лимфокапилляров в работе системы микроциркуляции обусловлена появлением после мышечной работы отёка тканей, который возникает в результате нарушения транспорта жидкости из капиллярного русла в лимфокапилляры. Длительное сохранение отёка может привести к предпатологическому состоянию. Следовательно, знание лимфатических механизмов в совокупности с механизмами микроциркуляторного русла является неотъемлемым звеном в изучении обмена веществ и энергии в системы микроциркуляции. В работе приведен анализ функционирования микролимфоциркуляции и микрогемоциркуляции после воздействия магистрального лимфодренажа в топографически разных лимфоузлах спортсменов.

Цель исследования – изучить влияние магистрального лимфодренажа на состояние микролимфоциркуляции и микрогемоциркуляции в топографически разных лимфоузлах у спортсменов.

Материал и методы исследования. В исследовании приняли участие 12 спортсменов в возрасте 17-22 лет. Продолжительность магистрального лимфодренажа составила 40 минут. Для исследования параметров микролимфоциркуляции и микрогемоциркуляции применяли метод лазерной допплеровской флоуметрии с использованием аппарата «ЛАЗМА СТ», состоящего из анализатора «ЛАЗМА-Д» и блока функциональных проб «ЛАЗМА-ТЕСТ» (НПП «ЛАЗМА» Москва, Россия). В приборе «ЛАЗМА МЦ» реализована одновременная регистрация для двух частотных диапазонов: 300-10000 Гц – для микрокровотока; 20-150 Гц – для сигнала микролимфотока.

Результаты. Интенсивность микролимфоциркуляции и микрогемоциркуляции снижается от краниально к каудально расположенным лимфоузлам. Выявлена функциональная лево-правосторонняя ассиметрия с преобладанием показателей микролимфоциркуляции и микрогемоциркуляции слева. В области локтевых и подколенных лимфоузлов слева достоверно высокие результаты регистрируются сразу после массажа и на 20-й минуте восстановления. Установлена высокая как лево-правосторонняя, так и по топографическим областям индивидуальная изменчивость показателей микролимфоциркуляции и микрогемоциркуляции.

Заключение. Применение магистрального лимфодренажа активизирует периферический микролимфоток и микрокровоток с наиболее выраженным эффектом в области подколенных лимфоузлов. Результаты исследования выявили функциональную ассиметрию по показателям микролимфоциркуляции и микрогемоциркуляции, уровень которой оказался разным в зависимости от области исследования.

Ключевые слова: микролимфоциркуляция, микрогемоциркуляция, магистральный лимфодренаж, лимфатические узлы, лазерная допплеровская флоуметрия.

INFLUENCE OF THE MAIN LYMPHODRAINAGE ON MICROLYMPHOCIRCULATION AND MICROHEMOCIRCULATION IN SYMMETRICAL AREAS OF THE ATHLETES' BODY

F.B. Litvin, e-mail: bf-litvin@yandex.ru ORCID:0000-0002-2281-8757
T.M. Bruk, e-mail: bryktmcenter@rambler.ru ORCID: 0000-0003-1023-6642
O.P. Primneva, e-mail: olga.primneva@mail.ru
K.A. Krotova, e-mail: Kristina.krotova.94@mail.ru ORCID: 0000-0001-6321-3706
Smolensk State University of Sports, Smolensk, Russia

Abstract

The lymphatic system participates in the recovery processes after intensive physical activity. The need for lymphocapillaries to participate in the microcirculation system is due to the appearance of tissue edema after muscle work, which occurs as a result of impaired fluid transport from the capillary bed to the lymphocapillaries. Prolonged retention of edema can lead to a prepathological condition. Therefore, knowledge of lymphatic mechanisms in combination with the mechanisms of the microcirculatory bed is an integral part in the study of metabolism and energy in the microcirculation system. The work presents an analysis of the functioning of microlimphocirculation and microhemocirculation after exposure to main lymphatic drainage in topographically different lymph nodes of athletes.

The research purpose was to study the effect of the main lymphatic drainage on the state of microlimphocirculation and microhemocirculation in topographically different lymph nodes in athletes.

