

## ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЭНДОТЕЛИАЛЬНОЙ ДИСФУНКЦИИ У БОЛЬНЫХ COVID-19

С.В. МОСКВИН\*, А.В. КОЧЕТКОВ\*\*, Н.М. БУРДУЛИ\*\*\*, Е.В. АСХАДУЛИН\*\*\*\*

\*ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины им. О.К. Скобелкина ФМБА России», ул. Студенческая, д. 40, г. Москва, 121165, Россия, e-mail: 7652612@mail.ru

\*\*ФГБУЗ ЦКБВЛ ФМБА России, д. 4, д. Голубое, Московская обл., 141551, Россия, e-mail: kotchetkov@inbox.ru

\*\*\*Северо-Осетинская государственная медицинская академия, Пушкинская ул., д. 40, г. Владикавказ, Респ. Северная Осетия-Алания, 362025, Россия, e-mail: burduli@yandex.ru

\*\*\*\*Центр лечения больных COVID-19, ГУЗ «Амбулатория п. Рассвет», п. Рассвет, 38, г. Тула, 301121, Россия, e-mail: aev.74@mail.ru

**Аннотация. Цель исследования** – изучение возможности лазерной терапии для устранения эндотелиальной дисфункции, которая, по мнению большинства специалистов, является базовой патологией, формирующейся у больных COVID-19, в результате которой страдают практически все органы и ткани. **Материалы и методы исследования.** В статье описаны молекулярно-клеточные и физиологические механизмы регуляции сосудистого гомеостаза, механизмы биомодулирующего действия низкоинтенсивного лазерного излучения и его влияние на факторы регуляции сосудистого гомеостаза. Рассмотрены основные методы лазерной терапии, которые используются при сосудистой патологии различного генеза и для COVID-19, в частности. **Результаты и их обсуждение.** В работе показано, что лазерная терапия, исходя из патогенетического обоснования, способна снизить тяжесть заболевания, предотвратить развитие осложнений, сократить сроки лечения и реабилитации. **Заключение.** Краткий обзор литературы доказывает эффективность применения лазерной терапии для предотвращения развития эндотелиальной дисфункции у больных COVID-19. Рекомендуется применять как наружные методы лазерной терапии (в проекцию очага поражения и иммунокомпетентных органов), так и различные варианты лазерного освещения крови.

**Ключевые слова:** эндотелиальная дисфункция, COVID-19, лазерная терапия

## THE JUSTIFICATION OF THE USE OF LOW-LEVEL LASER THERAPY TO PREVENT THE DEVELOPMENT OF ENDOTHELIAL DYSFUNCTION IN COVID-19 PATIENTS

S.V. MOSKVIN\*, A.V. KOCHETKOV\*\*, N.M. BURDULI\*\*\*, E.V. ASKHADULIN\*\*\*\*

\*O.K. Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine under the Federal Medical Biological Agency, Studencheskaya Str., 40, Moscow, 121165, Russia, e-mail: 7652612@mail.ru

\*\*Central Clinical Hospital for Rehabilitation under the Federal Medical Biological Agency, 4, v. Goluboe, Moscow region, 141551, Russia, e-mail: kotchetkov@inbox.ru

\*\*\*North Ossetian State Medical Academy, Pushkinskaya Str., 40, Vladikavkaz, Rep. North Ossetia-Alania, 362025, Russia, e-mail: burduli@yandex.ru

\*\*\*\*Center for the treatment of patients with COVID-19, "Outpatient Clinic of Rassvet village", v. Rassvet, 38, Tula, 301121, Russia, e-mail: aev.74@mail.ru

**Abstract. Te research purpose** is to study the possibilities of low-level laser therapy for eliminating endothelial dysfunction, which, according to most experts, is the basic pathology that forms in patients with COVID-19, as a result of which almost all organs and tissues are affected. **Materials and methods.** The article describes the molecular-cellular and physiological mechanisms of regulation of vascular homeostasis, the mechanisms of the biomodulating action of low-intensity laser illumination and its influence on the factors of regulation of vascular homeostasis. The main low-level laser therapy methods that are used for vascular pathology of various origins and for COVID-19 in particular are considered. **Results.** The article showed that low-level laser therapy, based on the pathogenetic rationale, is able to reduce the severity of the disease, prevent the development of complications, and shorten the duration of treatment and rehabilitation. **Conclusion.** A brief literature review proves the effectiveness of low-level laser therapy in preventing the development of endothelial dysfunction in COVID-19 patients. It is recommended to use both external low-level laser therapy techniques (in the projection of the lesion focus and immune competent organs), and various options of laser blood illumination.

**Keywords:** endothelial dysfunction, COVID-19, low-level laser therapy

**Введение.** Глобальная пандемия заболевания, вызванная коронавирусом *SARS-CoV-2 (COVID-19)*, стала вызовом для всего человечества, но в первую очередь, для учёных и врачей, перед которыми поставлена задача поиска возможных способов профилактики заболеваемости, эффективного лечения больных с минимизацией смертности и развития осложнений, а также реабилитации пациентов.

Одной из многочисленных особенностей *COVID-19* является выраженная неспецифичность наблюдаемых поражений в различных органах и системах физиологического регулирования. В тоже время развитие эндотелиальной дисфункции можно выделить как фактор, в значительной степени объединяющий различные нарушения. Многие специалисты убеждены, что эндотелий сосудов – краеугольный камень дисфункции органов при тяжёлой инфекции *SARS-CoV-2* [57].

У больных, умерших от дыхательной недостаточности, связанной с *COVID-19*, гистологическим паттерном в периферическом лёгком является диффузное альвеолярное повреждение с периваскулярной инфильтрацией *T*-клеток. Лёгкие этих пациентов имеют отличительные сосудистые особенности, а именно серьёзные эндотелиальные повреждения, связанные с присутствием внутриклеточного вируса и разрушенных клеточных мембран. Гистологический анализ лёгочных сосудов у пациентов с *COVID-19* показал широко распространённый тромбоз с микроангиопатией. Альвеолярные капиллярные микротромбы наблюдаются в 9 раз чаще у пациентов с *COVID-19*, чем у пациентов с гриппом ( $p < 0,001$ ). Всё это свидетельствует о развитии тяжёлой эндотелиальной дисфункции [40].

