

Article

Применение субпороговой микроимпульсной лазерной терапии при патологии сетчатки: возрастной макулярной дегенерации и центральной хориоретинальной дистрофии

А.И. Икромов ^{1*} , Ф.М. Урманова ² , М.Н. Хикматов ² 

¹ Национальный медицинский центр, Ташкент, Узбекистан

² Ташкентский государственный медицинский университет, Ташкент, Узбекистан

* Correspondence: azizjon2019@mail.ru (А.И. Икромов)

Аннотация:

Актуальность. Возможности субпороговой микроимпульсной лазерной терапии (СМЛТ) при возрастной макулярной дегенерации (ВМД) требуют оценки с учётом ограничений клинических доказательств. Центральная хориоретинальная дистрофия (ЦХРД) в данном обзоре рассматривается в контексте возрастных дистрофических изменений макулы.

Цель. Оценить биологическое обоснование, клинические результаты и ограничения СМЛТ при ВМД/ЦХРД.

Материалы и методы. Выполнен целевой аналитический обзор десяти публикаций 2015–2025 годов. Проведён описательный синтез экспериментальных и клинических данных без метаанализа; микроимпульсное и наносекундное воздействия разграничены.

Результаты. Экспериментальные исследования подтверждают возможность активации клеточного стрессового ответа. В пилотной работе улучшение исследуемого показателя паттерн-электроретинограммы отмечено в 139 из 158 глаз; острота зрения по таблице Снеллена существенно не изменилась. В наблюдательных исследованиях описаны ассоциации лечения с меньшей частотой неоваскулярной конверсии и замедлением увеличения географической атрофии. Эти результаты ограничены дизайном исследований. При друзеноидной отслойке пигментного эпителия сохранение остроты зрения не исключало развития поздних изменений.

Обсуждение. Функциональный ответ и анатомические изменения не равнозначны доказанному предотвращению потери зрения.

Заключение. СМЛТ остаётся исследуемым подходом при неэкссудативной ВМД/ЦХРД. Для определения её клинического места необходимы контролируемые исследования с долгосрочными исходами.

Ключевые слова: возрастная макулярная дегенерация; центральная хориоретинальная дистрофия; субпороговая микроимпульсная лазерная терапия; пигментный эпителий сетчатки; географическая атрофия; паттерн-электроретинография.

Цитирование: А.И. Икромов, Ф.М. Урманова, М.Н. Хикматов. Применение субпороговой микроимпульсной лазерной терапии при патологии сетчатки: возрастной макулярной дегенерации и центральной хориоретинальной дистрофии. 2026, 5,3, 6. <https://doi.org/10.56121/MSU-2026-3-00018>

Полученный: 26.03.2026

Исправленный: 19.04.2026

Принято: 20.05.2026

Опубликованный: 29.06.2026

Copyright:



Subthreshold Micropulse Laser Therapy for Retinal Pathology: Age-Related Macular Degeneration and Central Chorioretinal Dystrophy

Azizjon I. Ikromov ^{1*} , Firuza M. Urmanova ² , Mirkamol N. Khikmatov ² 

¹ National Medical Center, Tashkent, Uzbekistan

² Tashkent State Medical University, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

Background. The role of subthreshold micropulse laser therapy (SMLT) in age-related macular degeneration (AMD) requires critical appraisal. Central chorioretinal dystrophy is considered here in

the context of age-related macular degeneration.

Objective. To evaluate the biological rationale, clinical findings and limitations of SMLT in AMD.

Materials and methods. A targeted narrative review of ten publications from 2015–2025 was conducted. Experimental and clinical findings were synthesized descriptively without meta-analysis; micropulse and nanosecond technologies were distinguished.

Results. Experimental studies support activation of cellular stress responses. In a pilot study, the assessed pattern electroretinogram measure improved in 139 of 158 eyes, whereas Snellen visual acuity did not significantly change. Observational studies reported associations with reduced neovascular conversion and slower geographic atrophy enlargement. Their designs limit causal interpretation. Stable visual acuity in eyes with drusenoid pigment epithelial detachment did not exclude progression to late disease.

Discussion. Functional responses and anatomical changes cannot be equated with proven prevention of visual loss.

Conclusion. SMLT remains an investigational approach for nonexudative AMD. Controlled studies with clinically meaningful long-term outcomes are needed to define its role.

