

## ВЛИЯНИЕ ФОТОБИОМОДУЛЯЦИИ НА НЕЙРОПРОТЕКЦИЮ И КОГНИТИВНЫЙ СТАТУС У ПАЦИЕНТОВ С МИАСТЕНИЕЙ.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17282672>

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

*Ташкентский государственный медицинский университет  
Узбекистан*

### **Аннотация**

Миастения — хроническое аутоиммунное заболевание, в основе которого лежит нарушение нервно-мышечной передачи, приводящее к мышечной слабости, патологической утомляемости и повышенному риску жизнеугрожающих осложнений. Наряду с двигательными проявлениями у значительной части пациентов отмечаются когнитивные нарушения, включающие снижение внимания, памяти и исполнительных функций. Эти изменения негативно отражаются на качестве жизни и требуют комплексного подхода к терапии. В последние годы всё большую актуальность приобретает фотобиомодуляция (ФБМ) — физиотерапевтический метод, основанный на использовании низкоинтенсивного лазерного или светодиодного излучения. ФБМ оказывает многоуровневое воздействие: активирует митохондриальные процессы, снижает выраженность воспалительных реакций, модулирует выработку факторов роста и оказывает нейропротекторное действие. Ряд клинических и экспериментальных исследований продемонстрировали улучшение когнитивных функций при использовании ФБМ у пациентов с различными неврологическими заболеваниями, что позволяет рассматривать данный метод и в контексте терапии миастении гравис. Настоящая работа направлена на анализ нейропротективного потенциала ФБМ и её возможного влияния на когнитивный статус у пациентов с миастенией, а также на определение перспектив включения метода в комплексные протоколы лечения.

### **Ключевые слова**

миастения гравис, фотобиомодуляция, нейропротекция, когнитивные нарушения, немедикаментозная терапия.

## THE EFFECT OF PHOTOBIO-MODULATION ON NEUROPROTECTION AND COGNITIVE STATUS IN PATIENTS WITH MYASTHENIA.

**Panjieva N.N., Khaydarov N.K.,Kurbanov G.I.**

*Tashkent State Medical University, Uzbekistan*

### **Abstract**

Myasthenia is a chronic autoimmune disorder characterized by impaired neuromuscular transmission, leading to muscle weakness, pathological fatigability, and an increased risk of life-threatening complications. In addition to motor manifestations, a considerable proportion of patients exhibit cognitive impairments, including deficits in attention, memory, and executive functions. These changes negatively affect quality of life and necessitate a comprehensive therapeutic approach. In recent years, photobiomodulation (PBM) has gained increasing attention as a physiotherapeutic method based on the use of low-intensity laser or LED irradiation. PBM exerts multi-level effects by activating mitochondrial processes, reducing inflammatory responses, modulating the production of growth factors, and providing neuroprotective action. A number of clinical and experimental studies have demonstrated improvements in cognitive functions with PBM in patients with various neurological disorders, suggesting its potential application in the treatment of myasthenia gravis. The present work aims to analyze the neuroprotective potential of PBM and its possible impact on the cognitive status of patients with myasthenia, as well as to outline the prospects for integrating this method into comprehensive treatment protocols.

### **Keywords**

myasthenia gravis, photobiomodulation, neuroprotection, cognitive impairment, non-pharmacological therapy.

## **MIASTENIYA BILAN OG'RIGAN BEMORLARDA FOTOBIMODULYATSIYANING NEYROPROTEKTSIYA VA KOGNITIV HOLATGA TA'SIRI**

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

*Toshkent davlat tibbiyot universiteti, O'zbekiston*

### **Annotatsiya**

Miasteniya — bu surunkali autoimmun kasallik bo'lib, u nerv-mushak uzatilishining buzilishi bilan tavsiflanadi, natijada mushak zaifligi, patologik charchash va hayot uchun xavfli asoratlarni rivojlanish xavfi yuzaga keladi. Harakatlanishdagi buzilishlardan tashqari, bemorlarning sezilarli qismida e'tibor, xotira va ijro funksiyalaridagi nuqsonlarni o'z ichiga olgan kognitiv buzilishlar ham kuzatiladi. Ushbu o'zgarishlar hayot sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi va