*Эндотелиальная дисфункция* (ЭнД) – сложный многогранный процесс, является достаточно серьёзной проблемой современной клинической практики, даже если не рассматривать её в контексте *COVID-19* [35], но в условиях вирусной инфекции изучение возможности предотвращения развития этой патологии носит особое, первостепенное значение. Имеется множество функций эндотелия: регуляция транспорта многих биологически активных веществ, барьерная, участие в фагоцитозе, секреторная, контроль диффузии жидкости, электролитов, продуктов метаболизма, адгезии и агрегации тромбоцитов и др. Поэтому нарушение работы эндотелия может носить катастрофический характер, становясь первопричиной высокой смертности и развития серьёзных осложнений, нарушающих полноценную жизнь человека.

Сопутствующие заболевания могут делить и синергически активировать патофизиологические пути. Так, воспаление активирует цереброваскулярную патологию через провоспалительные цитокины, эндотелин-1 и оксид азота, что способствует длительному изменению структуры жирных кислот, белков, ДНК и митохондрий. Происходит дисфункциональный энергетический метаболизм (нарушение производства митохондриальной АТФ), образование амилоида- $\beta$ , развитие эндотелиальной дисфункции и нарушение проницаемости гематоэнцефалического барьера, что приводит к снижению мозгового кровотока и хронической церебральной гипоперфузии, которая модулирует метаболическую дисфункцию и нейродегенерацию. По сути, мозг лишается кислорода и питательных веществ, страдает от синаптической дисфункции и дегенерации/потери нейронов, что приводит к атрофии серого и белого вещества, когнитивной дисфункции и развитию болезни Альцгеймера. Следовательно, устранение воспаления является основной целью терапевтического воздействия для восстановления сниженного церебрального кровотока и гипометаболизма [47].

**Молекулярно-клеточные и физиологические механизмы регуляции сосудистого гомеостаза.** Основным проявлением ЭнД является нарушение биодоступности оксида азота (*NO*) через подавление эндотелиальной *NO*-синтазы (*NOS*) и снижение вследствие этого синтеза *NO* [15]. В физиологических условиях между вазоконстрикторами, секретируемыми эндотелием, и вазодилататорами существует равновесие, нарушение которого приводит к локальному спазму и повышению сосудистого тонуса. В итоге может происходить постепенное истощение и извращение компенсаторной способности эндотелия, приводящее к нарушению достаточно сложной регуляции естественных механизмов расширения и сужения сосудистого русла [19].

Эндотелий играет ключевую роль в поддержании сосудистого гомеостаза посредством выделения биологически активных веществ (табл.), но также восприимчив к воздействию внешних регуляторов [22, 30, 44]:

- тучные клетки, высвобождающие гепарин и гистамин;
- тромбоциты, содержащие факторы роста эндотелия сосудов и факторы свёртывания крови и др.;
- гормоны и нейропептиды (адреналин, ацетилхолин, гистамин, брадикинин, нейроуретрические пептиды и др.

**Физиологически активные вещества, регуляторы кровеносной сосудистой системы, синтезируемые в эндотелии**

<b>Регуляторы тонуса сосудистой стенки</b>	
<i>Вазоконстрикторы</i>	<i>Вазодилататоры</i>
Эндотелин I-II Ангиотензин II Тромбоксан (ТХА <sub>2</sub> ) Простагландины H <sub>2</sub> и G <sub>2</sub>	Оксид азота (NO) Простагландин E <sub>2</sub> (PGE <sub>2</sub> ) Эндотелиальный гиперполярирующий фактор (EDHF) Брадикинин С-натрийуретический пептид Ад-реномедуллин Эндотелин III
<b>Регуляторы гемостаза и антитромбоза</b>	
<i>Протромбогенные факторы</i>	<i>Антитромбогенные факторы</i>
Тромбоцитарный фактор роста (PDGF) Ингибитор тканевого активатора плазминогена (PAI – I) Фактор Виллебранда (VIII фактор свёртывания) Ангиотензин IV Эндотелин I	NO Тканевый активатор плазминогена (t-PA) Простациклин (PGI <sub>2</sub> )
<b>Регуляторы адгезии лейкоцитов</b>	
Стимуляторы адгезии (E-селектин, P-селектин, межклеточная молекула адгезии – 1 (ICAM -I), молекула адгезии сосудистых клеток – 1 (VCAM -I)	
<b>Регуляторы роста сосудов</b>	
<i>Стимуляторы</i>	<i>Ингибиторы миграции и пролиферации миоцитов</i>
Эндотелин – I Ангиотензин – II Супероксидные радикалы Факторы роста: фибробластный, тромбоцитарный, инсулиноподобный, трансформирующий фактор роста β (bFGF, PDGF, IGF, TGF-β)	NO Простациклин (Pg I <sub>2</sub> ) С-натрийуретический пептид
<b>Регуляторы воспаления, проницаемости сосудов, апоптоза компонентов сосудистой стенки</b>	
<i>Стимуляторы</i>	<i>Ингибиторы</i>
Фактор некроза опухоли α (TNF-α) Супероксидные радикалы (O <sub>2</sub> <sup>-</sup> , OONO <sup>-</sup> ) Протеинкиназа C	NO

Возможные пути медикаментозной коррекции эндотелиальной дисфункции, как резюмирует И.А. Сучков (2012) [35], несмотря на известные механизмы регуляции (табл.), требуют дальнейшего всестороннего изучения и оценки в силу невысокой эффективности и наличия негативных побочных эффектов. В качестве одного из вариантов нормализации функционального состояния эндотелия рассматриваются физиотерапевтические процедуры [36, 38].

**Первичный и вторичные механизмы биомодулирующего действия низкоинтенсивного лазерного излучения (БД НИЛИ).** Согласно современным представлениям, хорошо согласующимся с практикой клинического применения лазерной терапии (первичным механизмом БД НИЛИ является термодинамический запуск Ca<sup>2+</sup>-зависимых процессов. После поглощения различными внутриклеточными компонентами энергии фотонов (лазерного света) происходит активация внутриклеточного депо кальция, высвобождение ионов Ca<sup>2+</sup> с повышением концентрации в виде двух волн с полупериодами 100 и 300 секунд, с последующим развитием каскада ответных реакций на всех уровнях, от клеток до организма в целом: активация работы митохондрий, клеточного метаболизма и пролиферации, нормализация работы иммунной и сосудистой систем, включение в процесс ВНС и ЦНС и др. [25-27].