Material and methods of research. The study involved 12 athletes aged 17-22 years. The duration of the main lymphatic drainage was 40 minutes. To study the parameters of microlimphocirculation and microhemocirculation, the method of laser Doppler flowmetry was used with the apparatus "LAZMA ST", consisting of the analyzer "LAZMA-D" and the block of functional samples "LAZMA-TEST" (NPP "LAZMA" Moscow, Russia). The device "LAZMA MC" implements simultaneous registration for two frequency ranges: 300-10000 Hz – for microcirculation; 20-150 Hz – for microlymph flow signal.

Results. The intensity of microlimphocirculation and microhemocirculation decreases from cranially located to caudally located lymph nodes. A functional left-right asymmetry with predominance of indicators of microlimphocirculation and microhemocirculation on the left was revealed. In the area of the elbow and popliteal lymph nodes on the left, reliably high results are recorded immediately after the massage and at the 20th minutes of recovery. High, both left-right-sided and topographically different individual variability of microlimphocirculation and microhemocirculation indices was established.

Conclusion. The use of main lymphatic drainage activates peripheral microlymph flow and microcirculation with the most pronounced effect in the popliteal lymph nodes. The results of the study revealed functional asymmetry in terms of microlimphocirculation and microhemocirculation, the level of which turned out to be different depending on the field of study.

Keywords: microlimphocirculation, microhemocirculation, main lymphatic drainage, lymph nodes, laser Doppler flowmetry.

ВВЕДЕНИЕ

Лимфатическая система имеет двойное назначение, принимает активное участие во всех жизненно важных процессах в составе иммунной и кровеносной систем [1]. Через лимфатическую систему регулируется обмен белков, липидов, минеральных веществ и воды. Кроме этого, она выполняет специфическую транспортную функцию по выведению вместе с тканевой жидкостью из органов и тканей чужеродных и даже опасных для организма веществ [2]. Лимфатические сосуды являются составной частью сердечно-сосудистой системы и тесно функционально сотрудничают с интерстицием. С микролимфатических сосудов начинаются пути оттока лимфы, которые плотно взаимодействуют с окружающими тканями, поэтому им отводится главенствующая роль в регуляции объема и состава межтканевой жидкости. На уровне указанных сосудов ре-

шаются вопросы оптимального соотношения структуры и функции [2]. В настоящее время, несмотря на свою важность, лимфатическая система на уровне лимфатических капилляров изучена недостаточно из-за отсутствия высокоинформативных диагностических методов, позволяющих провести неинвазивную оценку in vivo лимфотока. В отличие от достаточно основательного изучения микрогемоциркуляции у спортсменов [3, 4], публикации по микролимфоциркуляции у спортсменов in vivo немногочисленны [5, 6] и это притом, что дисфункции лимфатической системы у спортсменов встречаются очень часто, независимо от вида спорта [7, 8]. В литературе известно об эффективности применения лимфодренажа у велосипедистов [9] и лыжников [10]. При выполнении физической нагрузки развивается рабочая гипоксия в тканях, увеличивается число свободных радикалов со сдвигом про- и антиоксидантного равновесия в кислую сторону, нарастают продукты перекисного окисления липидов. Эти биохимические изменения в интерстиции нарушают нормальный процесс лимфообразования и лимфотока. Поэтому магистральный лимфодренаж является прекрасным лимфостимулирующим, лимфокорректирующим и лимфопротекторным средством [10]. В последние годы проблема функциональной асимметрии разных органов является одной из фундаментальных в физиологии [11, 12, 13]. Вопрос асимметрии показателя микролимфоциркуляции у спортсменов и его участие в структурно-функциональных изменениях на тканевом уровне, остается открытым.

