

# Метилэтилпиридинол в офтальмологии: механизмы действия и клинические результаты

**А.В. Корнеева**<sup>1,2✉</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-4435-8114>, a.korneeva@gmail.com

**Н.И. Курышева**<sup>1,2</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-2265-6671>, e-natalia@list.ru

**И.А. Лоскутов**<sup>3</sup>, <https://orcid.org/0000-0003-0057-3338>, loskoutigor@mail.ru

<sup>1</sup> Медико-биологический университет инноваций и непрерывного образования Государственного научного центра Российской Федерации – Федерального медицинского биофизического центра имени А.И. Бурназяна; 123098, Россия, Москва, ул. Гамалеи, д. 15

<sup>2</sup> Центр офтальмологии Государственного научного центра Российской Федерации – Федерального медицинского биофизического центра имени А.И. Бурназяна; 123098, Россия, Москва, ул. Гамалеи, д. 15

<sup>3</sup> Московский областной научно-исследовательский клинический институт имени М.Ф. Владимирского; 129110, Россия, Москва, ул. Щепкина, д. 61/2

## Резюме

Метилэтилпиридинол является часто используемым в офтальмологии препаратом. Многолетний опыт применения в клинической практике и многообразие фармакологических эффектов обусловили его широкое внедрение в лечение обширного спектра офтальмопатологий, а также в самые различные области медицины. Известно, что метилэтилпиридинол обладает антиоксидантной активностью, способностью стабилизировать клеточные мембраны, улучшать микроциркуляцию и оказывать нейропротекторное воздействие. Эти свойства открывают широкие возможности для его применения в терапии заболеваний органа зрения, в которых окислительный стресс и ухудшение кровоснабжения играют ключевую роль. Широкий спектр действия метилэтилпиридинола полезен при проведении комбинированной терапии с другими лекарственными средствами, что позволяет достичь синергического и повышенного терапевтического эффекта. Это, в свою очередь, может быть применено для лечения различных заболеваний, включая офтальмологическую патологию переднего и заднего отделов глаза, а также глазные проявления системных заболеваний. Значимым преимуществом метилэтилпиридинола является наличие лекарственной формы в виде глазных капель, которая имеет равнозначный эффект в сравнении с парабульбарным введением препарата. Это определяет уникальную позицию препарата в форме глазных капель в офтальмофармакотерапии, потому как к настоящему времени на фармацевтическом рынке нет альтернативных средств, обладающих столь широким спектром фармакологических свойств в удобной и безопасной лекарственной форме, целенаправленно воздействующих на структуры глаза. В данном обзоре рассматриваются терапевтические свойства метилэтилпиридинола и результаты доклинических и клинических исследований этого препарата, что важно для расширения перспектив его клинического применения и обеспечения безопасности пациента.

**Ключевые слова:** окислительный стресс, антиоксидант, заболевания глаза, катаракта, глаукома, миопия, ретинопатия, оптиконеуропатия, травмы глаза

**Для цитирования:** Корнеева АВ, Курышева НИ, Лоскутов ИА. Метилэтилпиридинол в офтальмологии: механизмы действия и клинические результаты. *Медицинский совет*. 2025;19(5):152–164. <https://doi.org/10.21518/ms2025-155>.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Methylethylpyridinol in ophthalmology: Mechanisms of action and clinical results

**Alina V. Korneeva**<sup>1,2✉</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-4435-8114>, a.korneeva@gmail.com

**Natalia I. Kurysheva**<sup>1,2</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-2265-6671>, e-natalia@list.ru

**Igor A. Loskutov**<sup>3</sup>, <https://orcid.org/0000-0003-0057-3338>, loskoutigor@mail.ru

<sup>1</sup> Medical Biological University of Innovations and Continuing Education of the State Scientific Center of the Russian Federation – Federal Medical Biophysical Center named after A.I. Burnazyan; 15, Gamaleya St., Moscow, 123098, Russia

<sup>2</sup> Ophthalmological Center of the State Scientific Center of the Russian Federation – Federal Medical Biophysical Center named after A.I. Burnazyan; 15, Gamaleya St., Moscow, 123098, Russia