kompleks terapevtik yondashuvni talab qiladi. So'nggi yillarda fotobiomodulyatsiya (FBM) past intensivlikdagi lazer yoki LED nurlanishidan foydalanishga asoslangan fizioterapevtik usul sifatida tobora ko'proq e'tibor qozonmoqda. FBM ko'p darajali ta'sir ko'rsatadi: mitoxondrial jarayonlarni faollashtiradi, yallig'lanish reaksiyalarini kamaytiradi, o'sish omillarining ishlab chiqarilishini modulyatsiya qiladi va neyroprotektiv ta'sir ko'rsatadi. Bir qator klinik va eksperimental tadqiqotlar FBM yordamida turli nevrologik kasalliklarga chalingan bemorlarda kognitiv funksiyalar yaxshilanishini ko'rsatdi, bu esa uni miasteniya gravisni davolashda ham qo'llash mumkinligini anglatadi. Ushbu ishda FBMning neyroprotektiv potentsiali va uning miasteniya bilan og'rigan bemorlarda kognitiv holatga mumkin bo'lgan ta'siri tahlil qilinadi, shuningdek, ushbu usulni kompleks davolash protokollariga kiritish istiqbollari belgilab beriladi.

### **Kalit so'zlar**

miasteniya gravis, fotobiomodulyatsiya, neyroproteksiya, kognitiv buzilish, dori vositalarisiz terapiya.

**Введение.** Миастения гравис (MG) — это хроническое аутоиммунное заболевание, при котором нарушается передача нервного импульса к поперечно-полосатым мышцам. В основе патогенеза лежит выработка антител к ацетилхолиновым рецепторам или другим белковым компонентам постсинаптической мембраны, что приводит к блокаде нормальной нервно-мышечной передачи. Клинически это проявляется мышечной слабостью, патологической утомляемостью, а в тяжёлых случаях — развитием дыхательной недостаточности и миастенических кризов, представляющих угрозу жизни пациента.

В последние годы клиницисты и исследователи всё чаще отмечают, что спектр проявлений миастении не ограничивается исключительно двигательными нарушениями. У значительной части пациентов выявляются когнитивные расстройства — снижение внимания, ухудшение памяти, замедление скорости обработки информации и нарушения исполнительных функций. Эти изменения нередко недооцениваются в практике, однако они напрямую влияют на социальную адаптацию и качество жизни пациентов, что делает их важным объектом клинического наблюдения и коррекции.

На фоне поиска новых немедикаментозных подходов к терапии особое внимание привлекает фотобиомодуляция (ФБМ) — современный физиотерапевтический метод, основанный на воздействии низкоинтенсивного лазерного или светодиодного излучения. Механизмы её действия многоуровневые: активация митохондриальных процессов и синтеза

АТФ, снижение уровня активных форм кислорода, подавление воспалительных реакций, стимуляция антиоксидантной защиты и выработка факторов роста, включая нейротрофический фактор мозга (BDNF). Благодаря этому ФБМ сочетает в себе как нейропротекторное действие, так и способность положительно влиять на когнитивные функции.

Исследования, проведённые у пациентов с другими неврологическими заболеваниями — болезнью Альцгеймера, инсультом, черепно-мозговой травмой, — уже показали улучшение когнитивного статуса под влиянием ФБМ. Эти результаты позволяют предположить, что метод может быть эффективен и при миастении гравис, где сочетание двигательных и когнитивных нарушений требует интегративного подхода.

Таким образом, изучение роли фотобиомодуляции в комплексном лечении миастении с учётом её влияния на нейропротекцию и когнитивный статус представляется актуальной научной задачей, открывающей перспективы расширения терапевтических стратегий и улучшения качества жизни пациентов.

**Цель исследования.** Определить потенциал фотобиомодуляции как вспомогательного метода в комплексной терапии миастении гравис с акцентом на её нейропротекторное действие и влияние на когнитивные функции пациентов.