Именно этим объясняется универсальность и высокая эффективность лазерной терапии (во многом уникального физиотерапевтического метода) – воздействием на клеточном уровне максимальной частотой электромагнитных волн (оптического диапазона) и когерентностью (монохроматичностью) лазерного света.

**Влияние НИЛИ на факторы регуляции сосудистого гомеостаза.** О том, что активность практически всех перечисленных выше регуляторов (табл.) в той или иной степени связаны с изменением концентрации ионов  $Ca^{2+}$ , хорошо известно, поэтому нет смысла цитировать многочисленные работы, приведём лишь несколько обзоров [48, 50].

С точки зрения темы исследования нас в первую очередь должен интересовать оксид азота, синтез и высвобождение которого является  $Ca^{2+}$ -зависимым процессом [56], поэтому не удивительно, что множество исследований подтверждают способность НИЛИ стимулировать высвобождение  $NO$ , обеспечивая тем самым регуляцию сосудистого гомеостаза [3, 42, 46, 49, 52, 53, 58]. Причём есть исследования, в которых авторы продемонстрировали непосредственную связь повышения внутриклеточной концентрации  $Ca^{2+}$  с интенсивностью высвобождения  $NO$  и последующей вазодилатацией [14, 41, 51].

Нормализация эндотелиальной системы у детей, больных бронхиальной астмой, подтверждена изменением различных показателей плазмы крови, в том числе, эндотелина I и оксида азота [12, 13].

О способности НИЛИ эффективно стимулировать высвобождение  $PGE_2$  известно давно, это показано как в эксперименте [43, 44, 54], так и в клинике [10, 17, 18].

Известно, что курсовое применение как наружной лазерной терапии импульсным инфракрасным НИЛИ, так и *внутривенного лазерного освечивания крови* (ВЛОК) у больных артериальной гипертензией способствует улучшению ряда биохимических, гемореологических и гормональных показателей (С-пептид, инсулин, ангиотензин, брадикинин, альдостерон, кортизол), сохранению результатов на протяжении до 6 месяцев [23, 34, 38].

Многими авторами показана роль калликреиновой системы в гемососудистой регуляции и возможности её коррекции через освечивание крови лазерным красным (длина волны 635 нм) и/или некогерентным *ультрафиолетовым* (УФ) светом [16, 32, 33, 37].

Противовоспалительное действие НИЛИ изучено очень хорошо и во всех деталях, это свойство лазерного света, пожалуй, активнее всего используется в современной лазерной терапии [27]. Не имеет смысла приводить примеры тысяч, буквально, исследований на эту тему. Любой желающий может дополнительно получить исчерпывающую информацию, запросив у авторов статьи.

**Методы лазерной терапии.** В завершение рассмотрим, какие методы лазерной терапии преимущественно используются при сосудистой патологии различного генеза. Если же говорить именно о *COVID-19*, то необходимо обязательно задействовать *наружное лазерное освечивание крови* (НЛОК), или *внутривенное лазерное освечивание крови* (ВЛОК), дополнительно воздействие проводится на иммунокомпетентные органы и в проекцию очага поражения [28]. Такой подход, сочетание системного и местного воздействия НИЛИ показал себя в клинической практике с самой лучшей стороны [2, 20, 21].

ВЛОК – давно и хорошо зарекомендовавший метод коррекции функций эндотелия. Чаще всего используется «классический» вариант: длина волны 635 нм, мощность на выходе световода 2-3 мВт, экспозиция 10-20 мин [1, 4, 5, 7-9, 11], но в последнее время всё чаще используется комбинированный вариант методики с подключением *лазерного ультрафиолетового освечивания крови* (ЛУФОК®) [6, 24, 29].

Специалистам также хорошо известно, насколько эффективно сочетать и/или комбинировать лазерную терапию с другими физиотерапевтическими методами [31], но эта тема выходит за рамки статьи.

**Выводы.** Представленный краткий обзор литературы, на наш взгляд, убедительно демонстрирует возможности лазерной терапии для устранения эндотелиальной дисфункции, более того, положительный опыт применения лазерной терапии в комплексном лечении и реабилитации больных *COVID-19* уже имеется [28, 55].

## Литература

1. Анацкая Л.Н., Гончарова Н.В., Северин И.Н. Влияние внутривенного лазерного облучения крови на уровень циркулирующих эндотелиальных клеток-предшественниц в остром периоде лакунарных инфарктов мозга // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия медицинских наук. 2015. № 3. С. 24–29.
2. Асхадулин Е.В., Кончугова Т.В., Москвин С.В. Комбинированная лазерная терапия в лечении пациентов с трофическими язвами нижних конечностей // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. 2018. Т. 95, № 6. С. 27–33. DOI: 10.17116/kurort20189506127.
3. Бриль Г.Е., Бриль А.Г. Гуанилатциклаза и NO-синтетаза – возможные первичные акцепторы энергии низкоинтенсивного лазерного излучения // Лазерная медицина. 1997. Т. 1, Вып. 2. С. 39–42.
4. Белов В.В., Харламова У.В. Оценка влияния внутривенной лазеротерапии на биохимические показатели, толерантность к физической нагрузке в зависимости от класса тяжести нестабильной стенокардии // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование, здравоохранение, физическая культура. 2005. Т. 1, вып. 5. С. 313–315.