Keywords: age-related macular degeneration, central chorioretinal dystrophy, subthreshold micropulse laser, retinal pigment epithelium, geographic atrophy, pattern electroretinography.

Введение

Заболевания макулярной области нарушают центральное зрение и ограничивают способность пациента к чтению, распознаванию лиц и выполнению точной зрительной работы. При возрастной макулярной дегенерации (ВМД) выбор лечебной тактики определяется стадией заболевания, состоянием наружных слоёв сетчатки и наличием макулярной неоваскуляризации. Основой лечения активной неоваскулярной ВМД является интравитреальная терапия препаратами, подавляющими активность сосудистого эндотелиального фактора роста (VEGF). Вместе с тем сохраняется потребность в изучении вмешательств, способных поддерживать зрительные функции и замедлять развитие необратимых изменений при неэкссудативных формах заболевания [1]. При анализе данной проблемы существенное значение имеет точность диагностической терминологии. Обозначение «центральная хориоретинальная дистрофия» (ЦХРД) без уточнения этиологии, стадии и морфологических признаков недостаточно для формирования однородной исследовательской группы. Если под этим термином подразумевается возрастное дегенеративное поражение макулы, необходимо конкретизировать диагноз ВМД. В настоящей работе термин ЦХРД используется применительно к возрастным центральным дистрофическим изменениям; он не обозначает дополнительную независимую группу пациентов. Обсуждаемые данные не распространяются автоматически на наследственные макулярные дистрофии и другие заболевания со сходными изменениями глазного дна. Интерес к субпороговой микроимпульсной лазерной терапии (СМЛТ) обусловлен возможностью вызвать биологический ответ пигментного эпителия сетчатки без формирования клинически видимого коагулята. При микроимпульсном режиме энергия подаётся сериями коротких импульсов, разделённых интервалами, что изменяет временной профиль нагрева тканей. Экспериментальным основанием этого подхода служат результаты Inagaki и соавт., выявивших повышение экспрессии белка теплового шока Hsp70 после воздействия на культуру клеток ARPE-19 [2]. Однако активация клеточного стрессового ответа сама по себе не доказывает восстановления функции фоторецепторов или предотвращения прогрессирования ВМД. Принципиально важно также разграничивать предполагаемую тканевую селективность и доказанную безопасность. Согласно экспериментальным данным Wang и соавт., характер повреждения определяется совокупностью энергетических и временных параметров, а микроимпульсная модуляция не обеспечивает безусловного отсутствия клеточного повреждения [3]. Поэтому оценка конкретного протокола требует указания длины волны, мощности, длительности воздействия, коэффициента заполнения, размера пятна и распределения аппликаций. Отсутствие видимого коагулята не заменяет инструментального контроля состояния сетчатки. Клиническая доказательная база СМЛТ при неэкссудативной ВМД остаётся неоднородной. В пилотном исследовании

Luttrull и Margolis зарегистрированы изменения отдельных электрофизиологических и функциональных показателей после лечения [4]. В последующей наблюдательной работе Luttrull и Gray микроимпульсное воздействие ассоциировалось с меньшей частотой неоваскулярной конверсии [5]. Вместе с тем особенности дизайна этих исследований ограничивают причинную интерпретацию: краткосрочный функциональный ответ и статистическая ассоциация не равнозначны доказанному предотвращению поздних стадий заболевания. Дополнительную сложность представляет объединение разных технологий под термином «субпороговое лазерное лечение». В исследовании LEAD использовалось наносекундное воздействие, поэтому его результаты и последующие анализы необходимо рассматривать отдельно от микроимпульсной терапии [6,7]. Для клинической оценки важно установить, отражает ли выбранный показатель кратковременное изменение функции, структурную динамику или риск необратимой потери центрального зрения. Эти задачи требуют разных сроков наблюдения и разных подходов к контролю исходной тяжести заболевания. Объединение их в единую характеристику «эффективность лазера» скрывает существенные различия между исследованиями. Актуальность настоящего обзора определяется необходимостью разграничить экспериментальное обоснование СМЛТ, зарегистрированный клинический ответ и влияние на долгосрочное течение заболевания. Практическое значение такого анализа заключается в выборе вмешательства с учётом точного диагноза, морфологического фенотипа и ожидаемого клинического результата.

