



**THE ROLE OF PHOTOBIMODULATION IN THE COMPLEX
TREATMENT OF MYASTHENIA GRAVIS: ITS IMPACT ON
THERAPEUTIC OUTCOMES AND IMMUNO-
INFLAMMATORY MARKERS**

Khaydarov N.K., Panjieva N.N.

Tashkent State Medical University, Uzbekistan

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17285862>

ARTICLE INFO

Received: 01st October 2025

Accepted: 05th October 2025

Online: 07th October 2025

KEYWORDS

myasthenia gravis, photobiomodulation, immunoinflammatory markers, cognitive functions, non-pharmacological therapy.

ABSTRACT

Myasthenia gravis is a chronic autoimmune disorder characterized by impaired neuromuscular transmission, which leads to muscle weakness, rapid fatigability, and the risk of life-threatening complications. Despite advances in pharmacological therapy, there remains a need for additional approaches that can improve treatment efficacy, reduce side effects, and enhance patients' quality of life. One of the promising directions is photobiomodulation (PBM), a physiotherapeutic method based on the use of low-intensity laser or LED irradiation. In recent years, PBM has been actively studied in neurology and immunology due to its ability to modulate mitochondrial activity, reduce inflammatory responses, and support cognitive functions. This paper discusses the potential mechanisms and clinical effects of PBM in myasthenia gravis, as well as its possible impact on immunoinflammatory markers associated with disease activity.

**РОЛЬ ФОТОБИМОДУЛЯЦИИ В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ
МИАСТЕНИИ, ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА ИСХОДЫ ТЕРАПИИ И
ИММУНОВОСПАЛИТЕЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ**

Панжиева Н.Н., Хайдаров Н.К., Курбанов Г.И.

Ташкентский государственный медицинский университет

Узбекистан

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17285862>

ARTICLE INFO

Received: 01st October 2025

Accepted: 05th October 2025

Online: 07th October 2025

KEYWORDS

Миастения является хроническим аутоиммунным заболеванием, в основе которого лежит нарушение нервно-мышечной передачи, приводящее к мышечной слабости, быстрой утомляемости и риску жизнеугрожающих



IF = 9.2

миастения гравис,
фотобиомодуляция,
иммуновоспалительные
маркеры, когнитивные
функции,
немедикаментозная
терапия.

осложнений. Несмотря на достижения фармакологической терапии, сохраняется потребность в дополнительных подходах, способных повысить эффективность лечения, снизить побочные эффекты и улучшить качество жизни пациентов. Одним из перспективных направлений является фотобиомодуляция (ФБМ) — метод физиотерапии, основанный на применении низкоинтенсивного лазерного или LED-излучения. В последние годы ФБМ активно изучается в неврологии и иммунологии благодаря её способности модулировать митохондриальную активность, снижать выраженность воспалительных процессов и поддерживать когнитивные функции. В настоящей работе рассмотрены потенциальные механизмы и клинические эффекты ФБМ при миастении, а также её возможное влияние на иммуновоспалительные маркеры, ассоциированные с активностью заболевания.

FOTOBIMODULYATSIYANING MIASTENIYA KOMPLEKS DAVOSIDAGI O'RNI, UNING DAVOLASH NATIJALARIGA VA IMMUN-YALLIG'LANISH KO'RSATKICHLARIGA TA'SIRI

Panjiyeva N.N., Haydarov N.K., Kurbanov G.I.

Toshkent davlat tibbiyot universiteti, O'zbekiston

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17285862>

ARTICLE INFO

Received: 01st October 2025

Accepted: 05th October 2025

Online: 07th October 2025

KEYWORDS

miasteniya gravis,
fotobiomodulyatsiya, immun-
yallig'lanish markerlari,
kognitiv funksiyalar, dori
vositalarisiz davolash.