Целью работы явилось исследование возможности использования лазерной допплеровской флоуметрии для комплексного изучения микролимфоциркуляции и микрогемоциркуляции под воздействием магистрального лимфодренажа у спортсменов.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании приняли участие 12 спортсменов мужского пола в возрасте 17-22 лет. Продолжительность лимфодренажа составила 40 минут. Техника лимфодренажного массажа заключалась в следующем. Спортсмен находился в положении лежа на животе, руки располагались вдоль туловища. Массируемую поверхность для облегчения скольжения рук обрабатывали кремом. Отжимание лимфы осуществляли мягким давлением ладонной поверхности на ткань с области расположения поверхностных шейных, локтевых и подколенных лимфатических узлов с последующим снятием давления. Усиление тока осуществляли путем выжимания лимфы в направлении от лимфоузлов при ее отводе в проксимальном направлении перекатом ладонной поверхности [13]. Для анализа микролимфоциркуляции и микрогемоциркуляции применялась методика лазерной допплеровской флоуметрии с использованием аппарата «ЛАЗМА СТ», состоящего из анализатора «ЛАЗМА-Д» и блока функциональных проб «ЛАЗМА-ТЕСТ» (НПП «ЛАЗМА» Москва, Россия). В приборе «ЛАЗМА МЦ» реализована одновременная регистрация для двух частотных диапазонов: 300-10000 Гц – для микрокровотока; 20-150 Гц – для сигнала микролимфотока. Для устранения высокочастотных и среднечастотных компонент в канале измерения микролимфотока была включена фильтрация приемного сигнала по допплеровскому сдвигу с отсечением сигналов от движущихся частиц со скоростями, характерными для микрососудов крови [3]. Регистрацию сигналов ЛДФ проводили на коже непосредственно в области контакта оптического зонда с кожей поверхностных шейных, локтевых и подколенных лимфоузлов. Оптический датчик ЛДФ-сигнала фиксировали в симметричных областях поверхностного подлежания лимфатических узлов. Показатели микролимфоциркуляции (Пл) и микрогемоциркуляции (ПМ) оценивали в перфузионных единицах (пф.ед.). Исследования в каждой из областей были независимые и проводились в отдельные дни. Каждый спортсмен участвовал в исследовании три дня. В первый день исследовали микролимфоциркуляцию и микрогемоциркуляцию в области шейных узлов, во второй – в локтевых, в третий – в подколенных узлах. Продолжительность записи составляла 5 минут. Запись микролимфотока и микрокровотока проводили трижды: в покое до массажа, сразу после массажа и на 20-й минуте восстановления.

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

стат. Рассчитывались средние величины (M) и ошибка средней величины (m). Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез в данном исследовании принимали равным $p<0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе анализа полученных результатов исследования показано, что в клиностазе до и после магистрального лимфодренажа, а также на 20-й минуте восстановления интенсивность микролимфоциркуляции снижается от краниального отдела к каудальному (таблица 1). До массажа в области шейных узлов показатель микролимфотока относительно локтевых лимфоузлов выше на 20% ($p<0,05$) и на 28% ($p<0,05$) в подколенной области. После массажа различия по показателю Пл между шейными, с одной стороны, и локтевыми с подколенными областями, с другой, снизились до 15%-16% ($p<0,05$) и сохранились в пределах 12%-14% ($p<0,05$) на 20-й минуте восстановления. Среди спортсменов отмечается высокая индивидуальная изменчивость по показателю микролимфоциркуляции в изученных областях тела после магистрального лимфодренажа. В частности, установлено, что относительно исходного уровня в шейной области справа сразу после массажа у 62% спортсменов показатель увеличивался, а у 38% снижался. Через 20 минут рост показателя регистрировался у 25% на фоне снижения у 75% испытуемых. На левой стороне тела сразу после массажа динамика сходная с правой стороной: 61% и 39% соответственно. Через 20 минут восстановления снижение показателя отмечено у 87% спортсменов при его росте у 13% испытуемых. В отличие от динамики показателя Пл величина показателя микрогемоциркуляции (ПМ) при трех режимах измерения оказалась минимальной в области локтевых лимфоузлов при максимальных величинах в области шейных и подколенных узлов. В частности, до массажа показатель ПМ в локтевой области ниже на 55% ($p<0,05$) и 33% ($p<0,05$) по отношению к показателю в области шейных и подколенных узлов соответственно. Сразу после массажа различия сохранились и составили 36% ($p<0,05$) и 49% ($p<0,05$) соответственно. К 20-й минуте восстановления продолжалось снижение ПМ до 36% ($p<0,05$) и 31% ($p<0,05$) соответственно.