Цель исследования — критически оценить биологическое обоснование, опубликованные клинические результаты и ограничения применения СМЛТ при ВМД и возрастных центральных хориоретинальных дистрофических изменениях, выделив функциональные, анатомические и прогностические исходы.

Материалы и методы

Работа выполнена в формате целевого аналитического обзора научной литературы, посвящённого СМЛТ при ВМД/ЦХРД. Основной объект анализа — неэкссудативные возрастные дегенеративные изменения макулы. Термин ЦХРД использован в обозначенном выше клиническом контексте; самостоятельная выборка пациентов с таким диагнозом не формировалась. Поиск и отбор публикаций. Библиографические сведения и доступные результаты проверялись по PubMed, сайтам издателей и полным текстам публикаций. Использовались сочетания терминов «subthreshold micropulse laser», «age-related macular degeneration», «geographic atrophy», «drusenoid pigment epithelium detachment», «retinal pigment epithelium» и название исследования LEAD. Последняя проверка источников выполнена 4 октября 2026 года. В список литературы включены десять публикаций 2015–2025 годов: рекомендации, экспериментальные и клинические исследования. Девять источников относятся к основному предмету обзора; одна работа привлечена исключительно для обсуждения электрофизиологической оценки зрительной системы. Отбор был целевым, без претензии на исчерпывающий охват всех публикаций. Извлечение данных. Учитывались дизайн, диагноз и морфологический фенотип, число пациентов и глаз, характеристики вмешательства, наличие группы сравнения и продолжительность наблюдения. Анализируемые исходы включали остроту зрения, показатели паттерн-электроретинографии, динамику географической атрофии, состояние друзеноидной отслойки пигментного эпителия и развитие неоваскуляризации. При интерпретации различали изменение отдельного функционального теста и клинически значимый исход заболевания. Экспериментальные результаты рассматривались как обоснование механизма, но не как самостоятельное подтверждение клинической эффективности. Наносекундная технология анализировалась отдельно от микроимпульсной. Количественный анализ. Выполнен описательный синтез без метаанализа и повторной обработки индивидуальных наблюдений. Объёмы выборок, средние значения, стандартные отклонения, доверительные интервалы и значения p приведены по первоисточникам. Число глаз не подменялось числом пациентов. Для диаграммы использованы результаты одного исследования: доли рассчитаны как отношение числа глаз к 158 с округлением до одного десятичного знака. Остаточная категория получена вычитанием 139 из 158; она не трактовалась как частота ухудшения. Таблица сопоставляет характеристики исследований, но не предназначена для ранжирования их эффективности. Объединённая оценка лечебного эффекта не рассчитывалась из-за различий в популяциях, исходах и длительности наблюдения.

Методологические ограничения. Независимый двойной отбор и формализованная оценка риска систематической ошибки не проводились. Доступность аннотаций и полных текстов могла влиять на состав включённых источников. Работа не является систематическим обзором и не позволяет исключить публикационное смещение. Оценка безопасности ограничена опубликованными сведениями; отсутствие зарегистрированных осложнений не рассматривается как доказательство их невозможности. Этические аспекты. Собственная клиническая выборка не формировалась. Исследования с участием людей или животных не проводились, индивидуальные данные пациентов не использовались. Все клинические показатели относятся к опубликованным работам. При подготовке первоначального текста использовался ChatGPT (OpenAI) как вспомогательный инструмент.

Результаты

Выявленные результаты относятся к разным уровням доказательств: экспериментальному клеточному ответу, краткосрочной функции сетчатки и наблюдаемой динамике возрастного дегенеративного процесса. Их последовательное рассмотрение позволяет избежать подмены клинического исхода промежуточным показателем. При ВМД/ЦХРД принципиально важны сохранение зрительных функций и предотвращение поздних стадий, тогда как изменение отдельного теста характеризует только один аспект ответа на вмешательство.