<sup>3</sup> Moscow Regional Research Clinical Institute named after M.F. Vladimirsky; 61/2, Schepkin St., Moscow, 129110, Russia

## Abstract

Methylethylpyridinol is a frequently used drug in ophthalmology. Many years of experience of its use in clinical practice and a variety of pharmacological effects have caused its wide introduction in the treatment of a wide range of ophthalmopathologies, as well as in various fields of medicine. It is known that methylethylpyridinol has antioxidant activity, neuroprotective effect, ability to stabilize cell membranes and improve microcirculation. These properties open wide possibilities for its application in therapy of eye diseases, in which oxidative stress and deterioration of blood supply play a key role. The broad spectrum

of action of methylethylpyridinol is useful in combination therapy with other drugs, which allows to achieve a synergistic and enhanced therapeutic effect. This, in turn, can be applied for treatment of various diseases, including ophthalmologic pathology of the anterior and posterior segment of the eye, as well as ocular manifestations of systemic diseases. A significant advantage of methylethylpyridinol is the presence of the form of eye drops, which has an equivalent effect in comparison with parabulbar administration of the drug. This determines the unique position of the drug in the form of eye drops in ophthalmopharmacotherapy, because to date, the pharmaceutical market has no alternative agents with such a wide range of pharmacological properties in a convenient and safe dosage form, targeting the structures of the eye. This review discusses the therapeutic properties of methylethylpyridinol and the results of preclinical and clinical studies of this drug, which is important for expanding the prospects of its clinical application and ensuring patient safety.

**Keywords:** oxidative stress, antioxidant, ocular disease, cataract, glaucoma, myopia, retinopathy, optic neuropathy, ocular trauma

**For citation:** Korneeva AV, Kuryshcheva NI, Loskutov IA. Methylethylpyridinol in ophthalmology: Mechanisms of action and clinical results. *Meditsinskiy Sovet.* 2025;19(5):152–164. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/ms2025-155>.

**Conflict of interest:** the authors declare no conflict of interest.

## ВВЕДЕНИЕ

Метилэтилпиридинол (Эмоксипин) является часто используемым в офтальмологии препаратом. Многолетний опыт применения в клинической практике и многообразие фармакологических эффектов обеспечили его широкое внедрение в лечение обширного спектра офтальмопатологий, а также в самые различные области медицины. В связи с этим актуальным представляется анализ имеющихся данных по его применению в офтальмологии, что позволит более глубоко понять механизм его действия и перспективы использования.

Известно, что в последние десятилетия отмечается рост продолжительности жизни и повышение распространенности возраст-ассоциированных офтальмологических заболеваний, таких как глаукома, катаракта, возрастная макулодистрофия и сосудистые ретинопатии, ассоциированные с хроническими заболеваниями (диабетическая, гипертоническая ретинопатии) [1]. Многие из этих заболеваний сопровождаются нарушениями микроциркуляции и оксидативным стрессом, что создает необходимость поиска безопасных терапевтических стратегий для коррекции этих нарушений. Установлено, что Эмоксипин обладает антиоксидантной активностью, стабилизирует клеточные мембраны, улучшает микроциркуляцию и оказывает нейропротекторное действие. Эти свойства могут быть особенно полезны при лечении офтальмологических заболеваний, где оксидативный стресс и ухудшение кровоснабжения играют ключевую роль. Кроме того, орган зрения подвержен исключительно высокому уровню оксидативного стресса вследствие непосредственного контакта с неблагоприятной внешней средой, постоянного воздействия световых и ультрафиолетовых лучей, а также интенсивной метаболической активности тканей глаза, сопровождающейся образованием активных форм кислорода.