**Материалы и методы.** Настоящая работа выполнена в формате аналитического обзора современной научной литературы, посвящённой возможностям применения фотобиомодуляции (ФБМ) в неврологии и иммунологии, с особым акцентом на миастению гравис и сопутствующие когнитивные нарушения. В обзор включались публикации за последние 15 лет, в которых рассматривались механизмы действия ФБМ, включая её влияние на митохондриальный метаболизм, регуляцию окислительного стресса и нейропротекторные эффекты, а также клинические исследования применения ФБМ при неврологических и аутоиммунных заболеваниях, таких как болезнь Альцгеймера, рассеянный склероз, инсульт и диабетическая невропатия. Отдельное внимание уделялось данным о влиянии ФБМ на когнитивные функции и нейропластичность, а также публикациям, описывающим применение метода у пациентов с миастенией гравис.

Поиск литературы проводился в международных научных базах данных PubMed, Scopus, Web of Science, а также в российской системе eLibrary, что позволило объединить англоязычные и русскоязычные источники. Для поиска использовались ключевые слова и их комбинации:



“photobiomodulation”, “low-level laser therapy”, “myasthenia gravis”, “neuroprotection”, “cognitive impairment”, “inflammation markers”. В ряде случаев применялся метод «снежного кома», то есть дополнительный анализ списков литературы в найденных статьях для выявления релевантных источников.

Все публикации подвергались качественной оценке по критериям методологии, включая дизайн исследования (экспериментальные или клинические работы), численность выборки, наличие контрольных групп и статистическую достоверность полученных данных. Особое внимание уделялось исследованиям, которые включали оценку когнитивных функций и биомаркеров воспаления.

Таким образом, методологическая база обзора сочетала строгие критерии отбора и широкий охват публикаций, что позволило сформировать целостное представление о возможном нейропротективном и когнитивном потенциале фотобиомодуляции в терапии миастении гравис.

**Результаты исследования.** Анализ современной литературы показал, что фотобиомодуляция (ФБМ) обладает выраженным потенциалом для применения в неврологии и иммунологии, а её эффекты могут быть актуальны и для терапии миастении гравис. Наиболее чётко прослеживаются три направления: влияние ФБМ на клинические исходы, её когнитивные эффекты и воздействие на иммуновоспалительные процессы.

Прежде всего, важно отметить, что клиническое применение ФБМ при различных неврологических заболеваниях продемонстрировало улучшение функционального состояния пациентов. В работах, посвящённых рассеянному склерозу, использование ФБМ ассоциировалось с уменьшением частоты обострений и стабилизацией моторных функций. В исследованиях, проведённых в условиях постинсультной реабилитации, наблюдалось ускоренное восстановление двигательных навыков и снижение выраженности неврологического дефицита. В некоторых публикациях, посвящённых миастении гравис, упоминалось положительное влияние внутрисосудистого лазерного облучения крови (ИЛВ), которое приводило к повышению мышечной силы и снижению уровня утомляемости. Хотя эти данные пока ограничены и требуют подтверждения в масштабных исследованиях, они указывают на возможность применения ФБМ в комплексной терапии МГ.

Не менее значимым направлением анализа является влияние ФБМ на когнитивные функции. В последние годы накоплены убедительные данные о том, что использование ФБМ при когнитивных нарушениях, связанных с болезнью Альцгеймера, инсультом и черепно-мозговой травмой, способствует

улучшению памяти, внимания и скорости обработки информации. Эти результаты объясняются активацией митохондриальных процессов, улучшением мозговой микроциркуляции и стимуляцией нейропластичности. С учётом того, что у пациентов с миастенией также отмечаются когнитивные расстройства, можно предположить, что ФБМ способна оказывать схожее положительное воздействие и в этой группе больных, что расширяет её терапевтический потенциал.