В ряде работ, посвященных исследованиям микроциркуляции крови, приводятся сведения о наличии функциональных различий в симметричных участках тела [7, 8]. Результаты нашего исследования частично совпадают с данными литературы. Оказалось, что левосторонняя функциональная ассиметрия по показателю микролимфоциркуляции топографически неоднородная. Так, в области шейных лимфоузлов повышенные показатели слева на 5%, 7% и 1% ($p>0,05$) в трех режимах измерения были недостоверными (таблица 2). Более значимые различия выявлены по показателю микрогемоциркуляции, однако и в этом случае они не достигали статистически значимого уровня. Так, в области шейных узлов до и сразу после массажа величина ПМ слева на 13% ($p>0,05$) недостоверно выше показателя справа. На 20-й минуте восстановления различия нивелировались. Полученные результаты наших исследований в значительной степени находят подтверждение в ранее опубликованных работах, указывающих на различия по интенсивности микроциркуляции крови на верхних и нижних конечностях справа и слева [4].

В области локтевых лимфатических узлов после массажа показатель микролимфоциркуляции достоверно повышался на 18% справа ($p<0,05$) и на 21% ($p<0,05$) слева. К 20-й минуте восстановления уровень микролимфоциркуляции снижался по отношению к показателю после массажа, но при этом оставался достоверно повышенным в сравнении с фоновым на 16% ($p<0,05$) справа и на 20% ($p<0,05$) слева (таблица 3). В ходе персонифицированного анализа динамики показателя Пл в локтевой области справа после массажа установлено его повышение у 34% испытуемых и снижение у 66%. На левой стороне тела после массажа рост показателя отмечался в 42% случаев наблюдений, снижение – в 44%, а у 14% спортсменов не изменялся. На 20-й минуте восстановления число испытуемых с повышением и понижением показателя оказалось равным (50%). По величине показателя ПМ в области локтевых лимфоузлов регистрировалось его недостоверное повышение слева на 5%, 13% и 4% ($p>0,05$) до, после массажа и на 20-й минуте восстановления соответственно.

При изучении динамики показателя Пл в области подколенных лимфоузлов по-прежнему регистрировались недостоверно высокие пока-

Таблица 1 – Показатели микролимфоциркуляции и микрогемоциркуляции в топографически различных областях тела после магистрального лимфодренажа (M±m)
Table – 1 Indicators of microlimphocirculation and microhemocirculation in topographically different areas of the body after main lymphatic drainage (M±m)

Показатель Indicator	Область исследования Research area								
	шейные лимфоузлы cervical lymph nodes			локтевые лимфоузлы ulnar lymph nodes			подколенные лимфоузлы popliteal lymph nodes		
	до массажа (Ф) before the massage	после массажа (М) after the massage	20-я мин восстановления (20В) 20 min cooldown	до массажа (Ф) before the massage	после массажа (М) after the massage	20-я мин восстановеия (20В) 20 min cooldown	до массажа (Ф) before the massage	после массажа (М) after the massage	20-я мин восстановления (20В) 20 min cooldown
Пл, пф.ед Pl, pf.ed	0,77±0,06	0,86±0,08	0,82±0,07	0,64±0,02°	0,74±0,06*	0,72±0,06	0,60±0,02°	0,75±0,06*	0,73±0,05●
ПМ, пф.ед PM, pf.ed	9,56±0,71	9,28±0,68	9,10±0,64	6,15±0,49	6,81±0,55	7,22±0,57	8,21±0,62	10,17±0,83*	9,46±0,65

Примечание: пф. ед. – перфузионная единица

Note: pf.unit – perfusion unit
p<0,05 между областью шейного лимфоузла по отношению к локтевому и подколенному до массажа °
p<0.05 between the area of the cervical lymph node in relation to the elbow and popliteal before massage°

