Дата публикации: 01.06.2026
DOI: 10.24412/2588-0500-2026_10_02_26
УДК 616-036.82; 578.834.1

Publication date: 01.06.2026
DOI: 10.24412/2588-0500-2026_10_02_26
UDC 616-036.82; 578.834.1

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ НА ФОНЕ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ У ПАЦИЕНТОВ С COVID-19: ПРОСПЕКТИВНОЕ КЛИНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

О.А. Шукалович[1], Е.Ф. Туровинина[1], А.Н. Багаутдинова[2]
[1]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Тюмень, Россия
[2]Государственное автономное учреждение здравоохранения Тюменской области «Областной лечебно-реабилитационный центр «Градостроитель», г. Тюмень, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Пандемия COVID-19 потребовала пересмотра подходов к реабилитации пациентов. Ключевой аспект восстановления – микроциркуляция. Ее нарушения могут привести к осложнениям и долгосрочным последствиям, поэтому оценка ее состояния важна для реабилитации. ***Методы.*** В исследование включены 120 пациентов с подтвержденным COVID-19. Участники разделены на группы в зависимости от программы реабилитации. Контроль эффективности проведен методом Лазерной допплеровской флоуметрии до, после и через год после курса реабилитации. ***Результаты.*** Прохождение программы реабилитации способствовало улучшению клинических показателей и функциональных параметров микроциркуляции в основной и в 1-ой группе сравнения ($p<0,001$), но через год показатели ухудшаются во всех обследуемых группах ($p<0,05$). ***Заключение.*** Применение оценки эффективности по показателям микроциркуляции в динамике позволяет персонифицировать программу реабилитации и получить объективные показатели проведенных мероприятий.
Ключевые слова: реабилитация, COVID-19, микроциркуляция крови.

ASSESSMENT OF THE DYNAMICS OF FUNCTIONAL INDICATORS OF MICROCIRCULATION IN PATIENTS WITH COVID-19 UNDERGOING MEDICAL REHABILITATION: PROSPECTIVE CLINICAL STUDY

O.A. Shukalovich[1], E.F. Turovinina[1], A.N. Bagautdinova[2]
[1]Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia
[2]Medical and Rehabilitation Center “Gradostroitel”, Tyumen, Russia

Abstract. ***Introduction.*** The COVID-19 pandemic has required a review of approaches to patient rehabilitation. The key aspect of recovery is microcirculation. Its disorders can lead to complications and long-term consequences, so assessing its condition is important for rehabilitation. ***Methods.*** The study included 120 patients with confirmed COVID-19. The participants are divided into groups depending on the rehabilitation program. The effectiveness was monitored by Laser Doppler Flowmetry before, after, and one year after the course. ***Results.*** The rehabilitation program improved the clinical parameters and functional parameters of microcirculation in the main and in the 1st comparison group ($p<0.001$), but after a year the indicators deteriorate in all the studied groups ($p<0.05$). ***Conclusion.*** The use of performance evaluation based on microcirculation indicators in dynamics allows to personalize the rehabilitation program and obtain objective indicators of the measures taken.
Keywords: rehabilitation, COVID-19, blood microcirculation.

Введение. COVID-19 оказал значительное влияние на здоровье населения по всему миру. Помимо острых проявлений болезни многие пациенты сталкиваются с долгосрочными последствиями и осложнениями, которые требуют тщательного изучения и разработки эффективных реабилитационных программ. При изучении клинических проявлений заболевания и отдаленных последствий было выявлено, что в патогенезе COVID-19 важнейшую роль играет нарушение микроциркуляции, что определяет клиническое течение заболевания и осложнения [1, 2]. Согласно данным ряда исследований, нарушения микроциркуляции могут оказывать негативное влияние на процесс реабилитации, замедляя восстановление и увеличивая риск осложнений

[3-5]. В последние годы наблюдается значительный интерес к изучению динамики показателей микроциркуляции на фоне комплексной медицинской реабилитации (МР). В частности, было показано, что улучшение микроциркуляции способствует более быстрому восстановлению функциональных показателей и снижению уровня воспалительных процессов. В исследовании О.А. Шукалович и соавт. [6] показано, что индивидуальное применение преформированных факторов по показателям микроциркуляции в курсе медицинской реабилитации имеет большую эффективность и уменьшает сроки выздоровления пациентов. Таким образом, оценка динамики микроциркуляторных показателей в ходе реабилитационных мероприятий становится важным аспектом клинической практики, в том числе при COVID-19.