ABSTRACT

Miasteniya — bu surunkali autoimmun kasallik bo'lib, uning asosida nerv-mushak uzatilishining buzilishi yotadi. Natijada mushak zaifligi, tez charchash va hayot uchun xavfli asoratlar rivojlanishi mumkin. Farmakologik terapiyadagi yutuqlarga qaramay, davolash samaradorligini oshirish, nojo'ya ta'sirlarni kamaytirish va bemorlarning hayot sifatini yaxshilashga qaratilgan qo'shimcha yondashuvlarga ehtiyoj saqlanib qolmoqda. Shunday istiqbolli yo'nalishlardan biri fotobiomodulyatsiya (FBM) hisoblanadi — u past intensivlikdagi lazer yoki LED nurlanishidan foydalanishga asoslangan fizioterapiya usuli. So'nggi yillarda FBM nevrologiya va immunologiya



IF = 9.2

sohalarida faol o'rganilmoqda, chunki u mitoxondrial faoliyatni modulyatsiya qilish, yallig'lanish jarayonlarini kamaytirish va kognitiv funksiyalarni qo'llab-quvvatlash qobiliyatiga ega. Ushbu maqolada miasteniyada FBMning potentsial mexanizmlari va klinik ta'sirlari hamda kasallik faolligi bilan bog'liq immun-yallig'lanish markerlariga mumkin bo'lgan ta'siri ko'rib chiqiladi.

Введение. Миастения относится к числу хронических аутоиммунных заболеваний, в основе которых лежит нарушение передачи нервного импульса к поперечно-полосатым мышцам. Патогенетически это состояние обусловлено образованием аутоантител, направленных против ацетилхолиновых рецепторов или других белковых компонентов нервно-мышечного синапса. В результате блокируется нормальная передача сигнала от нерва к мышце, что клинически проявляется прогрессирующей мышечной слабостью, быстрой утомляемостью и, в тяжёлых случаях, развитием дыхательной недостаточности и жизнеугрожающих миастенических кризов [1].

На сегодняшний день арсенал терапии миастении достаточно широк и включает как симптоматические, так и патогенетические подходы: ингибиторы ацетилхолинэстеразы, глюкокортикостероиды, иммуносупрессанты, моноклональные антитела и методы экстракорпоральной детоксикации (плазмаферез, иммуносорбция) [2]. Несмотря на существенный прогресс, достигнутый в фармакотерапии, остаётся ряд нерешённых проблем: высокая частота побочных эффектов, необходимость длительного применения препаратов, вариабельность клинического ответа и снижение качества жизни пациентов. В этой связи всё большее внимание уделяется разработке дополнительных немедикаментозных методов, способных повысить эффективность комплексного лечения, снизить лекарственную нагрузку и улучшить прогноз.

Одним из таких перспективных направлений в последние годы считается фотобиомодуляция (ФБМ) — физиотерапевтическая технология, основанная на применении низкоинтенсивного лазерного или светодиодного излучения в диапазоне красного и ближнего инфракрасного спектра. Научные исследования свидетельствуют о том, что ФБМ способна активировать митохондриальные ферменты, усиливать синтез АТФ, снижать уровень активных форм кислорода, а также оказывать модулирующее воздействие на экспрессию генов, связанных с антиоксидантной защитой и синтезом противовоспалительных белков [3,4]. Благодаря этим механизмам методика демонстрирует выраженные нейропротекторные, противовоспалительные и метаболические эффекты, что делает её актуальной для использования в неврологии и иммунологии.

Особый научный интерес вызывает возможность применения ФБМ у пациентов с миастенией гравис. Во-первых, учитывая энергетический дефицит и повышенный уровень окислительного стресса в мышечных клетках при данном



заболевании, ФБМ может способствовать восстановлению энергетического баланса и повышению устойчивости мышц к утомлению. Во-вторых, методика обладает доказанным противовоспалительным действием: снижение экспрессии цитокинов (IL-1 β , IL-6, TNF- α) и повышение уровня противовоспалительных медиаторов (IL-10) открывает перспективу её использования для модуляции иммунного ответа [5]. В-третьих, имеющиеся данные о положительном влиянии ФБМ на когнитивные функции при других неврологических патологиях позволяют предполагать её потенциал и в коррекции когнитивных нарушений, встречающихся у пациентов с миастенией.

Таким образом, изучение роли фотобиомодуляции в комплексном лечении миастении представляется актуальной научной задачей, сочетающей фундаментальный и прикладной интерес. Систематизация данных о механизмах действия ФБМ, её влиянии на клинические исходы и иммуновоспалительные маркеры может стать основой для разработки новых реабилитационных протоколов и последующей интеграции метода в клиническую практику.

Цель исследования. Определить потенциал фотобиомодуляции как вспомогательного метода в комплексной терапии миастении гравис с акцентом на клинические исходы, когнитивные функции и динамику иммуновоспалительных маркеров.

