



## PHOTOBIO-MODULATION IN NEUROLOGY AND ITS PROSPECTS FOR USE IN MYASTHENIA

Khaydarov N.K.

Panjiyeva N.N.

Kurbanov G.I.

Tashkent State Medical University, Uzbekistan

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17250501>

### ARTICLE INFO

Received: 14<sup>th</sup> September 2025

Accepted: 29<sup>th</sup> September 2025

Online: 30<sup>th</sup> September 2025

### KEYWORDS

*Photobiomodulation, myasthenia gravis, low-level laser therapy, neuromuscular transmission, autoimmune diseases.*

### ABSTRACT

*Myasthenia is a chronic autoimmune disease characterized by impaired transmission of nerve impulses to striated muscles. This condition typically presents with pronounced muscle fatigue and weakness, especially during physical exertion. Despite the availability of well-established pharmacological treatment strategies, including immunosuppressive therapy and symptomatic medications, there remains a need for additional non-pharmacological methods that can enhance the effectiveness of rehabilitation and improve patients' quality of life. In this context, photobiomodulation (PBM) has attracted growing scientific and clinical interest. PBM is an innovative physiotherapeutic approach based on the use of low-intensity laser or LED irradiation within a specific spectral range. The mechanisms of PBM action are associated with activation of mitochondrial enzymes, modulation of intracellular signaling pathways, reduction of inflammatory activity, and improvement of microcirculation. Given the existing clinical evidence supporting the efficacy of PBM in various neurological and autoimmune disorders, it appears reasonable to explore its potential application in the treatment of myasthenia gravis. The present work aims to systematize current knowledge about the biological effects of photobiomodulation and to justify its inclusion in comprehensive treatment protocols for patients with myasthenia.*

## ФОТОБИОМОДУЛЯЦИЯ В НЕВРОЛОГИИ И ЕЁ ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ МИАСТЕНИИ

Хайдаров Н.К.

Панжиева Н.Н.

Курбанов Г.И.

Ташкентский государственный медицинский университет



Узбекистан

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17250501>

**ARTICLE INFO**

Received: 14<sup>th</sup> September 2025

Accepted: 29<sup>th</sup> September 2025

Online: 30<sup>th</sup> September 2025

**KEYWORDS**

Фотобиомодуляция,  
миастения,  
низкоинтенсивная лазерная  
терапия, нейромышечная  
передача, аутоиммунные  
заболевания.

**ABSTRACT**

Миастения представляет собой хроническое аутоиммунное заболевание, в основе которого лежит нарушение передачи нервного импульса к поперечно-полосатым мышцам. Это состояние, как правило, сопровождается выраженной мышечной утомляемостью и слабостью, особенно при физической нагрузке. Несмотря на наличие обоснованных медикаментозных подходов к лечению, включая иммуносупрессивную терапию и симптоматические препараты, сохраняется потребность в дополнительных немедикаментозных методах, способных повысить эффективность реабилитационных мероприятий и улучшить качество жизни пациентов. В связи с этим всё большую научную и клиническую заинтересованность вызывает фотобиомодуляция (ФБМ). ФБМ-это инновационный физиотерапевтический подход, основанный на использовании низкоинтенсивного лазерного или светодиодного излучения в определённом спектральном диапазоне. Механизмы действия ФБМ связаны с активацией митохондриальных ферментов, модуляцией внутриклеточных сигнальных путей, снижением воспалительной активности и улучшением микроциркуляции. Учитывая уже имеющиеся клинические данные об эффективности ФБМ при других неврологических и аутоиммунных заболеваниях, представляется целесообразным рассмотреть её потенциальное применение в терапии миастении. Настоящая работа направлена на систематизацию современных представлений о биологических эффектах фотобиомодуляции и обоснование её включения в протоколы комплексной терапии пациентов с миастенией.

**NEVROLOGIYADA FOTOBIMODULYATSIYA VA UNI MIASTENIYA  
DAVOLASHDA QO'LLASH ISTIQBOLLARI**



IF = 9.2

Haydarov N.K.

Panjiyeva N.N.

Kurbanov G.I.

Toshkent davlat tibbiyot universiteti, O'zbekiston

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17250501>**ARTICLE INFO**Received: 14<sup>th</sup> September 2025Accepted: 29<sup>th</sup> September 2025Online: 30<sup>th</sup> September 2025**KEYWORDS**

*Fotobiomodulyatsiya, miasteniya, past intensivlikdagi lazer terapiyasi, neyromushak uzatish, autoimmun kasalliklar.*