Публикация результатов проспективного клинического исследования расширит базу научных знаний о влиянии COVID-19 на микроциркуляцию и эффективность реабилитационных мероприятий. Это будет способствовать развитию медицины и улучшению качества медицинской помощи пациентам, перенесшим инфекцию.

Цель: оценка динамики изменений функциональных показателей микроциркуляции на фоне программы медицинской реабилитации у пациентов, перенесших COVID-19.

Методы и организация исследования. Исследование проведено на базе лечебно-реабилитационного центра «Градостроитель» г. Тюмени в соответствии с этическими принципами. Исследование выполнено в период с марта 2022 по март 2023 гг.

Критерии включения: состояние после перенесенного COVID-19, с поражением легочной ткани; срок реабилитации – в течение 6 месяцев после перенесенной инфекции; оценка состояния пациента по шкале реабилитационной маршрутизации – 2 балла; в основной группе – 30 мужчин и 30 женщин, в 1-ой и 2-ой группах сравнения – по 15 женщин и 15 мужчин, средний возраст пациентов – 62,3 года; информированное добровольное согласие.

Критерии невключения: соматические заболевания в стадии декомпенсации.

Критерии исключения: резкое ухудшение общесоматического состояния пациента; отказ пациента от участия в исследовании. Участники исследования (n=90), проходившие курс медицинской реабилитации, были разделены на две группы, сопоставимые по полу, возрасту и степени тяжести заболевания. В основной группе (n=60) пациенты получали реабилитацию в соответствии с клиническими рекомендациями [7, 8]: диетотерапию; индивидуальную лечебную физкультуру: специальные дыхательные упражнения с учетом локализации патологического очага и степени распространенности поражения легких продолжительностью 25 мин, 10 занятий на курс лечения; аппаратные методы кинезотерапии не применялись; психокоррекцию малыми группами продолжительностью 25 мин; ежедневно, 10 сеансов на курс лечения; физиотерапию: аэрозольтерапия в зависимости от клинических проявлений, низкочастотная магнитотерапия на аппарате «АЛМАГ-02» (ФСР 2009/04790; Россия), излучатели размещали на проекции корня легких; тип магнитного поля: основной излучатель – бегущие магнитные поля справа-налево; индукция – 20 мТл; частота – 100 Гц; время воздействия – 20 мин. В 1-ой группе сравнения (n=30) пациенты получали реабилитацию в соответствии с клиническими рекомендациями, но без прохождения физиотерапии. В дополнительной 2-ой группе сравнения (n=30) пациенты не проходили курс медицинской реабилитации. Всем пациентам до и после реабилитационных мероприятий проведена оценка нарушений микроциркуляции. Использовались аппарат лазерный диагностический «ЛАЗМА СТ» и метод лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ). Метод ЛДФ дает возможность объективно регистрировать микроциркуляторный кровоток [9, 10]. Производилось зондирование ткани лазерным излучением. Обработка отраженного от ткани излучения основана на выделении из зарегистрированного сигнала допплеровского сдвига частоты отраженного сигнала, пропорционального скорости движения частиц в микроциркуляторном русле; в ходе проводимых исследований обеспечивалась регистрация изменения потока крови в