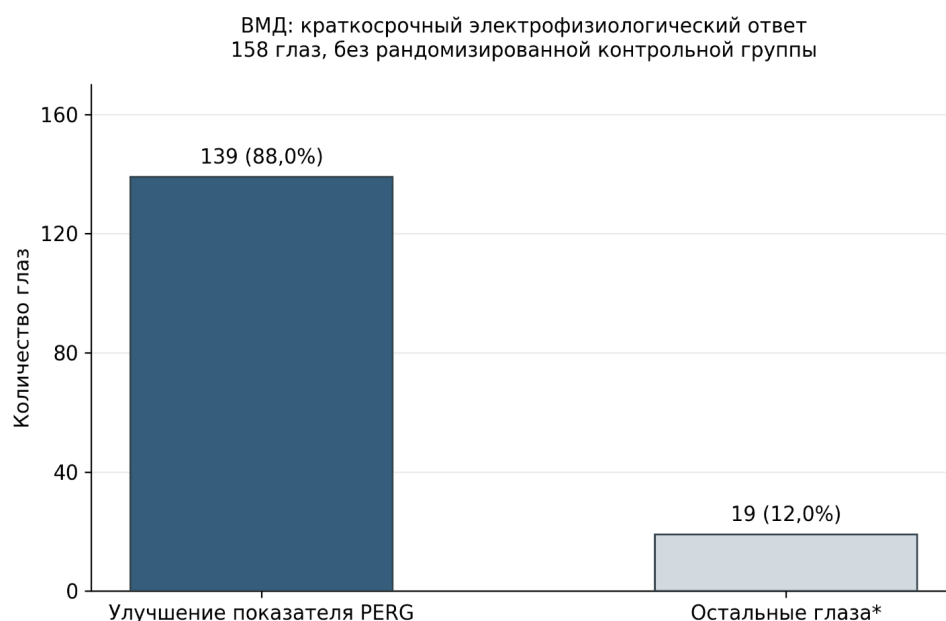
Функциональные результаты при неэкссудативной ВМД В пилотной работе Luttrull и Margolis при ВМД исследованы 158 глаз 108 пациентов. Через месяц после лечения улучшение низкоконтрастного показателя MagD/Mag паттерн-электроретинограммы зарегистрировано в 139 глазах; для изменения этого показателя приведено $p = 0,0001$. Острота зрения по таблице Снеллена существенно не изменилась [4]. Таким образом, наблюдаемый электрофизиологический ответ нельзя представлять как эквивалент улучшения центрального зрения. Отсутствие рандомизированной контрольной группы и краткий срок оценки ограничивают выводы о стойкости эффекта и предотвращении прогрессирования заболевания. В исследовании Luttrull и Grau на основе данных реальной клинической практики лечение ассоциировалось с меньшей частотой перехода в неоваскулярную ВМД [5]. Однако сопоставление наблюдательных когорт сохраняет вероятность остаточного смещения: группы могут различаться по исходному риску, регулярности обследований и другим характеристикам. Даже применение статистической корректировки не делает такой дизайн равнозначным рандомизированному испытанию. Результат следует рассматривать как основание для проверки гипотезы о профилактическом действии, а не как установленную величину снижения риска для каждого пациента. Для разграничения технологий рассмотрено рандомизированное исследование LEAD: 292 участника, наблюдение 36 месяцев. В нём применялся субпороговый наносекундный лазер. Общий риск перехода в позднюю ВМД существенно не снизился: отношение рисков 0,61; 95%-й доверительный интервал 0,33–1,14; $p = 0,122$ [6]. В последующем анализе также не выявлено значимого общего эффекта на потерю наружных полос сетчатки по ОКТ [7]. Эти данные важны для оценки самой концепции субпорогового воздействия, но не являются прямым испытанием СМЛТ. Результаты подгрупп не заменяют основной результат исследования.

Географическая атрофия и морфологические исходы В наблюдательной работе Luttrull и соавт. изучены 67 глаз 49 пациентов с географической атрофией. Средняя радиальная скорость её увеличения составляла 137 ± 107 мкм/год до вмешательства и 73 ± 59 мкм/год после него; различие было статистически значимым ($p < 0,0001$) [8]. Сопоставление последовательных периодов в одних и тех же глазах позволяет описать динамику, однако не исключает влияние естественного течения, отбора пациентов и особенностей измерения. Эти значения нельзя интерпретировать как доказанную прибавку остроты зрения. Основные характеристики клинических работ представлены в таблице 1.

Примечание. Данные приведены по публикациям [4,5,8,9]. Значения « $\pm$ » обозначают стандартное отклонение. Различия в дизайне и конечных точках исключают прямое сравнение эффективности между строками таблицы. На рисунке 1 показано распределение глаз по зарегистрированному изменению электрофизиологического показателя в пилотном исследовании [4]. Диаграмма иллюстрирует конкретный функциональный результат, а не общую вероятность успешного лечения ВМД.