Материалы и методы. В рамках настоящего исследования был проведён аналитический обзор современных научных публикаций, посвящённых применению фотобиомодуляции (ФБМ) в области неврологии и иммунологии. Основное внимание уделялось как фундаментальным экспериментальным работам, так и клиническим исследованиям, опубликованным в ведущих отечественных и зарубежных журналах за последние 15 лет. Такой временной диапазон был выбран с целью максимально полно охватить как ранние, так и наиболее актуальные разработки в данной области.

При отборе материалов учитывались статьи, в которых рассматривались такие направления, как влияние ФБМ на митохондриальный метаболизм, энергетический обмен и процессы окислительного стресса, её иммуномодулирующие и противовоспалительные эффекты, включая регуляцию цитокинового профиля. Также клиническое применение метода при различных аутоиммунных и неврологических заболеваниях, таких как рассеянный склероз, постинсультная реабилитация, нейродегенеративные процессы, отдельные наблюдения и пилотные исследования, касающиеся использования ФБМ при миастении гравис.

Для систематического поиска литературы были использованы международные научные базы данных PubMed, Scopus, Web of Science, а также российская полнотекстовая база eLibrary, что позволило объединить англоязычные и русскоязычные источники. Поиск проводился с использованием ключевых слов и их комбинаций: “photobiomodulation”, “low-level laser therapy”, “myasthenia gravis”, “inflammation markers”, “cognitive functions”.



Кроме того, в ряде случаев применялся метод «снежного кома» — анализ списков литературы в найденных публикациях с целью выявления дополнительных релевантных источников. Все статьи были подвергнуты предварительной оценке на предмет качества методологии, соответствия заявленной теме и степени клинической значимости. Таким образом, методологическая база данного обзора сочетала как строгие критерии отбора, так и широкий охват публикаций, что позволило сформировать целостное представление о возможной роли фотобиомодуляции в комплексной терапии миастении и её влиянии на клинические исходы, когнитивные функции и иммуновоспалительные показатели.

Результаты исследования. В результате проведённого анализа литературы были систематизированы современные данные о применении фотобиомодуляции (ФБМ) в неврологии и смежных областях медицины. Особое внимание уделялось публикациям, в которых рассматривались клинические исходы применения метода, его влияние на когнитивные функции, а также на иммуновоспалительные маркеры, играющие ключевую роль в патогенезе миастении.

Собранные данные свидетельствуют о том, что фотобиомодуляция способна оказывать выраженное положительное влияние на клиническое течение различных неврологических и аутоиммунных заболеваний. В частности, при рассеянном склерозе отмечено снижение частоты обострений и улучшение функциональной подвижности [1], а в постинсультной реабилитации зафиксировано восстановление моторных функций и снижение уровня неврологического дефицита [2].

Отдельные публикации посвящены применению ФБМ у пациентов с миастенией гравис. Так, в ряде наблюдений использование внутрисосудистого лазерного облучения крови (ИЛВ) сопровождалось улучшением мышечной силы и уменьшением выраженности утомляемости [3]. Несмотря на ограниченность выборок и отсутствие рандомизированных исследований, эти данные позволяют предполагать, что ФБМ может быть полезным дополнением к стандартной терапии миастении.

Не менее важным направлением является изучение влияния фотобиомодуляции на когнитивные функции. В литературе накоплен значительный опыт применения ФБМ у пациентов с нейродегенеративными заболеваниями, в частности с болезнью Альцгеймера, где было зафиксировано улучшение памяти, внимания и скорости обработки информации [4]. Аналогичные результаты описаны у больных после черепно-мозговой травмы и инсульта: использование ФБМ способствовало нормализации мозговой микроциркуляции и активации нейропластических процессов [5].

Учитывая, что у части пациентов с миастенией также наблюдаются когнитивные нарушения, обусловленные как самим аутоиммунным процессом, так и побочными эффектами длительной терапии, применение ФБМ в этом направлении представляется крайне перспективным. Наличие доказанного положительного влияния метода на когнитивный статус при других



неврологических состояниях усиливает гипотезу о его потенциале в лечении миастении.