5. Белов В.В., Харламова У.В. Оценка факторов эффективности низкоинтенсивного лазерного излучения у больных нестабильной стенокардией // Российский кардиологический журнал. 2008. Т. 72, № 4. С. 16–19.
6. Бурдули Н.М., Габуева А.А. Коррекция эндотелиальной дисфункции у больных внебольничной пневмонией с помощью низкоинтенсивного лазерного облучения крови // Пульмонология. 2015. Т. 25, № 2. С. 196–198. DOI: 10.18093/0869-0189-2015-25-2-196-198.
7. Бурдули Н.М., Гиреева Е.Ю. Влияние внутривенного лазерного облучения крови на функцию эндотелия у больных стабильной стенокардией // Вестник новых медицинских технологий. 2009. № 4. С. 101–102.
8. Бурдули Н.М., Крифариди А.С. Влияние низкоинтенсивной лазерной терапии на дисфункцию эндотелия у больных хроническими вирусными гепатитами // Международный журнал сердца и сосудистых заболеваний. 2014. Т. 2, № 3. С. 11.
9. Бурдули Н.М., Крифариди А.С., Аксенова И.З. Патогенетические аспекты применения лазерного излучения // Научные ведомости. Серия: Медицина. Фармация. 2019. Т. 42, № 1. С. 5–12. DOI: 10.18413/2075-4728-2019-42-1-5-12.
10. Бурдули Н.М., Тадтаева Д.Я. Влияние внутривенной лазерной терапии на динамику простагландинов  $E_2$  и  $F_{2a}$  и состояние микроциркуляции у больных, страдающих гастроэзофагеальной рефлюксной болезнью // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. 2012. № 6. С. 17–20.
11. Гиреева Е.Ю. Динамика показателей гомоцистеина, функции эндотелия, процессов перекисного окисления липидов и гемостаза у больных стабильной стенокардией под влиянием низкоинтенсивного лазерного излучения: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Владикавказ, 2010. 25 с.
12. Глазова Т.Г., Рывкин А.И., Ларюшкина Р.М. Низкоинтенсивное лазерное излучение в реабилитации детей с бронхиальной астмой // Вестник Ивановской медицинской академии. 2016. Т. 21, № 1. С. 56–60.
13. Глазова Т.Г., Рывкин А.И., Побединская Н.С., Ларюшкина Р.М. Анализ эффективности различных терапевтических комплексов при бронхиальной астме у детей // Вестник Ивановской медицинской академии. 2013. Т. 18, № 4. С. 56–57.
14. Горшкова О.П., Шуваева В.Н., Дворецкий Д.П. Реакции пилальных артериальных сосудов на воздействие низкоинтенсивного лазерного излучения синей и зелёной областей спектра // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2013. Т. 12, №3. С. 71–74. DOI: 10.24884/1682-6655-2013-12-3-71-74.
15. Григорьев Н.Б., Граник В.Г. Оксид азота (NO). Новый путь к поиску лекарств. М.: Вузовская книга, 2004. 360 с.
16. Завалей Е.Г. Влияние оптического излучения ультрафиолетового, видимого и инфракрасного диапазонов на основные компоненты калликреин-кининовой системы крови, серотонин, гистамин в диализатах кожи у больных хроническим бронхитом: Автореф. дис. ... к.м.н. М., 1987. 25 с.
17. Засорина М.А. Комбинированное консервативное лечение хронической критической ишемии нижних конечностей в условиях неоперабельного поражения артериального русла: Автореф. дис. ... к.м.н. М., 2005. 17 с.
18. Ишпахтин Ю.И. Актуальные проблемы гинекологии детского возраста. Владивосток: Изд-во Дальневост. федерального ун-та, 2015. 216 с.
19. Киричук В.Ф., Глыбочко П.В., Пономарева А.И. Дисфункция эндотелия. Саратов: Изд-во Саратовского мед. ун-та, 2008. 129 с.
20. Кочетков А.В., Москвин С.В. Лазерная терапия больных церебральным инсультом. Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2004. 51 с.
21. Кочетков А.В., Москвин С.В., Карнеев А.Н. Лазерная терапия в неврологии. М.-Тверь: Триада, 2012. 360 с.
22. Крупаткин А.И. Сидоров В.В. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови. М.: Медицина, 2005. 256 с.
23. Крысюк О.Б. Персонализированная лазеротерапия больных гипертонической болезнью и ишемической болезнью сердца: Автореф. дис. ... д.м.н. СПб., 2006. 40 с.
24. Кулова Л.А., Бурдули Н.М. Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на дисфункцию эндотелия и состояние микроциркуляторного русла у больных ревматоидным артритом // Международный журнал сердца и сосудистых заболеваний. 2014. Т. 2, № 3. С. 44–45.
25. Москвин С.В. Лазерная терапия в дерматологии: витилиго. М.: Техника, 2003. 125 с.
26. Москвин С.В. Системный анализ эффективности управления биологическими системами низкоэнергетическим лазерным излучением: Автореф. дис. ... д.б.н. Тула, 2008. 38 с.
27. Москвин С.В. Эффективность лазерной терапии. Серия «Эффективная лазерная терапия». Т. 2. М.: Триада. Тверь, 2014. 896 с.
28. Москвин С.В., Асхадулин Е.В., Кондратьева М.С. Опыт применения лазерной терапии в реабилитации больных COVID-19 // Вестник новых медицинских технологий. Электронное периодическое

издание. 2020. № 4. Публикация 3-2. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-4/3-2.pdf> (дата обращения: 24.07.2020). DOI: 10.24411/2075-4094-2020-16697.

29. Москвин С.В., Кончугова Т.В., Хадарцев А.А. Основные терапевтические методики лазерного осветивания крови // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. 2017. Т. 94 (5). С. 10–17. DOI: 10.17116/kurort201794510-17.

30. Москвин С.В., Рыжова Т.В. Лазерная терапия в эндокринологии. Серия «Эффективная лазерная терапия». Т. 5. М.: ИП Москвин С.В.; Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2020. 1088 с.

31. Москвин С.В., Хадарцев А.А. КВЧ-лазерная терапия. М.-Тверь: Издательство «Триада», 2016. 168 с.

32. Неймарк М.И., Калинин А.П. Экстракорпоральная гемокоррекция в эндокринной хирургии. М.: Медкнига, 2007. 205 с.

33. Проскуряков В.В. Перекисное окисление липидов и гемостаз, пути коррекции их нарушений у больных бронхиальной астмой: Автореф. дис. ... к.м.н. Пермь, 1995. 21 с.

34. Ступницкий А.А. Магнитолазерная терапия в комплексном лечении больных гипертонической болезнью: Автореф. дис. ... к.м.н. СПб., 2004. 24 с.

35. Сучков И.А. Коррекция эндотелиальной дисфункции: современное состояние проблемы (обзор литературы) // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. 2012. Т. 20, № 4. С. 151–157.

36. Хадарцев А.А. Биофизические аспекты управления жизнедеятельностью коронавирусов (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. 2020. №1. С. 119–124. DOI: 10.24411/1609-2163-2020-16610.

37. Чикишева И.В. Эффективность низкоинтенсивного лазерного излучения у больных инфекционно-аллергической формой бронхиальной астмы: Автореф. дис. ... к.м.н. Харьков, 1987. 20 с.