Таблица 1. Клинические исследования СМЛТ при ВМД: результаты и ограничения.**Table 1.** Clinical studies of SMLT in AMD: results and limitations.

Источник	Дизайн / выборка	Исход	Результат	Ограничение
Luttrull, Margolis [4]	Пилотное; 158 глаз, 108 пациентов с ВМД	Показатель PERG; 1 месяц	Улучшение в 139 глазах; $p = 0,0001$	Нет рандомизированного контроля
Luttrull, Gray [5]	Данные реальной практики; сопоставление когорт	Неоваскулярная конверсия	Ассоциация с меньшей частотой конверсии	Возможное остаточное смешение
Luttrull и соавт. [8]	До/после; 67 глаз, 49 пациентов	Радиальная скорость атрофии	$137 \pm 107 \rightarrow 73 \pm 59$ мкм/год; $p < 0,0001$	Нет параллельной контрольной группы
Huang и соавт. [9]	Ретроспективное; 21 глаз, 16 пациентов	Друзеноидная отслойка; $25,3 \pm 12,6$ месяца	Коллапс: 6 глаз; острота зрения стабильна	Малая выборка; нет контроля

**Рис. 1.** Изменение исследуемого показателя паттерн-электроретинограммы после СМЛТ при ВМД [4].
Figure 1. Change in the investigated pattern electroretinogram parameter after SMLT in AMD.

Примечание. Улучшение отмечено в 139 из 158 глаз (88,0%). Остальные 19 глаз (12,0%) составляют расчётную остаточную категорию; она не означает, что во всех этих глазах произошло ухудшение. Единица учёта — глаз. Доли рассчитаны по опубликованным числам; контрольная группа на диаграмме отсутствует. Huang и соавт. ретроспективно изучили 21 глаз 16 пациентов с друзеноидной отслойкой пигментного эпителия при промежуточной ВМД. Применялся микроимпульсный лазер 577 нм; среднее наблюдение составило $25,3 \pm 12,6$ месяца. Острота зрения в целом оставалась стабильной. Коллапс отслойки зарегистрирован в 6 глазах; в 3 глазах этой подгруппы развилась географическая атрофия. В группе без коллапса отмечен один случай макулярной неоваскуляризации [9]. Небольшая выборка и отсутствие контрольной группы не позволяют приписать эти события воздействию лазера либо достоверно оценить его профилактическую эффективность.

Интерпретация анатомического ответа и безопасности Уменьшение друзеноидной отслойки пигментного эпителия не следует автоматически считать благоприятным исходом: изменение её формы необходимо сопоставлять с сохранностью наружных слоёв сетчатки и отсутствием атрофии. Поэтому изолированный анатомический показатель недостаточен для оценки пользы вмешательства. Для анализа результатов требуется согласованное рассмотрение остроты зрения, томографических признаков и перехода в поздние стадии. Наблюдение за отдельным морфологическим фенотипом также не обосновывает распространение выводов на все варианты ВМД/ЦХРД.

Понятие «субпороговый» характеризует режим воздействия относительно принятого критерия повреждения и не означает абсолютной безопасности. Биологический эффект зависит от сочетания параметров и состояния тканей [3]. Воспроизводимость клинических результатов требует полного описания длины волны, мощности, длительности экспозиции, коэффициента заполнения, диаметра пятна и схемы аппликаций. Различия протоколов препятствуют формированию единой оценки безопасности по совокупности небольших исследований. Данные обзора не дают оснований предлагать универсальную схему воздействия или заменять ею установленное лечение активной неоваскулярной ВМД [1].