Таблица 2 – Показатели микролимфоциркуляции и микрогемоциркуляции в области шейного лимфоузла после магистрального лимфодренажа (M±m)
Table 2 – Indicators of microlimphocirculation and microhemocirculation in the cervical lymph node after main lymphatic drainage (M ± m)

Показатель Indicator	Область исследования Research area					
	шейный узел справа right cervical node			шейный узел слева left cervical node		
	до массажа (Ф) before the massage	после массажа (М) after the massage	20-я мин восстановления (20В) 20 min cooldown	до массажа (Ф) before the massage	после массажа (М)after the massage	20-я мин восстановеия (20В) 20 min cooldown
Пл, пф.ед Pl, pf.ed	0,75±0,05	0,83±0,08	0,81±0,07	0,79±0,06	0,89±0,08	0,82±0,06
ПМ, пф.ед PM, pf.ed	8,88±0,61	8,73±0,62	9,01±0,70	10,04±0,82	9,90±0,73	9,04±0,68

Примечание: пф. ед. – перфузионная единица

Note: pf.unit – perfusion unit

Таблица 3 – Показатели микролимфоциркуляции и микрогемоциркуляции в области локтевого лимфоузла после магистрального лимфодренажа (M±m)
Table 3 – Indicators of microlimphocirculation and microhemocirculation in the area of the elbow lymph node after main lymphatic drainage (M ± m)

Показатель Indicator	Область исследования Research area					
	локтевой узел справа elbow node on the right			локтевой узел слева elbow node on the left		
	до массажа (Ф) before the massage	после массажа (М) after the massage	20-я мин восстановления (20В) 20 min cooldown	до массажа (Ф) before the massage	после массажа (М)after the massage	20-я мин восстановлеия (20В) 20 min cooldown
Пл, пф.ед Pl, pf.ed	0,62±0,02	0,73±0,04*	0,72±0,04●	0,66±0,03	0,80±0,06*	0,79±0,05●
ПМ, пф.ед PM, pf.ed	6,21±0,50	6,78±0,56	7,04±0,66	6,52±0,47	7,98±0,71	7,34±0,63

Примечание: пф.ед. – перфузионная единица

Note: pf.unit – perfusion unit
p<0,05 в областях: * – между Ф и М; ● – между Ф и 20В
p<0.05 in areas: * – between F and M; ● – between F and 20V

Таблица 4 – Показатели микролимфоциркуляции и микрогемоциркуляции в области подколенного лимфоузла после магистрального лимфодренажа (M±m)
Table 4 – Indicators of microlimphocirculation and microhemocirculation in the popliteal lymph node after main lymphatic drainage (M ± m)

Показатель Indicator	Область исследования Research area					
	подколенный узел справа popliteal node on the right			подколенный узел слева popliteal node on the left		
	до массажа (Ф) before the massage	после массажа (М) after the massage	20-я мин восстановления (20В) 20 min cooldown	до массажа (Ф) before the massage	после массажа (М)after the massage	20-я мин восстановлеия (20В) 20 min cooldown
Пл, пф.ед Pl, pf.ed	0,59±0,02	0,71±0,03*	0,70±0,05●	0,62±0,03	0,78±0,06*	0,77±0,05●
ПМ, пф.ед PM, pf.ed	7,99±0,72	9,70±0,89	8,86±0,80	8,50±0,75	10,63±0,90*	9,99±0,84

Примечание: пф.ед. – перфузионная единица

Note: pf.unit – perfusion unit
p<0,05 в областях: * – между Ф и М; ● – между Ф и 20В
p<0.05 in areas: * – between F and M; ● – between F and 20V

затели Пл слева относительно правой стороны тела. После лимфодренажа показатель функциональной ассиметрии оставался повышенным слева на 26% ($p<0,05$), справа – на 20% ($p<0,05$). Через 20 минут восстановления в области левого узла показатель микролимфоциркуляции на 24% ($p<0,05$) выше по отношению к фоновой величине. В области правого подколенного узла после массажа Пл достоверно повысился на 20% ($p<0,05$) и на этом уровне сохранился на 20-й минуте восстановления (таблица 4).