38. Чубарова О.Г. Влияние квинаприла (аккупро) и квантовой гемотерапии на клиническое течение артериальной гипертензии и метаболического синдрома: Автореф. дис. ... к.м.н. М., 2004. 24 с.

39. Швальб П.Г., Калинин Р.Е., Качинский А.Е. Консервативное лечение заболеваний периферических сосудов. Рязань: Полиграф. комбинат «Тигель», 2008. 91 с.

40. Ackermann M., Verleden S.E., Kuehnel M. Pulmonary Vascular Endothelialitis, Thrombosis, and Angiogenesis in Covid-19 // *N Engl J Med*. 2020. Vol. 383, N. 2. P. 120–128. DOI: 10.1056/NEJMoa2015432.

41. Amaroli A., Benedicenti A., Ferrando S. Photobiomodulation by infrared diode laser: effects on intracellular calcium concentration and nitric oxide production of paramecium // *Photochemistry and Photobiology*. 2016. Vol. 92, №6. P. 854–862. DOI: 10.1111/php.12644.

42. Ankri R., Friedman H., Savion N. Visible light induces nitric oxide (NO) formation in sperm and endothelial cells // *Lasers in Surgery and Medicine*. 2010. Vol. 42, №4. P. 348–352. DOI: 10.1002/lsm.20849.

43. Barberis G., Gamron S., Acevedo G. In vitro release of prostaglandin E<sub>2</sub> after helium-neon laser radiation from synovial tissue in osteoarthritis // *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery*. 1995. Vol. 13, №4. P. 263–265. DOI: 10.1089/clm.1995.13.263.

44. Brownlee M. The pathobiology of diabetic complications: a unifying mechanism // *Diabetes*. 2005. Vol. 54, №6. P. 1615–1625. DOI: 10.2337/diabetes.54.6.1615.

45. Campana V.R., Castel A., Vidal A.E. Prostaglandin E<sub>2</sub> in experimental arthritis of rats irradiated with He-Ne laser // *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery*. 1993. Vol. 11, №2. P. 79–81. DOI: 10.1089/clm.1993.11.79.

46. Dabbous O.A., Soliman M.M., Mohamed N.H. Evaluation of the improvement effect of laser acupuncture biostimulation in asthmatic children by exhaled inflammatory biomarker level of nitric oxide // *Lasers in Medical Science*. 2017. Vol. 32, №1. P. 53–59. DOI: 10.1007/s10103-016-2082-9.

47. Daulatzai M.A. Cerebral hypoperfusion and glucose hypometabolism: Key pathophysiological modulators promote neurodegeneration, cognitive impairment, and Alzheimer's disease // *J Neurosci Res*. 2017. Vol. 95, №4. P. 943–972. DOI: 10.1002/jnr.23777.

48. Deanfield J.E., Halcox J.P., Rabelink T.J. Endothelial function and dysfunction: testing and clinical relevance // *Circulation*. 2007. Vol. 115, №10. P. 1285–1295. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.652859.

49. Eshaghi E., Sadigh-Eteghad S., Mohaddes G., Rasta S.H. Transcranial photobiomodulation prevents anxiety and depression via changing serotonin and nitric oxide levels in brain of depression model mice: A study of three different doses of 810 nm laser // *Lasers in Surgery and Medicine*. 2019. Vol. 51, №7. P. 634–642. DOI: 10.1002/lsm.23082.

50. Godo S., Shimokawa H. Endothelial Functions // *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2017. Vol. 37, №9. P. e108–e114. DOI: 10.1161/ATVBAHA.117.309813.

51. Gorshkova O.P., Shuvaeva V.N., Dvoretzky D.P. Role of nitric oxide in responses of pial arterial vessels to low-intensity red laser irradiation // *Bull Exp Biol Med*. 2013. Vol. 155, №5. P. 598–600. DOI: 10.1007/s10517-013-2203-4.

52. Houreld N.N., Sekhejane P. R., Abrahamse H. Irradiation at 830 nm stimulates nitric oxide production and inhibits pro-inflammatory cytokines in diabetic wounded fibroblast cells // *Lasers in Surgery and Medicine*. 2010. Vol. 42, №6. P. 494–502. DOI: 10.1002/lsm.20812.

53. Karu T.I., Pyatibrat L.V., Afanasyeva N.I. Cellular effects of low power laser therapy can be mediated by nitric oxide // *Lasers in Surgery and Medicine*. 2005. Vol. 36, №4. P. 307–314. DOI: 10.1002/lsm.20148.

54. Kwon H., Lim W.B., Kim J.S. Effect of 635 nm irradiation on high glucose-boosted inflammatory responses in LPS-induced MC3T3-E1 cells // *Lasers in Medical Science*. 2013. Vol. 28, №3. P. 717–724. DOI: 10.1007/s10103-012-1122-3.

55. Mokmeli S., Vetrici M. Low level laser therapy as a modality to attenuate cytokine storm at multiple levels, enhance recovery, and reduce the use of ventilators in COVID-19 // *Canadian Journal of Respiratory Therapy*. 2020. Vol. 56. P. 25–31. DOI: 10.29390/cjrt-2019-015.

56. Murrey R.K., Granner D.K., Mayes P.A., Rodwell V.W. *Harper's biochemistry*. Appleton & Lange, 1996. 700 p.

57. Pons S., Fodil S., Azoulay E., Zafrani L. The vascular endothelium: the cornerstone of organ dysfunction in severe SARS-CoV-2 infection // *Crit Care*. 2020. Vol. 24, №1. P. 353. DOI: 10.1186/s13054-020-03062-7.

58. Rizzi M., Migliario M., Tonello S. Photobiomodulation induces in vitro re-epithelialization via nitric oxide production // *Lasers in Medical Science*. 2018. Vol. 33, 35. P. 1003–1008. DOI: 10.1007/s10103-018-2443-7.

### References

1. Anatskaya LN, Goncharova NV, Severin IN. Vliyanie vnutrivennogo lazernogo oblucheniya krovi na uroven' tsirkuliruyushchikh endotelial'nykh kletok-predshestvennits v ostrom periode lakunarnykh infarktov mozga [Effect of intravenous laser irradiation of blood on the level of circulating endothelial progenitor cells in the acute period of lacunar brain infarctions]. *Izvestiya Natsional'noy akademii nauk Belarusi. Seriya meditsinskikh nauk*. 2015;3:24-9. Russian.