микроциркуляторном русле. Общая длительность одного исследования составляла 15 мин. Измерения проводились на коже с артериовенозными анастомозами (АВА) на ладонной поверхности дистальной фаланги 4-го пальца кисти левой руки в одно и то же время в условиях физического и психического покоя, через 2 часа после приема пищи с предварительной адаптацией пациентов к температуре помещения 20-23 °С, в положении сидя, левое предплечье на столе на уровне сердца. В настоящее время метод лазерной допплеровской флоуметрии является ведущим для диагностики состояния микроциркуляторного русла. Метод является неинвазивными и противопоказаний для использования не имеет. С ЛДФ оценивались следующие параметры: интегративный показатель микроциркуляции (М-величина перфузии) и функциональные показатели регуляции: активные факторы микроциркуляции, соответствующие амплитуде колебаний кровотока, обусловленные эндотелиальным (Аэ), миогенным (Ам) и нейрогенным (Ан) механизмами регуляции сосудистого тонуса и пассивные факторы регуляции, показатели венозного оттока, вызываемого дыхательными экскурсиями (Ад) и пульсовым кровотоком (Ас) [9]. Проведение научной работы одобрено этической комиссией комитета по этике Тюменского государственного медицинского университета (протокол № 104 от 02.02.2022г). Статистическая обработка полученных данных проведена с использованием стандартной программы SPSS Statistic 27.0. Для проверки нормальности распределения данных использовался критерий Шапиро-Уилка, для сравнения двух зависимых групп по одному признаку – критерий Вилкоксона. При сравнении трех независимых групп по одному признаку применялся критерий Краскела-Уоллиса. За уровень значимости достоверности различий принимали $p<0,05$. Данные представлены в виде медианы и межквартильного размаха (Me [Q1; Q3]).

Результаты исследования и их обсуждение. В результате годичного наблюдения за пациентами, перенесшими коронавирусную инфекцию, были выявлены статистически значимые изменения показателей микроциркуляции и клинического состояния пациента на фоне медицинской реабилитации и без нее (табл. 1).

Так, при анализе величины перфузии (М), как интегративного показателя микроциркуляции, выявлено, что М изменился во всех группах через 1 год ($p<0,001$). При этом полученные данные показывают ухудшение состояния пациента на уровне микроциркуляторной системы.

Повышенный уровень показателя микроциркуляции М свидетельствует об усиленном кровоснабжении, что связано с воспалительными процессами. Уровень М ниже нормы означает недостаточное поступление кислорода и питательных веществ в клетки, что может вызвать их повреждение или гибель.

Активные и пассивные показатели микроциркуляции имеют разную функциональную значимость, все они достоверно изменились через 1 год, но в разной степени: нейрогенный показатель (Ан) в основной группе и в 1-й группе сравнения через год показал положительную динамику ($p>0,05$), а во 2-й группе сравнения показатель стал выше. Повышение нейрогенной активности (Ан) отражает изменения в регуляции сосудистого тонуса, приводящие к спазмам сосудов или, наоборот, к их расширению.

Миогенный показатель (Ам) статистически значимо изменился на 10 сутки МР ($p<0,001$*), в основной группе через год определены функционально значимые данные. В группах сравнения через год показатель существенно повысился. Между тем, увеличение миогенной активности (Ам) отражает повышение тонуса гладкой мускулатуры сосудов, что вызывает спазм и сужение сосудов, тем самым ухудшая кровоснабжение органов и тканей.

Эндотелиальный показатель (Аэ) во всех группах также функционально изменился через год. Повышение эндотелиального показателя микроциркуляции свидетельствует о вазодилатации и увеличении проницаемости сосудов и, как следствие, приводит к отекам тканей, что способствует воспалительным процессам.

Снижение деятельности активных факторов приводит к недостаточному притоку крови к органам и тканям, что может

вызвать ишемию (недостаток кислорода и питательных веществ) [11].

Дыхательная амплитуда (Ад) в основной группе на 10 сутки функционально улучшилась, но через год показатель снова стал меньше, чем до начала курса МР. В 1-й и во 2-й группах сравнения через год показатель сохранился в референсных значениях. Пульсовой кровоток в основной и в контрольной группах на 10 сутки МР функционально улучшился, но через год в основной группе показатель снова снижается, при этом в 1-й группе сравнения изменений через год обнаружено не было.