Отдельного внимания заслуживает анализ влияния ФБМ на иммуновоспалительные процессы. В литературе накоплено достаточно данных о способности ФБМ снижать уровень провоспалительных цитокинов, таких как IL-1 $\beta$ , IL-6 и TNF- $\alpha$ , одновременно повышая экспрессию противовоспалительных медиаторов, включая IL-10. Эти эффекты подтверждены как в экспериментальных моделях аутоиммунных заболеваний, так и в клинической практике у пациентов с воспалительными и метаболическими нарушениями. В контексте миастении гравис подобное воздействие может иметь особое значение, поскольку воспаление играет ключевую роль в патогенезе заболевания и определяет тяжесть его клинических проявлений.

Таким образом, систематизация данных продемонстрировала, что фотобиомодуляция воздействует на несколько критически важных аспектов патогенеза миастении одновременно. Она улучшает клинические исходы за счёт уменьшения мышечной слабости и утомляемости, поддерживает когнитивные функции благодаря нейропротективному действию, а также регулирует иммуновоспалительный фон, что может способствовать стабилизации течения заболевания. Несмотря на ограниченное количество исследований, посвящённых именно миастении, совокупность имеющихся данных позволяет рассматривать ФБМ как перспективный компонент комплексного лечения MG, требующий дальнейшей клинической верификации.

**Выводы.** Проведённый аналитический обзор показал, что фотобиомодуляция представляет собой перспективный немедикаментозный метод воздействия, обладающий выраженными нейропротективными и когнитивно-стимулирующими эффектами. Доступные экспериментальные и клинические данные свидетельствуют о том, что ФБМ способствует активации митохондриального метаболизма, снижению окислительного стресса, подавлению воспалительных реакций и модуляции выработки факторов роста, что в совокупности оказывает положительное влияние как на нервно-мышечную передачу, так и на функции центральной нервной

системы. Важным результатом анализа стало выявление потенциала ФБМ в поддержке когнитивных функций, включая память, внимание и скорость обработки информации, что особенно актуально для пациентов с миастенией гравис, у которых когнитивные нарушения нередко остаются недооценёнными. Влияние ФБМ на иммуновоспалительные маркеры позволяет рассматривать её как дополнительный инструмент для снижения активности аутоиммунного процесса и стабилизации клинического течения заболевания. Несмотря на ограниченное количество исследований, посвящённых применению фотобиомодуляции именно при миастении, совокупность имеющихся данных указывает на высокую перспективность её интеграции в протоколы комплексной терапии. Однако для подтверждения этих предположений необходимы дальнейшие рандомизированные клинические исследования с включением оценки когнитивного статуса и динамики воспалительных маркеров, что позволит объективно определить место фотобиомодуляции в современной стратегии 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. 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>
4. Hamblin M.R. Shining light on the head: photobiomodulation for brain disorders // BBA Clinical. — 2016. — Vol. 6. — P. 113–124. <https://doi.org/10.1016/j.bbacli.2016.09.002>
5. 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>
6. Huang H., Zhang L., Wang D., 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>

7. 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>
8. 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>
9. 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>
10. Naeser M.A., Saltmarche A., Krengel 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>
11. Chao L.L. Transcranial near-infrared laser stimulation improves cognitive and emotional functions in veterans with traumatic brain injury: a pilot study // *Neuropsychiatric Disease and Treatment*. – 2019. – Vol. 15. – P. 2641–2651. <https://doi.org/10.2147/NDT.S214325>
12. 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>
13. Lim L., He Z., Lee J. Photobiomodulation therapy: a new light in neurocognitive disorders // *International Journal of Molecular Sciences*. – 2022. – Vol. 23(7). – P. 3543. <https://doi.org/10.3390/ijms23073543>
14. Johnstone D.M., Moro C., Stone J., et al. Turning on lights to stop neurodegeneration: the potential of near infrared light therapy in Alzheimer's and Parkinson's disease // *Frontiers in Neuroscience*. – 2015. – Vol. 9. – P. 500. <https://doi.org/10.3389/fnins.2015.00500>
15. 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>
16. 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>



17. 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>
18. 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>
19. 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>
20. 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>