2. Anatskaya LN, Goncharova NV, Severin IN. Vliyanie vnutrivennogo lazernogo oblucheniya krovi na uroven' tsirkuliruyushchikh endotelial'nykh kletok-predshestvennits v ostrom periode lakunarnykh infarktov mozga [Effect of intravenous laser irradiation of blood on the level of circulating endothelial progenitor cells in the acute period of lacunar brain infarctions]. *Izvestiya Natsional'noy akademii nauk Belarusi. Seriya meditsinskikh nauk*. 2015;3:24-9. Russian.

3. Bpill' GE, Bpill' AG. Guanilatsyklaza i NO-sintetaza – vozmozhnye pervichnye aktseptory energii nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya [Guanylate cyclase and NO-synthetase are possible primary energy acceptors of low-intensity laser radiation]. *Lazernaya meditsina*. 1997;1(2):39-42. Russian.

4. Belov VV, Kharlamova UV. Otsenka vliyaniya vnutrivennoy lazeroterapii na biokhimicheskie pokazateli, tolerantnost' k fizicheskoy nagruzke v zavisimosti ot klassa tyazhesti nestabil'noy stenokardii [Assessment of the effect of intravenous laser therapy on biochemical parameters, exercise tolerance, depending on the severity class of unstable angina]. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Obrazovanie, zdavookhranenie, fizicheskaya kul'tura*. 2005;1(5):313-5. Russian.

5. Belov VV, Kharlamova UV. Otsenka faktorov effektivnosti nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya u bol'nykh nestabil'noy stenokardiey [Evaluation of efficiency factors of low-intensity laser radiation in patients with unstable angina]. *Rossiyskiy kardiologicheskiy zhurnal*. 2008;72(4):16-9. Russian.

6. Burduli NM, Gabueva AA. Korrektsiya endotelial'noy disfunktsii u bol'nykh vnebol'nichnoy pnevmoniey s pomoshch'yu nizkointensivnogo lazernogo oblucheniya krovi [Correction of endothelial dysfunction in patients with community-acquired pneumonia using low-intensity laser blood irradiation]. *Pul'monologiya*. 2015;25(2):196-8. DOI: 10.18093/0869-0189-2015-25-2-196-198. Russian.

7. Burduli NM, Gireeva EYu. Vliyanie vnutrivennogo lazernogo oblucheniya krovi na funktsiyu endoteliya u bol'nykh stabil'noy stenokardiey [Effect of intravenous laser blood irradiation on endothelial function in patients with stable angina]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy*. 2009;4:101-2. Russian.

8. Burduli NM, Krifaridi AS. Vliyanie nizkointensivnoy lazernoy terapii na disfunktsiyu endoteliya u bol'nykh khronicheskimi virusnymi gepatitami [Effect of low-intensity laser therapy on endothelial dysfunction in patients with chronic viral hepatitis]. *Mezhdunarodnyy zhurnal serdtsa i sosudistyykh zabolevaniy*. 2014;2(3):11. Russian.

9. Burduli NM, Krifaridi AS, Aksenova IZ. Patogeneticheskie aspekty primeneniya lazerno-go izlucheniya [Pathogenetic aspects of laser radiation application]. *Nauchnye vedomosti. Seriya: Meditsina. Farmatsiya*. 2019;42(1):5-12. DOI: 10.18413/2075-4728-2019-42-1-5-12. Russian.

10. Burduli NM, Tadaeva DYa. Vliyanie vnutrivennoy lazernoy terapii na dinamiku prostaglandinov E2 i F2a i sostoyanie mikrotsirkulyatsii u bol'nykh, stradayushchikh gastroezofageal'noy refluksnoy boleznyu [Effect of intravenous laser therapy on the dynamics of prostaglandins E2 and F2a and the state of microcirculation in patients suffering from gastroesophageal reflux disease]. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i LFK*. 2012;6:17-20.