Несмотря на широкое применение Эмоксипина в клинической офтальмологической практике на протяжении нескольких десятилетий, препарат не участвовал в двойных слепых плацебо-контролируемых клинических исследованиях. Препарат был синтезирован в СССР и используется преимущественно на территории России и стран ближнего зарубежья, а недостаток зарубежных

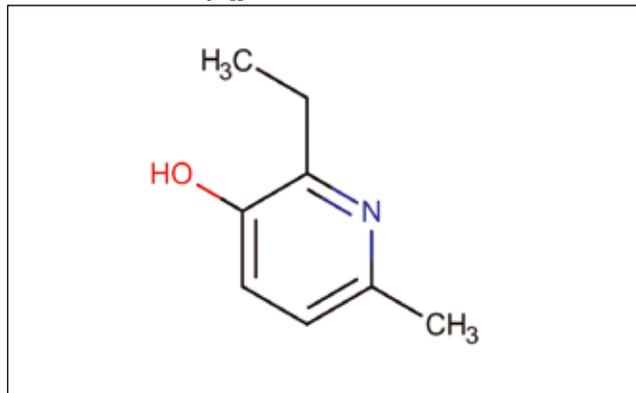
исследований метилэтилпиридинола ограничивает его применение в США и Европе. Врачи, принимая решение о назначении препарата, опираются на доступные научные данные, клинические рекомендации и собственный опыт. Важно отметить, что для расширения перспектив применения метилэтилпиридинола необходимы дальнейшие исследования, соответствующие международным стандартам и способствующие пониманию свойств его молекулы, а также подходов, которые могут быть использованы для улучшения доставки и профиля безопасности.

Обзор научных данных по использованию Эмоксипина в офтальмологии поможет представить его потенциал как средства для коррекции патогенетических механизмов хронической офтальмопатологии. В условиях растущей потребности в разработке новых стратегий лечения офтальмологических заболеваний, направленных на нейропротекцию и восстановление кровотока, исследование результатов применения Эмоксипина поможет структурировать имеющиеся данные о его эффективности и безопасности в поддержании структурной и функциональной целостности зрительной системы, а также оценить терапевтический потенциал в лечении заболеваний глаз и определить его место в современной офтальмофармакологии.

## ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ МЕТИЛЭТИЛПИРИДИНОЛА

Эмоксипин – синтетический препарат, относящийся к группе производных гидроксипиридина. По своей химической структуре он напоминает пиридоксин (разновидность витамина B6) (рисунк). Данное химическое соединение впервые было синтезировано в СССР в начале 1980-х гг. группой ученых под руководством Л.Д. Смирнова в Институте биофизики Министерства здравоохранения СССР. Препарат был внедрен в медицинскую практику в 1985 г. и с тех пор привлекает внимание ученых и клиницистов благодаря разностороннему биологическому действию и низкой токсичности. Он разработан с целью минимизации окислительного стресса и повреждения клеток, обладая выраженными антиоксидантными и нейропротекторными свойствами.

- **Рисунок.** Химическая формула Эмоксипина (2-этил-3-гидрокси-6-метилпиридин,  $C_8H_{11}NO$ )<sup>1</sup>
- **Figure.** Chemical formula of Emoxypine (2-ethyl-3-hydroxy-6-methylpyridine,  $C_8H_{11}NO$ )<sup>1</sup>



Фармакологическое воздействие метилэтилпиридинола преимущественно сконцентрировано на процессах окисления свободных радикалов, протекающих в клеточных структурах – цитоплазме и мембранах. Препарат обладает выраженной способностью прямого взаимодействия с различными радикалами: гидрофильными (например, супероксид-анион-радикал), а также первичными и гидроксильными радикалами пептидной природы. Особенность действия метилэтилпиридинола заключается в подавлении реакции Фентона через механизм хелатирования и окисления ионов железа. Трансформируя двухвалентное железо в трехвалентную форму, препарат препятствует диспропорционированию пероксида водорода и образованию агрессивных гидроксильных и пероксильных радикалов. Спектр фармакологического влияния препарата включает подавление свободнорадикальных стадий синтеза простагландинов через механизмы циклооксигеназы и липоксигеназы, модуляцию соотношения простаглицина к тромбоксану A<sub>2</sub>, ингибирование синтеза лейкотриенов. Дополнительные эффекты метилэтилпиридинола охватывают гемореологические процессы: снижение вязкости крови, уменьшение свертываемости, подавление агрегации тромбоцитов и нейтрофилов, замедление полимеризации фибрина и стимуляцию фибринолиза. Важным компонентом фармакологического действия является торможение фосфодиэстераз циклических нуклеотидов, что приводит к повышению концентраций циклического аденозинмонофосфата (цАМФ) и циклического гуанозинмонофосфата (цГМФ), а также уменьшению проницаемости капиллярных мембран. Конечным результатом комплексного воздействия метилэтилпиридинола становится нейтрализация окислительных стимулов, подавление механизмов повреждения клеточных и тканевых структур, активация эндогенных антиоксидантных систем, стабилизация цитоплазматических и лизосомальных мембран, уменьшение энергетического дефицита, снижение выраженности ацидоза, профилактика воспалительных процессов, нормализация микроциркуляции в тканях глаза [2].