**ABSTRACT**

*Miasteniya bu skelet mushaklariga nerv impulslarining o'tishi buzilishi bilan kechadigan surunkali autoimmun kasallikdir. Ushbu holat, odatda, jismoniy yuklamalar paytida kuchli mushak zaifligi va tez charchash bilan namoyon bo'ladi. Imunosupressiv terapiya va simptomatik dorilarni o'z ichiga olgan davo usullarining mavjudligiga qaramay, bemorlarni reabilitatsiya qilish samaradorligini oshiruvchi, dorisiz qo'llaniladigan qo'shimcha metodlarga ehtiyoj saqlanib qolmoqda. So'nggi yillarda shunday istiqbolli yo'nalishlardan biri sifatida fotobiomodulyatsiya (FBM) ilmiy va klinik doiralarda katta qiziqish uyg'otmoqda. FBM — bu ma'lum to'liq uzunligidagi past intensivlikdagi lazer yoki LED (yorituvchi diod) nurlanishidan foydalanadigan fizioterapevtik usul bo'lib, uning ta'siri mitoxondriya fermentlarini faollashtirish, hujayra ichidagi signal yo'llarini modulyatsiya qilish, yallig'lanish faolligini kamaytirish va mikroaylanishni yaxshilash orqali amalga oshadi. FBMning boshqa nevrologik va autoimmun kasalliklarda samarali ekanligi haqida mavjud bo'lgan klinik ma'lumotlarni hisobga olgan holda, ushbu usulni miasteniya davolashda qo'llash imkoniyatini ko'rib chiqish maqsadga muvofiqdir. Ushbu maqolada fotobiomodulyatsiyaning biologik ta'siri bo'yicha zamonaviy qarashlar tizimlashtirilgan hamda uni miasteniya bilan og'rigan bemorlarni kompleks davolash protokollariga kiritishning ilmiy va amaliy asoslari yoritilgan.*

**Введение.** Миастения - это хроническое аутоиммунное заболевание, характеризующееся нарушением нервно-мышечной передачи, обусловленным выработкой аутоантител к структурам постсинаптической мембраны, преимущественно к ацетилхолиновым рецепторам. Эти антитела блокируют или разрушают рецепторы, нарушая физиологический процесс передачи сигнала от



мотонейрона к мышечному волокну, что клинически проявляется выраженной мышечной утомляемостью, слабостью скелетной мускулатуры и, в тяжёлых случаях, дыхательной недостаточностью [1].

На сегодняшний день основой терапии миастении остаются медикаментозные средства, направленные на снижение аутоиммунной активности (иммуносупрессоры, глюкокортикостероиды, моноклональные антитела), а также препараты симптоматического действия (ингибиторы ацетилхолинэстеразы). Вместе с тем, клиническая практика показывает, что даже при соблюдении стандартов лечения остаётся значительное число пациентов, у которых сохраняются симптомы, периодически развиваются обострения или наблюдаются побочные эффекты от длительного медикаментозного воздействия. В связи с этим всё более актуальной становится задача поиска вспомогательных, немедикаментозных и реабилитационных подходов, способствующих улучшению качества жизни пациентов и повышению эффективности базовой терапии.

Одним из таких направлений, активно развивающимся в физиотерапевтической практике, является фотобиомодуляция (ФБМ) — технология, основанная на использовании низкоинтенсивного монохроматического света (в диапазоне от красного до ближнего инфракрасного — 600–1100 нм), оказывающего регулирующее биологическое воздействие на клеточные структуры. Под действием светового излучения активируется митохондриальная дыхательная цепь, повышается продукция аденозинтрифосфата (АТФ), снижается уровень активных форм кислорода и нормализуются процессы клеточной регуляции. Кроме того, фотобиомодуляция обладает выраженными противовоспалительными, нейропротекторными и анальгезирующими эффектами, что открывает широкие перспективы её применения в неврологической и иммунологической практике [2].

Несмотря на доказанную эффективность ФБМ при различных неврологических, метаболических и воспалительных заболеваниях, её потенциал в контексте лечения миастении гравис остаётся практически неизученным. Это делает данное направление перспективным как в научно-исследовательской, так и в клинической практике.

**Механизмы действия фотобиомодуляции.** Фотобиомодуляция (ФБМ), или низкоинтенсивная лазерная терапия, оказывает своё терапевтическое воздействие за счёт сложного комплекса биохимических и клеточных механизмов, затрагивающих как локальные, так и системные уровни регуляции. Одним из ключевых звеньев является активация митохондриального фермента цитохром-с-оксидазы — важнейшего компонента дыхательной цепи, отвечающего за синтез АТФ. Под действием света в диапазоне 600–1100 нм повышается активность этого фермента, что приводит к увеличению продукции аденозинтрифосфата — универсального источника клеточной энергии. Одновременно снижается уровень активных форм кислорода (АФК), которые при избытке способствуют развитию окислительного стресса. Таким образом, ФБМ способствует восстановлению клеточного энергетического баланса и снижает метаболическое напряжение.