Таблица 1

Результаты оценки динамики показателей микроциркуляции на фоне курса медицинской реабилитации (основная группа и группа сравнения 1) и без реабилитации (группа сравнения 2), Me [Q1; Q3]

Показатели микроциркуляции	Период реабилитации	Группа			P<
		Основная (n=60)	Сравнения 1 (n=30)	Сравнения 2 (n=30)	
Величина перфузии, пф.ед.	1 сутки	18 [13; 21]	16,7 [13,6; 21,2]	17,9 [14,9; 22]	–
	10 сутки	12 [9; 14]	11,1 [9,5; 14,2]	–	–
	Через год	13 [10,3; 14,7]	13,1 [11,09; 14,7]	14,6 [12,3; 20,5]	0,001
Активные факторы регуляции					
Нейрогенный показатель, пф.ед.	1 сутки	0,68 [0,53; 0,85]	0,65 [0,52; 0,91]	0,62 [0,43; 0,74]	–
	10 сутки	1,6 [1,3; 1,7]	1,6 [1,5; 1,8]	–	–
	Через год	1,6 [1,4; 1,8]	1,4 [1,34; 2,01]	1,32 [0,56; 1,47]	0,001
Миогенный показатель, пф.ед.	1 сутки	0,49 [0,37; 0,70]	0,60 [0,46; 0,72]	0,46 [0,34; 0,69]	–
	10 сутки	0,83 [0,67; 1,06]	0,93 [0,82;1,66]	–	0,001
	Через год	0,29 [0,21; 0,37]	1,5 [1,03; 1,77]	1,09 [0,62; 1,46]	0,001
Эндотелиальный показатель, пф.ед.	1 сутки	0,74 [0,56; 1,08]	0,82 [0,63; 1,05]	0,73 [0,47; 0,99]	–
	10 сутки	2,3 [1,9; 2,7]	2,4 [2,09; 2,87]	–	–
	Через год	0,56 [0,44; 0,76]	1,96 [1,56; 2,57]	1,6 [0,95; 1,98]	0,001
Пассивные факторы регуляции					
Дыхательная амплитуда, пф.ед.	1 сутки	0,31 [0,24; 0,41]	0,25 [0,23; 0,35]	0,29 [0,24; 0,41]	–
	10 сутки	0,46 [0,39; 0,59]	0,42 [0,36; 0,46]	–	–
	Через год	0,22 [0,16; 0,26]	0,46 [0,34; 0,67]	0,33 [0,33; 0,67]	0,001
Пульсовой кровоток, пф.ед.	1 сутки	0,63 [0,46; 0,92]	0,63 [0,23; 0,35]	0,58 [0,47; 0,75]	–
	10 сутки	1,3 [0,67; 1,06]	1,2 [0,47; 1,5]	–	–
	Через год	2,3 [1,6; 3,5]	1,16 [0,78; 1,45]	1,01 [0,47; 1,34]	0,001

При изменениях в регуляции пассивных факторов (Ад, Ас) нарушается нормальное кровообращение в капиллярах, что приводит к недостаточному питанию тканей и их кислородному голоданию.

Интерпретация показателей микроциркуляции проводилась с учетом клинической картины, согласно временным методическим рекомендациям (версия 18) [8]: для оценки переносимости гипоксии применялись функциональные тесты Генчи, Штанге, для оценки переносимости физической нагрузки – тест с 6-минутной ходьбой (табл. 2).

Результаты пробы Штанге в основной группе на 10 сутки МР соответствовали удовлетворительному состоянию, в группе сравнения 1 – неудовлетворительному, через год после МР в обеих группах показатели переходят в неудовлетворительный диапазон (<35 с), при этом через год динамика результатов пробы статистически значима в обеих группах. Так как пациенты группы сравнения 2 не проходили курс медицинской реабилитации, динамика функциональных проб оценивалась в основной группе и группе сравнения 1.

Результаты пробы Генчи статистически значимо изменились в основной группе и 1-ой группе сравнения на всех этапах исследования, на 10 сутки после МР показатели в удовлетворительном диапазоне, через год показатели в неудовлетворительном диапазоне (<29 с).

Результаты теста 6-минутной ходьбы статистически и клинически значимо изменились в основной группе на всех этапах исследования. При этом в 1-ой группе сравнения через год показатель улучшился с 217 до 310 метров.