<sup>1</sup> Эмоксипин. Регистр лекарственных средств России. Режим доступа: <https://www.rlsnet.ru/active-substance/emoxypin-3368?ysclid=m7aquadn1z376584352>.

Метилэтилпиридинол применяется в виде различных лекарственных форм в терапии ряда состояний, прежде всего связанных с нарушением энергетического обмена, ишемией и воспалительными процессами в сердечно-сосудистой и центральной нервной системах, при которых его вводят внутривенно или внутримышечно<sup>2,3</sup>. В офтальмологии его вводят субконъюнктивально, пара- и ретробульбарно, посредством назального электрофореза, а также в виде инстилляций глазных капель. Важным является то, что парабульбарное введение Эмоксипина не показало значимых преимуществ по сравнению с инстилляционным введением. Как при капельном, так и при инъекционном способах введения максимальные концентрации препарата в структурах глаза достигаются в пределах до 1 ч, а максимальная экспозиция наблюдается в сетчатке. При многократном применении Эмоксипина происходит усиление выраженности и длительности его действия<sup>4</sup>.

## МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ МЕТИЛЭТИЛПИРИДИНОЛА

Метилэтилпиридинол обладает различными механизмами действия, обуславливающими его эффективность в клинической практике.

- Антиоксидантная активность. Препарат нейтрализует свободные радикалы, предотвращает липидную пероксидацию и защищает клеточные мембраны от окислительных повреждений, что способствует снижению уровня активных форм кислорода и уменьшению окислительного стресса<sup>5</sup> [2–5].
- Нейропротекторное действие. Метилэтилпиридинол снижает клеточный стресс и стабилизирует мембраны нейронов, что обеспечивает защиту нервных клеток при ишемии, травмах и других стрессовых состояниях<sup>6</sup> [5, 6].
- Модуляция рецепторов. Препарат влияет на системы нейромедиаторов (например, возможная модуляция ГАМК-рецепторов), что, вероятно, объясняет его анксиолитические и противострессовые эффекты [5, 7–9].
- Противогипоксическое действие. Улучшение микроциркуляции и оптимизация энергетического обмена в тканях, особенно в условиях гипоксии [2, 5].

<sup>2</sup> Инструкция по медицинскому применению препарата Эмоксипин. Пер. уд. №: ЛСР-008767/09-021109. Режим доступа: [https://grls.minzdrav.gov.ru/Grls\\_View\\_v2.aspx?routingGuid=972bf05e-fc73-49eb-aba6-96017250c168](https://grls.minzdrav.gov.ru/Grls_View_v2.aspx?routingGuid=972bf05e-fc73-49eb-aba6-96017250c168).

<sup>3</sup> Метилэтилпиридинол. Государственный реестр лекарственных средств. Пер. уд. №: ЛП-№(005938)-(P-FU). Режим доступа: [https://grls.minzdrav.gov.ru/Grls\\_View\\_v2.aspx?routingGuid=2834c63b-7fbc-45d6-9085-28d790a990c1](https://grls.minzdrav.gov.ru/Grls_View_v2.aspx?routingGuid=2834c63b-7fbc-45d6-9085-28d790a990c1).