Также в подколенной области сохранялись индивидуальные различия по показателю Пл после лимфодренажа. Установлено, что справа в 25% случаев показатель снижался, в 50% повышался и еще в 25% не изменялся. На 20-й минуте восстановления у 73% спортсменов регистрировался рост показателя, а у 27% – его снижение. На левой стороне тела после массажа повышение показателя регистрировалось в 60% случаев наблюдений, снижение – в 31% и в 9% Пл не изменялся. На 20-й минуте восстановления повышение показателя сохранялось у 78% спортсменов при снижении у 12%, у 10% испытуемых показатель не изменялся. Недостоверно повышенные значения ПМ слева против показателя справа регистрировались и в области подколенных лимфоузлов. Так, до и сразу после массажа, а также на 20-й минуте восстановления недостоверный рост показателя ПМ составил 6%, 10% и 13% ($p>0,05$) соответственно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение магистрального лимфодренажа активизирует периферический микролимфоток и микрокровоток с наиболее выраженным эффектом в области подколенных лимфоузлов. Результаты исследования выявили функциональную ассиметрию по показателям микролимфоциркуляции и микрогемоциркуляции, уровень которой оказался разным в зависимости от области исследования. Физиологические механизмы, лежащие в основе этой асимметрии, требуют дальнейших исследований. У спортсменов выявлены значительные индивидуальные различия по показателям микролимфоциркуляции и микрогемоциркуляции. Предложенная методика позволит получать персонифицированную информацию о динамике микролимфотока и микрокровотока у спортсменов с учетом вида спорта и уровня тренированности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бородин, Ю. И. Лимфатический регион и детоксикация / Ю. И. Бородин // Морфология. – 2005. – № 4. – С. 25-28.
2. Брук Т.М. Оценка реактивности системы микроциркуляции на физическую нагрузку при сочетанном применении природных биодобавок и НИЛИ у спортсменов с разными типами регуляции сердечного ритма / Т.М. Брук, Ф.Б. Литвин// Наука и спорт: современные тенденции. – 2023. – Т. 11,№ 2 – С. 6-14. DOI: 10.36028/2308-8826-2023-11-2-6-14
3. Дрёмин, В. В. Возможности лазерной допплеровской флоуметрии в оценке состояния микрогемолимфоциркуляции / В. В. Дрёмин, И. . Козлов, Е. А. Жеребцов, И. Н. Маковик, А. В. Дунаев, В. В., Сидоров, А. И. Крупаткин // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2017. – Т. 16(4). – С. 42-49.
4. Козлов, В. И. Оценка состояния микроциркуляции у детей 6-7 лет по данным лазерной допплеровской флоуметрии / В. И. Козлов, В. Н. Сахаров, О. А. Гурова, В. В. Сидоров // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2021. – Т.20(3). – С. 46-53.
5. Литвин, Ф. Б. Функциональные изменения микроциркуляции крови и тканевой метаболизм при функциональных пробах у велосипедистов BMX / Ф. Б. Литвин // Ученые записки федерального университета имени В. И. Вернадского. – 2019. – Т.5(71). – № 4. – С. 61-68.
6. Литвин, Ф. Б. Метаболические возможности микроциркуляторного русла у спортсменов в условиях применения биопродукта / Ф. Б. Литвин, В. В. Становов, Г. М. Бойко, М. Г. Пурыгина // Физическое воспитание и спортивная тренировка. – 2021. – № 4 (38). – С. 104-111.
7. Мезенцева, Л. В. Сравнительный анализ микроциркуляторных реакций на гипоксические воздействия у испытуемых мужского и женского пола / Л. В. Мезенцева, Е. Н. Дудник, Е. В. Никенина // Физиология человека. – 2022. – Т. 48. – № 2. – С. 71-78.
8. Мезенцева, Л. В. Математическая модель регуляции показателей микрокровотока в сосудах симметричных областей парных органов человека / Л. В. Мезенцева // Физиология человека. – 2021. – Т.47. – № 5. – С. 61-66.
9. Могельницкий, А. С. Возможности мануальной общей лимфодренажной коррекции в комплексной терапии миофасциального болевого синдрома у спортсменов / А. С. Могельницкий, О. А. Чурганов, А. Г. Щуров, А. А. Яковлев // Спортивная медицина. – 2021 – Т.11. – № 2. – С. 38-44.
10. Могельницкий, А. С. Дисфункции лимфатической системы и методы их коррекции / А. С. Могельницкий, Е. В. Ким. – Москва : Издательские решения. – 2020. – 110 с.
11. Петренко, В. М. Лимфология как медико-биологическая наука: современные представления в России и история их формирования / В. М. Петренко // Научное обозрение. Медицинские науки. – 2016. – № 2. – С. 84-90.
12. Устинов, А. В. Лимфатическая система в остеопатической концепции: представления, исследования, теория и практика / А. В. Устинов, Д. С. Лебедев // Российский остеопатический журнал. – 2015. – (3-4) С. 114-126.
13. Yakhontov, S. V. The effectiveness of lymphatic drainage massage as a means of recovery in skiing / S. V. Yakhontov, E. A. Aleksandrova, G. M. Koshkareva, S. V. Nizkodubova, T. V. Lasukova // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo ped-