Таблица 2

Результаты оценки динамики функциональных проб на фоне курса медицинской реабилитации, Me [Q1; Q3]

Функциональные пробы	Период реабилитации	Группа		P<
		Основная (n=60)	Сравнения 1 (n=30)	
Проба Штанге, с	1 сутки	31 [24,5; 34,5]	29 [24; 31]	–
	10 сутки	35 [28; 39,5]	34 [28; 37]	–
	Через год	25 [21; 31]	30,5 [25; 35]	0,001
Проба Генчи, с	1 сутки	25 [21; 33]	28 [24; 31]	0,001
	10 сутки	31 [26,5; 37]	34 [29; 38]	0,001
	Через год	23 [19,5; 29]	29,5 [27; 34]	0,001
Тест 6-мин ходьбы, м	1 сутки	240 [215; 317,5]	217 [215; 250]	0,001
	10 сутки	410 [360; 440]	315 [290; 380]	0,001
	Через год	250 [197,5; 268,5]	310 [276; 357]	0,001

Оценка показателей микроциркуляции до и после курса медицинской реабилитации относится к объективным критериям эффективности проведенных мероприятий. В результате исследования полученные данные подтверждают важность учета индивидуальных особенностей пациента и персонифицированного подхода к реабилитации, который способствует улучшению микроциркуляции и, как следствие, ускорению процессов восстановления, тем самым уменьшая отдаленные последствия перенесенного заболевания. По результатам изменений в показателях микроциркуляции наблюдается динамика в сторону ухудшения, а по клиническим характеристикам отмечается значительное улучшение после курса МР. Таким образом, интеграция индивидуального подхода в реабилитацию с учетом не только клинических показателей, но и состояния микроциркуляторного русла, может привести к более эффективным результатам и улучшению качества жизни пациентов.

В исследовании других авторов (Бабушкин И.Е., Кулишова Т.В. 2022 г.) показано, что нормализация капиллярного кровотока у пациентов сопровождается улучшением эндотелиальной функции сосудов, оптимизацией гемостазиологических и воспалительных процессов в сосудистой системе, что имеет важное значение для профилактики и уменьшения рисков возникновения осложнений, при этом оценка состояния микроциркуляции проводилась сразу после курса МР [4].

Аналогично в другом исследовании подтверждено, что введение рутинного исследования нарушения микроциркуляции в клиническую практику позволяет персонализировать потенциальные терапевтические подходы в лечении постковидного синдрома путем дифференцированного подбора процедур и кратности их назначения при составлении и проведении реабилитационных программ [12, 13].

Также в период пандемии было проведено исследование, в результате которого были зарегистрированы значимые изменения на уровне микроциркуляции у пациентов, перенесших COVID-19, что является неблагоприятным фактором в отношении прогноза и требует разработки профилактических мероприятий, направленных на снижение рисков развития тромбообразования.

В нашем исследовании оценка динамики показателей микроциркуляции, проводимая сразу после курса МР, показывает аналогичную картину, однако через год выявленные нарушения на микроциркуляторном уровне сохраняются или выходят за пределы референсных значений, что является обоснованием необходимости длительного контроля и проведения реабилитационных мероприятий.