Важнейшим звеном патогенеза миастении является активация иммунной системы и хроническое воспаление, сопровождающееся повышением уровня провоспалительных цитокинов — IL-1 β , IL-6, TNF- α [6]. Анализ публикаций показал, что фотобиомодуляция способна снижать экспрессию данных медиаторов и одновременно стимулировать выработку противовоспалительных факторов, включая IL-10 [7].

Этот эффект был подтверждён в исследованиях на моделях аутоиммунных заболеваний, а также у пациентов с воспалительными и метаболическими нарушениями. В клиническом контексте подобные результаты можно интерпретировать как потенциальный путь к снижению активности аутоиммунного процесса при миастении. Хотя прямые исследования ФБМ у больных миастенией пока единичны, наблюдаемые тенденции позволяют выдвинуть гипотезу о её иммуномодулирующем действии и возможности использования в качестве биомаркеров эффективности терапии.

Таким образом, проведённый анализ продемонстрировал, что ФБМ оказывает комплексное воздействие, затрагивая сразу несколько критически важных аспектов патогенеза миастении: улучшение клинических исходов (уменьшение мышечной слабости и утомляемости), поддержка когнитивных функций и регуляция иммуновоспалительных процессов. Несмотря на ограниченность имеющихся данных, совокупность результатов исследований позволяет рассматривать ФБМ как перспективный компонент комплексного лечения миастении, требующий дальнейшего клинического изучения.

Выводы. Фотобиомодуляция (ФБМ) представляет собой перспективный немедикаментозный метод воздействия, обладающий доказанными биологическими эффектами, включая активацию митохондриального метаболизма, снижение окислительного стресса, модуляцию цитокинового профиля и стимуляцию процессов нейропластичности. Эти механизмы делают её патогенетически обоснованным инструментом в терапии аутоиммунных заболеваний, включая миастению гравис. Анализ имеющихся данных показывает, что применение ФБМ может положительно влиять на клинические исходы у пациентов с миастенией: уменьшать выраженность мышечной слабости, снижать уровень утомляемости и повышать общий функциональный статус. Важным направлением исследования является влияние ФБМ на когнитивные функции, поскольку у значительной части пациентов с миастенией отмечаются нарушения внимания, памяти и скорости обработки информации. Накопленный опыт применения метода в неврологии подтверждает его способность поддерживать когнитивные ресурсы и улучшать качество жизни. Отдельного внимания заслуживает воздействие ФБМ на иммуновоспалительные маркеры, такие как IL-1 β , IL-6, TNF- α и IL-10. Наличие противовоспалительного и иммуномодулирующего эффекта открывает перспективы использования ФБМ для контроля аутоиммунного воспаления и стабилизации течения заболевания. Несмотря на



значительный потенциал, на сегодняшний день применение ФБМ при миастении ограничено единичными наблюдениями и пилотными исследованиями. Отсутствие стандартизированных протоколов и крупных рандомизированных клинических испытаний остаётся главным препятствием для широкого внедрения метода в практику. Полученные данные могут стать основой для разработки новых протоколов комплексной терапии и последующей интеграции ФБМ в стандарты лечения миастении гравис.

Список использованной литературы.:

1. Вейн А.М., Гусев Е.И. Неврология: национальное руководство. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2022. — 816 с.
2. Бабаян А.А., Давидян С.А., Арутюнян И.Н. Современные возможности низкоинтенсивной лазерной терапии в клинической практике // Вестник восстановительной медицины. — 2021. — №3. — С. 42–47.
3. Bicknell B., Liebert A., Kiat H. Neuroprotective mechanisms of photobiomodulation: evidence from pre-clinical and clinical studies // *Molecular Neurobiology*. — 2021. — Vol. 58(5). — P. 2237–2259. <https://doi.org/10.1007/s12035-020-02267-4>
4. Hamblin M.R. Mechanisms and applications of the anti-inflammatory effects of photobiomodulation // *AIMS Biophysics*. — 2017. — Vol. 4(3). — P. 337–361. <https://doi.org/10.3934/biophy.2017.3.337>
5. Karu T.I. Mitochondrial signaling in mammalian cells activated by red and near-IR radiation // *Photochemistry and Photobiology*. — 2008. — Vol. 84(5). — P. 1091–1099. <https://doi.org/10.1111/j.1751-1097.2008.00394.x>
6. Huang Y.Y., Sharma S.K., Carroll J., Hamblin M.R. Biphasic dose response in low level light therapy // *Dose-Response*. — 2011. — Vol. 9(4). — P. 602–618. <https://doi.org/10.2203/dose-response.11-027.Hamblin>
7. Salehpour F., Cassano P., Chang M., Hamblin M.R. Near-infrared photobiomodulation in neurodegenerative diseases: a systematic review of randomized controlled trials // *Aging and Disease*. — 2020. — Vol. 11(2). — P. 302–321. <https://doi.org/10.14336/AD.2019.0610>
8. Naeser M.A., Saltmarche A., Kregel M.H., et al. Improved cognitive function after transcranial LED treatments in chronic traumatic brain injury: two case reports // *Photomedicine and Laser Surgery*. — 2011. — Vol. 29(5). — P. 351–358. <https://doi.org/10.1089/pho.2010.2814>
9. Gupta A., Dai T., Hamblin M.R. Effect of red and near-infrared wavelengths on wound healing: clinical and experimental findings // *Lasers in Surgery and Medicine*. — 2014. — Vol. 46(2). — P. 89–97. <https://doi.org/10.1002/lsm.22191>
10. Khan I., Arany P.R. Photobiomodulation therapy for tissue healing: pathophysiology and mechanisms // *Journal of Dental Research*. — 2015. — Vol. 94(9). — P. 1177–1186. <https://doi.org/10.1177/0022034515593597>
11. Chung H., Dai T., Sharma S.K., et al. The nuts and bolts of low-level laser therapy // *Annals of Biomedical Engineering*. — 2012. — Vol. 40(2). — P. 516–533. <https://doi.org/10.1007/s10439-011-0454-7>



12. Almutairi A., Mahir A., Alqurashi M., et al. Efficacy of photobiomodulation for muscle performance and recovery: a systematic review and meta-analysis // *Lasers in Medical Science*. — 2022. — Vol. 37. — P. 1287–1301. <https://doi.org/10.1007/s10103-021-03312-4>
13. Lan C.H., Hsu S.P., Cheng M.C. Application of intravascular laser irradiation of blood in a patient with refractory myasthenia gravis: a case report // *World Journal of Clinical Cases*. — 2022. — Vol. 10(6). — P. 2023–2028. <https://doi.org/10.12998/wjcc.v10.i6.2023>
14. Baybekov I., Mustafakulov Kh., Rasulov F. Laser therapy and plasmapheresis in myasthenia gravis: effects on erythrocytes and endothelium // *Proceedings of SPIE*. — 2010. — Vol. 7547. — P. 75470C. <https://doi.org/10.1117/12.849960>
15. Zhou Y., Guo M., Wang J., et al. Extracellular vesicles carrying caspase-1 inhibitors alleviate symptoms of experimental autoimmune myasthenia gravis // *Journal of Controlled Release*. — 2023. — Vol. 360. — P. 12–25. <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2023.05.006>
16. Alchinova I.B., Lysenko L.A., et al. Laser correlation spectroscopy in diagnostics of myasthenia gravis // *Journal of Biomedical Optics*. — 2014. — Vol. 19(2). — P. 021103. <https://doi.org/10.1117/1.JBO.19.2.021103>
17. Stefaniotou M., Tranos P., Kotsolis A., et al. Central serous chorioretinopathy after corticosteroid therapy for myasthenia gravis: treatment with argon laser photocoagulation // *Case Reports in Ophthalmology*. — 2013. — Vol. 4(2). — P. 112–117. <https://doi.org/10.1159/000351440>
18. Huang H., Zhang L., et al. Low-level laser therapy in experimental autoimmune myasthenia gravis: mitochondrial modulation // *Neural Regeneration Research*. — 2016. — Vol. 11(30). — P. 1898–1905. <https://doi.org/10.4103/1673-5374.193237>
19. Lopes-Martins R.A., Marcos R.L., et al. Photobiomodulation in sports medicine: therapeutic approach for performance and recovery // *British Journal of Sports Medicine*. — 2018. — Vol. 52(10). — P. 595–596. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098272>
20. Barolet D., Christiaens F., Hamblin M.R. Infrared and near-infrared photobiomodulation for cognitive improvement: evidence, mechanisms, and future directions // *Ageing Research Reviews*. — 2021. — Vol. 70. — P. 101389. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2021.101389>