agogicheskogo universiteta = Tomsk State Pedagogical University Bulletin. – 2013. – № (12). – P. 210-214.
14 Zaitsev, K. S. The use of apparatus lymphatic drainage as a means of accelerating the local recovery of the muscles of the lower extremities of cyclists. Modern aspects of SCL and rehabilitation at the stages of providing medical care to children and adults / K. S. Zaitsev, / Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference dedicated to the 60th anniversary of the North Caucasus Federal Research and Clinical Center of FMBA of Russia. Pyatigorsk: RIA-KMV Publ. – 2017. P. 137-140.

REFERENCES

1. Borodin, Yu. I. Lymphatic region and detoxification / Yu. I. Borodin // Morphology. – 2005. – No. 4. – pp. 25-28.
2. Bruke T.M. Assessing the reactivity of the microcirculation system to physical activity in the combined use of natural dietary supplements and NILI in athletes with different types of heart rate regulation/T.M. Brooke, F.B. Litwin// Science and sports: modern trends. – 2023. - T. 11, NO. 2 - S. 6-14. DOI: 10.36028/2308-8826-2023-11-2-6-143.
3. Dremin, V. V. Possibilities of laser Doppler flowmetry in assessing the state of microhemolymphocirculation / V. V. Dremin, I. O. Kozlov, E. A. Zherebtsov, I. N. Makovik, A. V. Dunaev, V. V., Sidorov, A. I. Krupatkin // Regional blood circulation and microcirculation. – 2017. – Vol. 16(4). – pp. 42-49.
4. Kozlov, V. I. Assessment of microcirculation in children aged 6-7 years according to laser Doppler flowmetry / V. I. Kozlov, V. N. Sakharov, O. A. Gurova, V. V. Sidorov // Regional blood circulation and microcirculation. – 2021. – Vol. 20(3). – pp. 46-53.
5. Litvin, F. B. Functional changes in blood microcirculation and tissue metabolism in functional tests in BMX cyclists / F. B. Litvin // Scientific notes of the V.I. Vernadsky Federal University. – 2019. - Vol.5(71). - №4. - Pp. 61-68.
6. Litvin, F.B. Metabolic possibilities microcirculatory bed in athletes in the conditions of using a bioproduct / F. B. Litvin, V. V. Stanov, G. M. Boyko, M. G. Purygina // Physical education and sports training. – 2021. – № 4 (38). – Pp. 104-111.
7. Mezentseva, L. V. Comparative analysis of microcirculatory reactions to hypoxic effects in male and female subjects / L. V. Mezentseva, E. N. Dudnik, E. V. Nikenina // Human Physiology. – 2022. – Vol. 48. – No. 2. – pp. 71-78.
8. Mezentseva, L. V. Mathematical model of regulation of microcirculation parameters in vessels of symmetrical areas of paired human organs / L. V. Mezentseva // Human Physiology. – 2021. – Vol. 47. – No. 5. – pp. 61-66.
9. Mogelnitsky, A. S. The possibilities of manual general lymphatic drainage correction in the complex therapy of myofascial pain syndrome in athletes / A. S. Mogelnitsky, O. A. Churganov, A. G. Shchurov, A. A. Yakovlev // Sports medicine. – 2021. – Vol.11. – No. 2. – pp. 38-44.
10. Mogelnitsky, A. S. Dysfunctions of the lymphatic system and methods of their correction / A. S. Mogelnitsky, E. V. Kim. – Moscow : Publishing solutions. – 2020. – 110 p.