<sup>4</sup> Ставицкая ТВ. Экспериментально-клиническое изучение фармакокинетических и фармакодинамических аспектов нейропротекторной терапии в офтальмологии: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. СПб.; 2005. 46 с. Режим доступа: <https://www.dissercat.com/content/eksperimentalno-klinicheskoe-izuchenie-farmakokineticheskikh-i-farmakodinamicheskikh-aspekto/read>.

<sup>5</sup> Инструкция по медицинскому применению препарата Эмоксипин. Пер. уд. №: ЛСР-008767/09-021109. Режим доступа: [https://grls.minzdrav.gov.ru/Grls\\_View\\_v2.aspx?routingGuid=972bf05e-fc73-49eb-aba6-96017250c168](https://grls.minzdrav.gov.ru/Grls_View_v2.aspx?routingGuid=972bf05e-fc73-49eb-aba6-96017250c168); Метилэтилпиридинол. Государственный реестр лекарственных средств. Пер. уд. №: ЛП-№(005938)-(P-FU). Режим доступа: [https://grls.minzdrav.gov.ru/Grls\\_View\\_v2.aspx?routingGuid=2834c63b-7fbc-45d6-9085-28d790a990c1](https://grls.minzdrav.gov.ru/Grls_View_v2.aspx?routingGuid=2834c63b-7fbc-45d6-9085-28d790a990c1); Ставицкая ТВ. Экспериментально-клиническое изучение фармакокинетических и фармакодинамических аспектов нейропротекторной терапии в офтальмологии: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. СПб.; 2005. 46 с. Режим доступа: <https://www.dissercat.com/content/eksperimentalno-klinicheskoe-izuchenie-farmakokineticheskikh-i-farmakodinamicheskikh-aspekto/read>.

<sup>6</sup> Ставицкая ТВ. Экспериментально-клиническое изучение фармакокинетических и фармакодинамических аспектов нейропротекторной терапии в офтальмологии: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. СПб.; 2005. 46 с. Режим доступа: <https://www.dissercat.com/content/eksperimentalno-klinicheskoe-izuchenie-farmakokineticheskikh-i-farmakodinamicheskikh-aspekto/read>.

## ФАРМАКОДИНАМИКА МЕТИЛЭТИЛПИРИДИНОЛА

Фармакодинамика метилэтилпиридинола характеризуется следующими эффектами:

- Антиоксидантное действие способствует снижению окислительного повреждения клеток и улучшению метаболических процессов в мозге и глазах.
- Нейропротекторные и противогипоксические эффекты уменьшают последствия ишемии и других повреждающих факторов.
- Препарат обладает оригинальным спектром нейротропного действия на нейрональном уровне, включая ангиолитические, противосудорожные, антистрессорные, церебропротекторные, противопаркинсонические, антиамнестические и противоалкогольные свойства [3].
- Дополнительные эффекты включают антиагрегантное и противовоспалительное действие, что способствует улучшению микроциркуляции и снижению воспалительных процессов в различных тканях.

### Основные свойства метилэтилпиридинола

Метилэтилпиридинол используется преимущественно как антиоксидантный и мембранопротекторный препарат благодаря следующим механизмам:

- Ингибирование окисления липидов биомембран [10, 11].
- Повышение активности антиоксидантных ферментов, таких как супероксиддисмутаза, что способствует контролю за образованием перекисей липидов и активных форм кислорода [10].
- Подавление свободных радикалов в процессе синтеза простагландинов, катализируемых циклооксигеназой и липоксигеназой [12].
- Увеличение соотношения простаглицлин/тромбоксан A2 и блокирование образования лейкотриенов [2, 13].
- Регуляция липидного обмена через увеличение содержания полярной фракции липидов (фосфатидилсерина и фосфатидилинозитола) и снижение соотношения холестерина/фосфолипиды<sup>7</sup> [4, 5].
- Снижение вязкости липидного слоя цитоплазматических мембран и увеличение их текучести за счет сдвига перехода структуры в низкотемпературную зону [5].
- Стабилизация мембранных структур клеток крови (эритроцитов и тромбоцитов) при гемолизе или механическом повреждении, сопровождающемся образованием свободных радикалов [2, 3].
- Снижение проницаемости сосудистой стенки, вязкости и свертываемости крови, а также способности тромбоцитов к агрегации. Усиление процесса фибринолиза и улучшение микроциркуляции [2, 12, 14].