Заключение. Применение индивидуальной оценки микроциркуляции в динамике

позволяет персонифицировать программу реабилитации и получить объективные показатели эффективности проведенных мероприятий. Микроциркуляторные нарушения после COVID-19 сохраняются через год, что дает основания для проведения дальнейших исследований и реабилитации.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нарушение микроциркуляции и клеточного метаболизма у пациентов с постковидным синдромом / В.В. Сидоров, А.А. Лобанов, И.А. Гришечкина [и др.] // Вестник новых медицинских технологий. – 2022. – № 2. – С. 64-68. DOI: 10.24412/1609-2163-2022-2-64-68.
2. Вызовы и подходы к медицинской реабилитации пациентов, перенесших осложнения COVID-19 / А.Д. Фесюн, А.А. Лобанов, А.П. Рачин [и др.] // Вестник восстановительной медицины. – 2020. – № 97 (3). – Р. 3-13. DOI: 10.38025/2078-1962-2020-97-3-3-13
3. Нарушения микроциркуляции у больных с тяжелым течением COVID-19 / Е.Е. Ладожская-Гапеенко, К.Н. Храпов, Ю.С. Полушин [и др.] // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2021. – Т. 18. – № 4. – С. 7-19. DOI: 10.21292/2078-5658-2021-18-4-7-19
4. Влияние медицинской реабилитации на состояние микроциркуляции и активности воспаления у пациентов после перенесенной пневмонии, ассоциированной с новой коронавирусной инфекцией (COVID-19) / И.Е. Бабушкин, Т.В. Кулишова, Н.Ю. Карелова [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2022. – № 2. – С. 156.
5. Золотовская, И.А. Основные характеристики параметров микроциркуляции у пациентов, перенесших COVID-19 / И.А. Золотовская, П.Р. Шацкая, И.Л. Давыдкин // Профилактическая медицина. – 2020. – № 23(7). – С. 56-62.
6. Шукалович, О.А. Подходы к персонификации программ реабилитации пациентов, перенесших COVID-19 / О.А. Шукалович, Е.Ф. Туровинина // Курортная медицина. – 2024. – № 2. – С. 127-132. DOI: 10.24412/2304-0343-2024_2_127.
7. Временные методические рекомендации. Медицинская реабилитация при новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 2. 31.07.2020. – URL: https://static-0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attaches/000/051/187/original/31072020_Reab_COVID-19_v1.pdf (дата обращения: 16.04.2026)
8. Временные методические рекомендации. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 18. 26.10.2023. – URL: https://static-0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attaches/000/064/610/original/%D0%92%D0%9C%D0%A0_COVID-19_V18.pdf (дата обращения: 16.04.2026)
9. Крупаткин, А.И. Функциональная диагностика состояния микроциркуляторно-тканевых систем: Колебания, информация, нелинейность. Руководство для врачей / А.И. Крупаткин, В.В. Сидоров. – М.: Стереотип, 2022. – 496 с.
10. Власова, Т.И. Современные методы оценки микроциркуляции / Т.И. Власова, Т.Д. Власов // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2024. – № 23(4). – С. 5-21. DOI: 10.24884/1682-6655-2024-23-4-5-21.
11. Возможности капилляроскопической оценки микроциркуляции в кардиологии / А.С. Лишута, М.В. Кожевникова, О.А. Слепова [и др.] // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2025. – № 24(8). – С. 4380. DOI: 10.15829/1728-8800-2025-4380.
12. Синдром усталости у пациентов с лонг-ковидом и постковидным синдромом (обзор литературы) / А.А. Визель, П.Е. Колесников, А.Р. Абашев, И.Ю. Визель // Русский медицинский журнал. – 2024. – № 3. – С. 44-49.
13. COVID-19 и сосудистые нарушения (обзор литературы) / Н.Н. Петрищев, О.В. Халепо, Ю.А. Вавиленкова [и др.] // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2020. – Т. 19. – № 3. – С. 90-98. DOI: 10.24884/1682-6655-2020-19-3-90-98.

REFERENCES

1. Sidorov V.V., Lobanov A.A., Grishechkina I.A. et al. Violation of microcirculation and cellular metabolism in patients with COVID-19. *Journal of New Medical Technologies*, 2022, no. 2, pp. 64-68. DOI: 10.24412/1609-2163-2022-2-64-68 (in Russ.)
2. Fesyun A.D., Lobanov A.A., Rachin A.P. et al. Challenges and approaches to medical rehabilitation of patients with Covid-19 complications. *Bulletin of rehabilitation medicine,* 2020, no. 97(3), pp. 3-13. DOI: 10.38025/2078-1962-2020-97-3-3-13 (in Russ.)
3. Ladozhskaya-Gapenko E.E., Khrapov K.N., Polushin Yu.S. et al. Microcirculation Disorders in Patients with Severe COVID-19. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*, 2021, vol. 18, no. 4, pp. 7-19. DOI: 10.21292/2078-5658-2021-18-4-7-19 (in Russ.)