11. Gireeva EYu. Dinamika pokazateley gomotsisteina, funktsii endotelii, protsessov perekisnogo okisleniya lipidov i gemostaza u bol'nykh stabil'noy stenokardiey pod vliyaniem nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya [Dynamics of indicators of homocysteine, endothelial function, lipid peroxidation and hemostasis in patients with stable angina under the influence of low-intensity laser radiation] [dissertation]. Vladikavkaz; 2010. Russian.
12. Glazova TG, Ryvkin AI, Laryushkina RM. Nizkointensivnoe lazernoe izluchenie v reabilitatsii detey s bronkhial'noy astmoy [Low-intensity laser radiation in the rehabilitation of children with asthma]. Vestnik Ivanovskoy meditsinskoy akademii. 2016;21(1):56-60. Russian.
13. Glazova TG, Ryvkin AI, Pobedinskaya NS, Laryushkina RM. Analiz effektivnosti razlichnykh terapevticheskikh kompleksov pri bronkhial'noy astme u detey [Analysis of the effectiveness of various therapeutic complexes in children with bronchial asthma]. Vestnik Ivanovskoy meditsinskoy akademii. 2013;18(4):56-7. Russian.
14. Gorshkova OP, Shuvaeva VN, Dvoretzkiy DP. Reaktsii pial'nykh arterial'nykh сосудов na vozdeystvie nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya siney i zelenoy oblasti spektra [Reactions of PIAL arterial vessels to low-intensity laser radiation in the blue and green regions of the spectrum]. Regionarnoe krovoobrashchenie i mikrotsirkulyatsiya. 2013;12(3):71-4. DOI: 10.24884/1682-6655-2013-12-3-71-74. Russian.
15. Grigor'ev NB, Granik VG. Oksid azota (NO). Novyy put' k poisku lekarstv [Nitric oxide (NO). A new way to find medicines]. Moscow: Vuzovskaya kniga; 2004. Russian.
16. Zavaley EG. Vliyanie opticheskogo izlucheniya ul'traioletovogo, vidimogo i infrakrasnogo diapazonov na osnovnye komponenty kallikrein-kininovoy sistemy krovi, serotonin, gistamin v dializatakh kozhi u bol'nykh khronicheskim bronkhitom [Influence of optical radiation of the ultraviolet, visible and infrared ranges on the main components of the kallikrein-kinin system of the blood, serotonin, histamine in skin dialysates in patients with chronic bronchitis] [dissertation]. Moscow; 1987. Russian.
17. Zazorina MA. Kombinirovannoe konservativnoe lechenie khronicheskoy kriticheskoy ishemii nizhnikh konechnostey v usloviyakh neoperabel'nogo porazheniya arterial'nogo rusla [Combined conservative treatment of chronic critical ischemia of lower extremities in the conditions of an inoperable lesion of the arterial bed] [dissertation]. Moscow; 2005. Russian.
18. Ishpaktin YuI. Aktual'nye problemy ginekologii detskogo vozrasta [Actual problems of gynecology of children's age]. Vladivostok: Izd-vo Dal'nevost. federal'nogo un-ta; 2015. Russian.
19. Kirichuk VF, Glybochko PV, Ponomareva AI. Disfunktsiya endotelii [Endothelial dysfunction]. Saratov: Izd-vo Saratovskogo med. un-ta; 2008. Russian.
20. Kochetkov AV, Moskvina SV. Lazernaya terapiya bol'nykh tserebral'nym insultom [Laser therapy for patients with cerebral stroke]. Tver': OOO «Izdatel'stvo «Triada»; 2004. Russian.
21. Kochetkov AV, Moskvina SV, Karneev AN. Lazernaya terapiya v nevrologii [Laser therapy in neurology]. Moscow-Tver': Triada; 2012. Russian.
22. Krupatkin AI, Sidorov VV. Lazernaya dopplerovskaya floumetriya mikrotsirkulyatsii krovi [Laser Doppler flowmetry of blood microcirculation]. Moscow: Meditsina; 2005. Russian.
23. Krysyuk OB. Personalizirovannaya lazeroterapiya bol'nykh gipertonicheskoy bolezn'yu i ishemicheskoy bolezn'yu serdtsa [Personalized laser therapy for patients with hypertension and coronary heart disease] [dissertation]. SPb.; 2006. Russian.
24. Kulova LA, Burduli NM. Vliyanie nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya na disfunktsiyu endotelii i sostoyanie mikrotsirkulyatornogo rusla u bol'nykh revmatoidnym artritom [Effect of low-intensity laser radiation on endothelial dysfunction and microcirculatory system in patients with rheumatoid arthritis]. Mezhdunarodnyy zhurnal serdtsa i sosudistykh zabolevaniy. 2014;2(3):44-5. Russian.
25. Moskvina SV. Lazernaya terapiya v dermatologii: vitiligo [Laser therapy in dermatology: vitiligo]. Moscow: Tekhnika; 2003. Russian.
26. Moskvina SV. Sistemnyy analiz effektivnosti upravleniya biologicheskimi sistemami nizkoenergeticheskim lazernym izlucheniem [System analysis of the effectiveness of management of biological systems by low-energy laser radiation] [dissertation]. Tula; 2008. Russian.
27. Moskvina SV. Effektivnost' lazernoy terapii. Seriya «Effektivnaya lazernaya terapiya». T. 2 [Effectiveness of laser therapy. Series "Effective laser therapy". Vol. 2]. Moscow-Tver': Triada; 2014. Russian.
28. Moskvina SV, Askhadulin EV, Kondratieva MS. Opyt primeneniya lazernoy terapii v reabilitatsii bol'nykh COVID-19 [Experience of low-level laser therapy application in rehabilitation of patients with COVID-19]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2020 [cited 2020 July 24];4 [about 4 p.]. Available from: <http://www.medsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-4/3-2.pdf>. DOI: 10.24411/2075-4094-2020-16697. Russian.
29. Moskvina SV, Konchugova TV, Khadartsev AA. Osnovnye terapevticheskie metodiki lazernogo osvechivaniya krovi [Main therapeutic methods of laser blood illumination]. Voprosy kurortologii, fizioterapii i LFK. 2017;94(5):10-7. DOI: 10.17116/kurort201794510-17. Russian.