11. Petrenko, V. M. Lymphology as a medical and biological science: modern ideas in Russia and the history of their formation / V. M. Petrenko // Scientific Review. Medical sciences. – 2016. – No. 2. – pp. 84-90.
12. Ustinov, A.V. The lymphatic system in the osteopathic concept: representations, research, theory and practice / A. V. Ustinov, D. S. Lebedev // Russian Osteopathic Journal. – 2015. – (3-4) pp. 114-126.
13. Yakhontov, S. V. The effectiveness of lymphatic drainage massage as a means of recovery in skiing / S. V. Yakhontov, E. A. Aleksandrova, G. M. Koshkareva, S. V. Nizkodubova, T. V. Lasukova // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta = Tomsk State Pedagogical University Bulletin. – 2013. – №(12). – P. – 210-214.
14. Zaitsev, K. S. The use of apparatus lymphatic drainage as a means of accelerating the local recovery of the muscles of the lower extremities of cyclists. Modern aspects of SCL and rehabilitation at the stages of providing medical care to children and adults / K. S. Zaitsev / Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference dedicated to the 60th anniversary of the North Caucasus Federal Research and Clinical Center of FMBA of Russia. Pyatigorsk: RIA-KMV Publ. – 2017. – P. 137-140.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Литвин Федор Борисович (Litvin Fedor Borisovich) – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры биологических дисциплин; Смоленский государственный университет спорта; 214018. Г. Смоленск, проспект Гагарина, 23; bf-litvin@yandex.ru ORCID:0000-0002-2281-8757

Брук Татьяна Михайловна (Bruk Tatyana Mikhailovna) – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой биологических дисциплин; Смоленский государственный университет спорта; 214018. г. Смоленск, проспект Гагарина, 23; bryktmcenter@rambler.ru ORCID: 0000-0003-1023-6642

Кротова Кристина Александровна (Krotova Kristina Alexandrovna) – аспирант кафедры биологических дисциплин; Смоленский государственный университет спорта; 214018 г. Смоленск, проспект Гагарина, 23; kristina.krotova.94@mail.ru ORCID: 0000-0001-6321-3706.

Примнева Ольга Петровна (Primneva Olga Petrovna) – аспирант кафедры биологических дисциплин; Смоленский государственный университет спорта; 214018 г. Смоленск, проспект Гагарина, 23, olga.primneve@mail.ru.

Поступила в редакцию 22 августа 2023 г.
Принята к публикации 2 октября 2023 г.

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Литвин, Ф.Б. Влияние магистрального лимфодренажа на микролимфоциркуляцию и микрогемоциркуляцию в симметричных областях тела спортсменов / Ф.Б. Литвин, Т.М. Брук, О.П. Примнева, К.А. Кротова // Наука и спорт: современные тенденции. – 2023. – Т. 11, № 4 – С. 30-37. DOI: 10.36028/2308-8826-2023-11-4-30-37

FOR CITATION

Litvin F.B., Bruk T.M, Primneva O.P., Krotova K.A. Influence of the main lymphodrainage on microlymphocirculation and microhemocirculation in symmetrical areas of the athletes' body. Science and sport: current trends., 2023, vol. 11, no. 4. – pp. 30-37. DOI: 10.36028/2308-8826-2023-11-4-30-37