4. Babushkin I.E., Kuleshova T.V., Karelova N.Yu., Kharchenko S.S., Kryanga A.A. The effect of medical rehabilitation on the state of microcirculation and inflammation activity in patients after pneumonia associated with a new coronavirus infection (COVID-19). *Modern problems of science and education*, 2022, no. 2, p. 156. (in Russ.)
5. Zolotovskaya I.A., Shatskaia P.R., Davydkin I.L. Main characteristics of microcirculation parameters in patients who underwent COVID-19. *Russian Journal of Preventive Medicine*, 2020, no. 23(7), pp. 56-62. (in Russ.)
6. Shukalovich O.A., Turovinina E.F. Approaches to personification of rehabilitation programmes for patients after COVID-19. *Resort Medicine*, 2024, no. 2, pp. 127-132. DOI: 10.24412/2304-0343-2024_2_127. (in Russ.)
7. Temporary methodological guidelines. Medical rehabilitation after COVID-19. Version 2. 31.07.2020. Available at: https://static-0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attaches/000/051/187/original/31072020_Reab_COVID-19_v1.pdf (accessed 16.04.2026) (in Russ.)
8. Temporary methodological guidelines. Prevention, diagnosis and treatment of COVID-19. Ver. 18. 26.10.2023. Available at: https://static-0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attaches/000/064/610/original/%D0%92%D0%9C%D0%A0_COVID-19_V18.pdf (accessed 16.04.2026) (in Russ.)
9. Krupatkin A.I., Sidorov V.V. Functional diagnostics of microcirculatory and tissue systems: Fluctuations, information, non-linearity. Guidelines for doctors. Moscow: Stereotip, 2022. 496 p. (in Russ.)
10. Vlasova T.I., Vlasov T.D. Current methods for microvascular blood flow research. *Regional blood circulation and microcirculation,* 2024, no. 23(4), pp. 5-21. DOI: 10.24884/1682-6655-2024-23-4-5-21. (in Russ.)
11. Lishuta A.S., Kozhevnikova M.V., Slepova O.A. et al. Microcirculation assessment using capillaroscopy in cardiology. *Cardiovascular Therapy and Prevention*, 2025, no. 24(8), p. 4380. DOI: 10.15829/1728-8800-2025-4380. (in Russ.)
12. Vizel A.A., Kolesnikov P.E., Abashev A.R., Vizel I.Yu. Fatigue syndrome in patients with long COVID and post-COVID syndrome (literature review). *Russian Medical Journal*, 2024, no. 3, pp. 44-49. (in Russ.)
13. Petrishchev N.N., Khalepo O.V., Vavilenkova Y.A., Vlasov T.D. COVID-19 and vascular disorders (literature review). *Regional blood circulation and microcirculation*, 2020, vol. 19, no. 3, pp. 90-98. DOI: 10.24884/1682-6655-2020-19-3-90-98. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Ольга Александровна Шукалович – старший преподаватель кафедры медицинской профилактики и реабилитации, Тюменский государственный медицинский университет, Тюмень, e-mail: olenkashuk@mail.ru, ORCID: 0009-0003-7056-846X.
Елена Фаридовна Туровинина – доктор медицинских наук, профессор, Тюменский государственный медицинский университет, Тюмень, e-mail: e_turov@mail.ru, ORCID: 0000-0002-6585-0554.
Анна Николаевна Багаутдинова – врач физической и реабилитационной медицины, Областной лечебно-реабилитационный центр «Градостроитель», Тюмень, e-mail: gradostroitl@med-to.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Olga A. Shukalovich – Senior Lecturer of the Department of Medical Prevention and Rehabilitation of Tyumen State Medical University, Tyumen, e-mail: olenkashuk@mail.ru, ORCID: 0009-0003-7056-846X.
Elena F. Turovinina – Doctor of Medical Sciences, Professor, Tyumen State Medical University, Tyumen, e-mail: e_turov@mail.ru, ORCID: 0000-0002-6585-0554.
Anna N. Bagautdinova – Physical Medicine and Rehabilitation Physician, Medical and Rehabilitation Center “Gradostroitel”, Tyumen, e-mail: gradostroitl@med-to.ru.

Для цитирования: Шукалович, О.А. Оценка динамики функциональных показателей микроциркуляции на фоне медицинской реабилитации у пациентов с COVID-19: проспективное клиническое исследование / О.А. Шукалович, Е.Ф. Туровинина, А.Н. Багаутдинова // Современные вопросы биомедицины. – 2026. – Т. 10. – № 2(37). DOI: 10.24412/2588-0500-2026_10_02_26

For citation: Shukalovich O.A., Turovinina E.F., Bagautdinova A.N. Assessment of the dynamics of functional indicators of microcirculation in patients with COVID-19 undergoing medical rehabilitation: prospective clinical study. *Modern Issues of Biomedicine*, 2026, vol. 10, no. 2(37). DOI: 10.24412/2588-0500-2026_10_02_26