30. Moskvina SV, Ryzhova TV. Lazernaya terapiya v endokrinologii. Seriya «Effektivnaya lazernaya terapiya». T. 5. [Laser therapy in endocrinology. Series "Effective laser therapy". Vol. 5.]. Moscow: IP Moskvina S.V.; Tver': OOO «Izdatel'stvo «Triada»»; 2020. Russian.
31. Moskvina SV, Khadartsev AA. KVCh-lazernaya terapiya [EHF-laser therapy]. Moscow-Tver': Izdatel'stvo «Triada»»; 2016. Russian.
32. Neymark MI, Kalinin AP. Ekstrakorporal'naya gemokorreksiya v endokrinnoy khirurgii [Extracorporeal hemocorrection in endocrine surgery]. Moscow: Medkniga; 2007. Russian.
33. Proskuryakov VV. Perekisnoe okislenie lipidov i gemostaz, puti korrektsii ikh narusheniy u bol'nykh bronkhial'noy astmoy [Lipid peroxidation and hemostasis, ways to correct their disorders in patients with bronchial asthma] [dissertation]. Perm'; 1995. Russian.
34. Stupnitskiy AA. Magnitolazernaya terapiya v kompleksnom lechenii bol'nykh gipertonicheskoy bolezniyu [Magnetolaser therapy in the complex treatment of patients with hypertension] [dissertation]. SPb.; 2004. Russian.
35. Suchkov IA. Korrektsiya endotelial'noy disfunktsii: sovremennoe sostoyanie problemy (obzor literatury) [Correction of endothelial dysfunction: current state of the problem (literature review)]. Rossiyskiy mediko-biologicheskiy vestnik imeni akademika I.P. Pavlova. 2012;20(4):151-7. Russian.
36. Khadartsev AA. Biofizicheskie aspekty upravleniya zhiznedeyatel'nost'yu koronavirusov (obzor literatury) [Biophysical aspects of coronavirus life control (literature review)]. Journal of New Medical Technologies. 2020;1:119-24. DOI: 10.24411/1609-2163-2020-16610. Russian.
37. Chikisheva IV. Effektivnost' nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya u bol'nykh infektsii-onno-allergicheskoy formoy bronkhial'noy astmy [Effectiveness of low-intensity laser radiation in patients with infectious and allergic form of bronchial asthma] [dissertation]. Khar'kov; 1987. Russian.
38. Chubarova OG. Vliyaniye kvinaprila (akkupro) i kvantovoy gemoterapii na klinicheskoe techeniye arterial'noy gipertenzii i metabolicheskogo sindroma [Influence of quinapril (accupro) and quantum hemotherapy on the clinical course of arterial hypertension and metabolic syndrome] [dissertation]. Moscow; 2004. Russian.
39. Shval'b PG, Kalinin RE, Kachinskiy AE. Konservativnoye lecheniye zabolevaniy perifericheskikh sosudov [Conservative treatment of peripheral vascular diseases]. Ryazan': Poligraf. kombinat «Tigel»»; 2008. Russian.
40. Ackermann M, Verleden SE, Kuehnel M. Pulmonary Vascular Endothelialitis, Thrombosis, and Angiogenesis in Covid-19. *N Engl J Med.* 2020;383(2):120-8. DOI: 10.1056/NEJMoa2015432.
41. Amaroli A, Benedicenti A, Ferrando S. Photobiomodulation by infrared diode laser: effects on intracellular calcium concentration and nitric oxide production of paramecium. *Photochemistry and Photobiology.* 2016;92(6):854-62. DOI: 10.1111/php.12644.
42. Ankri R, Friedman H, Savion N. Visible light induces nitric oxide (NO) formation in sperm and endothelial cells. *Lasers in Surgery and Medicine.* 2010;42(4):348-52. DOI: 10.1002/lsm.20849.
43. Barberis G, Gamron S, Acevedo G. In vitro release of prostaglandin E2 after helium-neon laser radiation from synovial tissue in osteoarthritis. *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery.* 1995;13(4):263-5. DOI: 10.1089/clm.1995.13.263.
44. Brownlee M. The pathobiology of diabetic complications: a unifying mechanism. *Diabetes.* 2005;54(6):1615-25. DOI: 10.2337/diabetes.54.6.1615.
45. Campana VR, Castel A, Vidal AE. Prostaglandin E2 in experimental arthritis of rats irradiated with He-Ne laser. *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery.* 1993;11(2):79-81. DOI: 10.1089/clm.1993.11.79.
46. Dabbous OA, Soliman MM, Mohamed NH. Evaluation of the improvement effect of laser acupuncture biostimulation in asthmatic children by exhaled inflammatory biomarker level of nitric oxide. *Lasers in Medical Science.* 2017;32(1):53-9. DOI: 10.1007/s10103-016-2082-9.
47. Daulatzai MA. Cerebral hypoperfusion and glucose hypometabolism: Key pathophysiological modulators promote neurodegeneration, cognitive impairment, and Alzheimer's disease. *J Neurosci Res.* 2017;95(4):943-72. DOI: 10.1002/jnr.23777.
48. Deanfield JE, Halcox JP, Rabelink TJ. Endothelial function and dysfunction: testing and clinical relevance. *Circulation.* 2007;115(10):1285-95. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.652859.
49. Eshaghi E, Sadigh-Eteghad S, Mohaddes G, Rasta SH. Transcranial photobiomodulation prevents anxiety and depression via changing serotonin and nitric oxide levels in brain of depression model mice: A study of three different doses of 810 nm laser. *Lasers in Surgery and Medicine.* 2019;51(7):634-42. DOI: 10.1002/lsm.23082.
50. Godo S, Shimokawa H. Endothelial Functions. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2017;37(9):e108-e14. DOI: 10.1161/ATVBAHA.117.309813.
51. Gorshkova OP, Shuvaeva VN, Dvoretzky DP. Role of nitric oxide in responses of pial arterial vessels to low-intensity red laser irradiation. *Bull Exp Biol Med.* 2013;155(5):598-600. DOI: 10.1007/s10517-013-2203-4.

52. Houreld NN, Sekhejane PR, Abrahamse H. Irradiation at 830 nm stimulates nitric oxide production and inhibits pro-inflammatory cytokines in diabetic wounded fibroblast cells. *Lasers in Surgery and Medicine*. 2010;42(6):494-502. DOI: 10.1002/lsm.20812.

53. Karu TI, Pyatibrat LV, Afanasyeva NI. Cellular effects of low power laser therapy can be mediated by nitric oxide. *Lasers in Surgery and Medicine*. 2005;36(4):307-14. DOI: 10.1002/lsm.20148.

54. Kwon H, Lim WB, Kim JS. Effect of 635 nm irradiation on high glucose-boosted inflammatory responses in LPS-induced MC3T3-E1 cells. *Lasers in Medical Science*. 2013;28(3):717-24. DOI: 10.1007/s10103-012-1122-3.

55. Mokmeli S, Vetrici M. Low level laser therapy as a modality to attenuate cytokine storm at multiple levels, enhance recovery, and reduce the use of ventilators in COVID-19. *Canadian Journal of Respiratory Therapy*. 2020;56:25-31. DOI: 10.29390/cjrt-2019-015.

56. Murrey RK, Granner DK, Mayes PA, Rodwell VW. *Harper's biochemistry*. Appleton & Lange; 1996.

57. Pons S, Fodil S, Azoulay E, Zafrani L. The vascular endothelium: the cornerstone of organ dysfunction in severe SARS-CoV-2 infection. *Crit Care*. 2020;24(1):353. DOI: 10.1186/s13054-020-03062-7.

58. Rizzi M, Migliario M, Tonello S. Photobiomodulation induces in vitro re-epithelialization via nitric oxide production. *Lasers in Medical Science*. 2018;33(5):1003-8. DOI: 10.1007/s10103-018-2443-7.

---

**Библиографическая ссылка:**

Москвин С.В., Кочетков А.В., Бурдули Н.М., Асхадулин Е.В. Обоснование применения лазерной терапии для предотвращения развития эндотелиальной дисфункции у больных *covid-19* // Вестник новых медицинских технологий. Электронное периодическое издание. 2020. №5. Публикация 3-4. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-5/3-4.pdf> (дата обращения: 16.09.2020). DOI: 10.24411/2075-4094-2020-16713\*

**Bibliographic reference:**

Moskvin SV, Kochetkov AV, Burduli NM, Askhadulin EV. Obosnovanie primeneniya lazernoj terapii dlja predotvrashhenija razvitiya jendotelial'noj disfunkcii u bol'nyh covid-19 [The justification of the use of low-level laser therapy to prevent the development of endothelial dysfunction in covid-19 patients]. *Journal of New Medical Technologies, e-edition*. 2020 [cited 2020 Sep 16];5 [about 10 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-5/3-4.pdf>. DOI: 10.24411/2075-4094-2020-16713

\* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-5/e2020-5.pdf>