Кроме того, под воздействием ФБМ отмечается активация экспрессии генов, ответственных за синтез антиоксидантных ферментов, противовоспалительных белков и факторов роста, включая VEGF и BDNF, что способствует регенерации тканей, нейропротекции и улучшению микроциркуляции.

В неврологической практике ФБМ демонстрирует широкий спектр положительных эффектов. Среди них особое значение имеют нейропротекторное действие, обусловленное улучшением метаболической активности нейронов и их устойчивости к повреждающим воздействиям, противовоспалительный эффект, реализуемый за счёт снижения уровня провоспалительных цитокинов (например, IL-1 $\beta$  и TNF- $\alpha$ ), улучшение церебральной перфузии и мозгового метаболизма, особенно актуальное при когнитивных нарушениях, а также нормализация нервно-мышечной передачи за счёт влияния на проведение импульсов в периферических и центральных синапсах. Эти свойства делают фотобиомодуляцию перспективным направлением в комплексной терапии миастении гравис — заболевания, в патогенезе которого сочетаются аутоиммунное воспаление, нарушение нейромышечной передачи и энергетический дефицит в мышечной ткани.

**Применение фотобиомодуляции в неврологии.** На протяжении последних десятилетий фотобиомодуляция (ФБМ) всё активнее рассматривается как перспективный немедикаментозный метод, находящий применение в различных областях медицины, включая неврологию. Интерес к данной технологии обусловлен, прежде всего, её способностью влиять на ключевые звенья патогенеза многих заболеваний — от клеточного метаболизма и воспаления до нейропластичности и восстановления нервной ткани.

По данным клинических и экспериментальных исследований, ФБМ демонстрирует высокую эффективность при ряде неврологических состояний. Так, например, при рассеянном склерозе ФБМ способствует уменьшению выраженности воспалительного процесса и снижению частоты обострений, за счёт модуляции иммунного ответа. В постинсультной реабилитации данная методика применяется для стимуляции нейровосстановительных процессов, улучшения регионарного кровотока и повышения нейромышечной активности. У пациентов с диабетической невропатией применение ФБМ приводит к снижению болевого синдрома, улучшению чувствительности и ускорению репаративных процессов в периферических нервах. В терапии хронической боли (в том числе нейропатического характера) ФБМ зарекомендовала себя как средство, способное снижать интенсивность болевых ощущений, уменьшая воспаление и нормализуя функцию ноцицептивной системы. Кроме того, активно изучается потенциал ФБМ при нейродегенеративных заболеваниях, включая болезнь Альцгеймера, где метод оказывает благоприятное влияние на когнитивные функции и метаболизм нейронов головного мозга [5,6].

Одним из ключевых преимуществ ФБМ является её гибкость в методах применения. В зависимости от клинической ситуации, процедура может проводиться внешне — через кожу, локально на определённые зоны (например,



область шейного отдела позвоночника, проекции черепно-мозговых нервов и т.д.). Однако, при системных патологиях, таких как миастения гравис, особый интерес представляет внутрисосудистая фототерапия, также известная как лазерное облучение крови (ILIB — Intravenous Laser Irradiation of Blood). Этот способ позволяет достичь более выраженного системного эффекта: он способствует нормализации реологических свойств крови, улучшению кислородной доставки, снижению воспалительных маркеров, а также оказывает иммуномодулирующее воздействие.

Таким образом, фотобиомодуляция в современной неврологической практике рассматривается не просто как вспомогательный метод, а как потенциально самостоятельное терапевтическое направление, способное повысить эффективность базового лечения, ускорить восстановление пациентов и улучшить их качество жизни. Особую актуальность данный подход приобретает в рамках мультидисциплинарного реабилитационного подхода, где важно воздействовать не только на симптомы, но и на глубинные патогенетические механизмы заболевания.

**Выводы.** Таким образом, на основании анализа доступных данных и теоретических обоснований можно заключить, что фотобиомодуляция (ФБМ) представляет собой перспективный и научно обоснованный немедикаментозный метод воздействия, обладающий высоким потенциалом в контексте комплексной терапии миастении гравис. Благодаря своим многоуровневым биологическим эффектам — включая активацию клеточного метаболизма, модуляцию иммунного ответа, снижение воспалительных процессов и стимуляцию репаративных механизмов — ФБМ способна не только дополнить стандартные фармакологические подходы, но и расширить их терапевтические горизонты.

Включение ФБМ в реабилитационные программы при МГ может способствовать повышению общей эффективности лечения, улучшению мышечной выносливости и когнитивных функций, а также снижению медикаментозной нагрузки, особенно у пациентов, получающих длительную иммуносупрессивную терапию. Кроме того, данная методика отличается хорошей переносимостью и минимальным риском побочных эффектов, что делает её особенно ценной в работе с пациентами пожилого возраста и с сопутствующими хроническими заболеваниями.