Обсуждение

Анализ литературы выявляет разрыв между биологической правдоподобностью СМЛТ и доказательствами её долгосрочной клинической пользы при ВМД/ЦХРД. Активация стрессового ответа в клеточной модели объясняет возможный механизм, но не показывает, сохраняется ли центральное зрение у пациента. Аналогично улучшение электрофизиологического показателя характеризует измеряемую функцию в определённый момент, а не гарантирует предотвращение атрофии или неоваскуляризации. Предлагаемый в обзоре аналитический подход заключается в раздельной оценке трёх уровней результата: клеточного ответа, функциональных изменений и прогрессирования заболевания. Это позволяет объединить разнородную литературу без искусственного расчёта общего процента эффективности. Научная ценность такого сопоставления состоит в уточнении границ имеющихся доказательств; собственных клинических результатов или нового доказанного лечебного эффекта настоящая работа не представляет. Особого внимания заслуживают единицы анализа. Включение обоих глаз одного пациента создаёт зависимость наблюдений, поэтому число глаз нельзя приравнивать к числу независимых участников. При оценке наблюдательных исследований также важны исходная стадия ВМД, морфологический фенотип, сопутствующая терапия и длительность наблюдения. Статистически значимое изменение внутри группы не отвечает на вопрос, насколько оно отличается от естественного течения заболевания. Электрофизиологические методы могут дополнять клиническую характеристику зрительной системы. Работа Агзамовой и Хикматова рассматривает соответствующие показатели при травматической оптической нейропатии [10]. Она приведена только как пример применения функциональных методов при иной патологии; её результаты не подтверждают эффективность СМЛТ при ВМД и не переносятся на возрастное поражение макулы. Для последнего необходимы исследования в соответствующей популяции с заранее определёнными конечными точками. Практическое значение обзора заключается в точной формулировке цели вмешательства и обсуждении неопределённости ожидаемого результата. При активной неоваскулярной ВМД СМЛТ не должна задерживать анти-VEGF-терапию [1]. При неэкссудативных изменениях перспективы метода следует оценивать в контролируемых исследованиях со стандартизированными протоколами, маскированной оценкой изображений и длительным наблюдением. Ограничения настоящего обзора — целевой поиск, отсутствие формализованной оценки риска систематической ошибки и неоднородность публикаций — не позволяют сформулировать универсальную рекомендацию по включению СМЛТ в лечение ВМД/ЦХРД.

Заключение

Субпороговая микроимпульсная лазерная терапия имеет экспериментальное обоснование и предварительные клинические результаты при неэкссудативной ВМД и возрастных центральных хориоретинальных дистрофических изменениях. Однако зарегистрированный функциональный ответ и наблюдательные ассоциации пока недостаточны для подтверждения предотвращения потери зрения, географической атрофии или неоваскулярной конверсии. Наносекундные исследования следует оценивать отдельно. Клиническое место СМЛТ требует уточнения в рандомизированных исследованиях с долгосрочными анатомическими и функциональными исходами; метод не заменяет лечение активной неоваскулярной ВМД с установленной эффективностью.

Вклад авторов

Икромов А.И., Урманова Ф.М. и Хикматов М.Н.: конкретное распределение ролей в анализе литературы и подготовке рукописи подлежит подтверждению авторами перед публикацией.

Authors' contribution

A.I. Ikromov, F.M. Urmanova and M.N. Khikmatov: the precise allocation of literature review and manuscript preparation roles should be confirmed by the authors before publication.

Источник финансирования

Сведения об источниках финансирования не указаны в исходной рукописи. Авторам необходимо подтвердить наличие или отсутствие финансирования.

Funding source

The source manuscript does not specify funding. The authors must confirm whether funding was received.

Соответствие принципам этики

Не применимо: настоящий аналитический обзор основан на опубликованных исследованиях; новых исследований с участием людей или животных не проводилось.

Ethics approval

Not applicable: this narrative review uses published studies and involved no new human or animal research.

Информированное согласие на публикацию

Не применимо: индивидуальные данные пациентов и новые клинические наблюдения не использовались.

Consent for publication

Not applicable: the review did not use identifiable patient data or conduct new clinical investigations.

Заявление о доступности данных

Новые индивидуальные данные пациентов не создавались. Все использованные сведения представлены в перечисленных публикациях.

Data Availability Statement

No new individual patient data were generated. All reviewed findings are available in the cited publications.

Благодарности

При подготовке первоначального текста, согласно рукописи, использовался ChatGPT (OpenAI) как вспомогательный инструмент. Сведения об иных благодарностях отсутствуют.

Acknowledgments

According to the manuscript, ChatGPT (OpenAI) was used as an auxiliary tool in drafting the initial text. No additional acknowledgments were provided.

Конфликт интересов

В исходной рукописи не приведены сведения о наличии или отсутствии конфликта интересов. Заявление должно быть подтверждено всеми авторами.

Conflict of interest

The source manuscript does not contain a conflict-of-interest statement. All authors must confirm the disclosure before publication.

Сокращения

ВМД	Возрастная макулярная дегенерация
ЦХРД	Центральная хориоретинальная дистрофия
СМЛТ	Субпороговая микроимпульсная лазерная терапия
ОКТ	Оптическая когерентная томография
PERG	Паттерн-электроретинограмма
VEGF	Сосудистый эндотелиальный фактор роста
Hsp70	Белок теплового шока 70
ARPE-19	Клеточная линия пигментного эпителия сетчатки человека
LEAD	Laser Intervention in Early Stages of Age-Related Macular Degeneration

Литература

- [1] Vemulakonda GA, Bailey ST, Kim SJ, Kovach JL, Lim JJ, Ying GS, et al. Age-related macular degeneration Preferred Practice Pattern®. *Ophthalmology*. 2025;132(4):P1–P74. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2024.12.018>.
- [2] Inagaki K, Shuo T, Katakura K, Ebihara N, Murakami A, Ohkoshi K. Sublethal photothermal stimulation with a micropulse laser induces heat shock protein expression in ARPE-19 cells. *J Ophthalmol*. 2015;2015:729792. <https://doi.org/10.1155/2015/729792>.
- [3] Wang J, Quan Y, Dalal R, Palanker D. Comparison of continuous-wave and micropulse modulation in retinal laser therapy. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2017;58(11):4722–4732. <https://doi.org/10.1167/iovs.17-21610>.
- [4] Luttrull JK, Margolis BWL. Functionally guided retinal protective therapy for dry age-related macular and inherited retinal degenerations: a pilot study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2016;57(1):265–275. <https://doi.org/10.1167/iovs.15-18163>.
- [5] Luttrull JK, Gray G. Real world data comparison of standard care vs SDM laser vision protection therapy for prevention of neovascular AMD. *Clin Ophthalmol*. 2022;16:1555–1568. <https://doi.org/10.2147/OPTH.S366150>.
- [6] Guymer RH, Wu Z, Hodgson LAB, Caruso E, Brassington KH, Tindill N, et al. Subthreshold nanosecond laser intervention in age-related macular degeneration: the LEAD randomized controlled clinical trial. *Ophthalmology*. 2019;126(6):829–838. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2018.09.015>.
- [7] Guymer RH, Blair JPM, De Zanet S, Apostolopoulos S, Ciller C, Wu Z; LEAD Study Group. Effect of subthreshold nanosecond laser on loss of OCT outer retinal bands in age-related macular degeneration: a LEAD study report. *Ophthalmol Sci*. 2025;5(6):100839. <https://doi.org/10.1016/j.xops.2025.100839>.
- [8] Luttrull JK, Sinclair SH, Elmann S, Chang DB, Kent D. Slowed progression of age-related geographic atrophy following subthreshold laser. *Clin Ophthalmol*. 2020;14:2983–2993. <https://doi.org/10.2147/OPTH.S268322>.
- [9] Huang Z, Deng KY, Deng YM, Hui YN, Song YP. Long-term outcomes of drusenoid pigment epithelium detachment in intermediate AMD treated with 577 nm subthreshold micropulse laser: a preliminary clinical study. *Int J Ophthalmol*. 2022;15(3):474–482. <https://doi.org/10.18240/ijo.2022.03.16>.
- [10] Агзамова СС, Хикматов МН. Сравнительная оценка электрофизиологических параметров глаза у пациентов с травматической оптической нейропатией в зависимости от срока давности заболевания. *Офтальмология. Восточная Европа*. 2023;13(3):270–276. <https://doi.org/10.34883/PI.2023.13.3.017>.

Отказ от ответственности/Примечание издателя: Заявления, мнения и данные, содержащиеся во всех публикациях, принадлежат исключительно отдельным лицам. Авторы и участники, а Журнал и редакторы. Журнал и редакторы не несут ответственности за любой ущерб, нанесенный людям или имуществу, возникшее в результате любых идей, методов, инструкций или продуктов, упомянутых в контенте.

Disclaimer of liability/Publisher's Note: The statements, opinions and data contained in all publications belong exclusively to individuals. The authors and participants, and the Journal and the editors. The journal and the editors are not responsible for any damage caused to people or property resulting from any ideas, methods, instructions or products mentioned in the content.