Тем не менее, несмотря на положительные предпосылки, в настоящее время отсутствуют рандомизированные контролируемые исследования, однозначно подтверждающие клиническую эффективность ФБМ именно при миастении гравис. В этой связи представляется крайне актуальным проведение пилотных и мультицентровых клинических исследований, направленных на объективную оценку результатов применения фотобиомодуляции в данной популяции пациентов, с последующей возможной интеграцией метода в стандарты клинической практики.



IF = 9.2

**References:**

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. Возможности применения низкоинтенсивного лазерного излучения в клинической медицине // Вестник восстановительной медицины. — 2021. — №3. — С. 42–47.
3. Байтингер В.Ф., Лобанов А.А. Современные направления физиотерапии в неврологии // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. — 2020. — Т. 120, №10. — С. 85–90.
4. Hamblin M.R. Mechanisms and applications of the anti-inflammatory effects of photobiomodulation // AIMS Biophysics. — 2017. — Vol. 4, No. 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 // Photochem Photobiol. — 2008. — Vol. 84. — P. 1091–1099. <https://doi.org/10.1111/j.1751-1097.2008.00394.x>
6. Huang Y.Y., Sharma S.K., Carroll J.D., Hamblin M.R. Biphasic dose response in low level light therapy // Dose-Response. — 2011. — Vol. 9, No. 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 // Aging Dis. — 2020. — Vol. 11, No. 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 // Photomed Laser Surg. — 2011. — Vol. 29, No. 5. — P. 351–358. <https://doi.org/10.1089/pho.2010.2814>
9. Almutairi A., Mahir A., Alqurashi M. et al. Efficacy of photobiomodulation for muscle performance and recovery: a systematic review and meta-analysis // Lasers Med Sci. — 2022. — Vol. 37. — P. 1287–1301. <https://doi.org/10.1007/s10103-021-03312-4>
10. Baybekov I., Mustafakulov Kh., Rasulov F. Laser therapy and plasmapheresis in myasthenia gravis: effects on erythrocytes and endothelium // Proc. SPIE. — 2010. — Vol. 7547. — P. 75470C. <https://doi.org/10.1117/12.849960>
11. 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 J Clin Cases. — 2022. — Vol. 10, No. 6. — P. 2023–2028. <https://doi.org/10.12998/wjcc.v10.i6.2023>
12. Zhou Y., Guo M., Wang J. et al. Extracellular vesicles carrying caspase-1 inhibitors alleviate symptoms of experimental autoimmune myasthenia gravis // J Control Release. — 2023. — Vol. 360. — P. 12–25. <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2023.05.006>
13. Alchinova I.B., Lysenko L.A., et al. Laser correlation spectroscopy in diagnostics of myasthenia gravis // J Biomed Opt. — 2014. — Vol. 19, No. 2. — P. 021103. <https://doi.org/10.1117/1.JBO.19.2.021103>
14. Stefaniotou M., Tranos P., Kotsolis A., et al. Central serous chorioretinopathy after corticosteroid therapy for myasthenia gravis: treatment with argon laser photocoagulation // Case Rep Ophthalmol. — 2013. — Vol. 4, No. 2. — P. 112–117. <https://doi.org/10.1159/000351440>



15. Huang H., Zhang L., et al. Low-level laser therapy in experimental autoimmune myasthenia gravis: mitochondrial modulation // *Neural Regen Res.* — 2016. — Vol. 11, No. 30. — P. 1898–1905. <https://doi.org/10.4103/1673-5374.193237>
16. Gupta A., Dai T., Hamblin M.R. Effect of red and near-infrared wavelengths on low-level laser (light) therapy-induced healing of partial-thickness dermal abrasion // *Lasers Surg Med.* — 2014. — Vol. 46. — P. 89–97. <https://doi.org/10.1002/lsm.22191>
17. Khan I., Arany P.R. Photobiomodulation therapy for tissue healing: pathophysiology and mechanisms // *J Dent Res.* — 2015. — Vol. 94, No. 9. — P. 1177–1186. <https://doi.org/10.1177/0022034515593597>
18. Chung H., Dai T., Sharma S.K., et al. The nuts and bolts of low-level laser (light) therapy // *Ann Biomed Eng.* — 2012. — Vol. 40, No. 2. — P. 516–533. <https://doi.org/10.1007/s10439-011-0454-7>
19. Lopes-Martins R.A., Marcos R.L., et al. Photobiomodulation and sports medicine: a new therapeutic approach for performance and recovery // *Br J Sports Med.* — 2018. — Vol. 52, No. 10. — P. 595–596. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098272>
20. Bicknell B., Liebert A., Kiat H. Neuroprotective mechanisms of photobiomodulation: evidence from pre-clinical and clinical studies // *Mol Neurobiol.* — 2021. — Vol. 58, No. 5. — P. 2237–2259. <https://doi.org/10.1007/s12035-020-02267-4>