## АНТИОКСИДАНТНЫЙ И АНТИГИПОКСИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

Метилэтилпиридинол (Эмоксипин) ингибирует свободнорадикальное окисление, активно взаимодействует с перекисными радикалами липидов, гидроксильными радикалами пептидов, стабилизирует клеточные мембраны,

ингибирует агрегацию тромбоцитов и нейтрофилов, полимеризацию фибрина, тормозит переход фибрин-мономера в фибрин-полимер, ингибирует фосфодиэстеразу циклических нуклеотидов, увеличивает содержание цАМФ и цГМФ. Как описано выше, помимо антиоксидантных свойств, он оказывает антигипоксический, нейропротекторный и кардиопротекторный эффекты, а также имеет такие фармакокинетические преимущества, как способность преодолевать гематоэнцефалический барьер благодаря относительно небольшому размеру молекулы и низкой молекулярной массе. Было замечено, что Эмоксипин проявляет хелатирующее свойство железа *in vitro*, что указывает на перспективу его использования в качестве терапевтической стратегии при лечении нейродегенеративных состояний, таких как болезнь Альцгеймера, а также гематологических заболеваний, таких как талассемия и гемохроматоз [4].

## ШИРОКИЙ СПЕКТР ПРИМЕНЕНИЯ МЕТИЛЭТИЛПИРИДИНОЛА В КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

Прежде чем рассмотреть влияние метилэтилпиридинола на орган зрения, следует кратко остановиться на исследованиях, направленных за изучение применения Эмоксипина при патологии нервной и сердечно-сосудистой систем, т. к. нарушения в работе этих систем могут оказывать значительное влияние на состояние глаз. Так, В.В. Столярова изучала влияние Эмоксипина на электрическую нестабильность миокарда и показатели гомеостаза у больных с острым нарушением мозгового кровообращения и выявила, что внутривенное применение Эмоксипина в дозе 50 мг в течение 2 нед. позволяет снизить частоту преходящей ишемии миокарда и способствует улучшению основных показателей гемостаза, предотвращая развитие гемокоагуляционных нарушений и способствуя улучшению микроциркуляции. Автор исследования связывает кардиопротекторное действие Эмоксипина с его антиоксидантными и мембранопротекторными свойствами, способностью ингибировать свободнорадикальное окисление липидов и позитивным влиянием на процессы гемостаза [15]. Метилэтилпиридинол способствует расширению коронарных сосудов и уменьшению ишемического повреждения миокарда. При инфаркте миокарда Эмоксипин ограничивает величину очага некроза, ускоряет репаративные процессы, способствует нормализации метаболизма миокарда, оказывая благоприятное влияние на клиническое течение заболевания, уменьшая частоту развития острой сердечной недостаточности. В остром периоде инфаркта миокарда улучшает сократительную способность сердца и функцию его проводящей системы. При повышенном артериальном давлении (АД) оказывает гипотензивный эффект<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> Инструкция по медицинскому применению препарата Эмоксипин. Рег. уд. №: ЛСП-008767/09-021109. Режим доступа: [https://grls.minzdrav.gov.ru/GrLs\\_View\\_v2.aspx?routingGuid=972bf05e-fc73-49eb-aba6-96017250c168](https://grls.minzdrav.gov.ru/GrLs_View_v2.aspx?routingGuid=972bf05e-fc73-49eb-aba6-96017250c168); Торопова ЯГ. Экспериментальное обоснование использования липосомальной формы эмоксипина (производного 3-оксилиридина) для коррекции ишемических и реперфузионных повреждений миокарда: автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб.; 2013. 21 с. Режим доступа: <https://iemspb.ru/wp-content/uploads/2016/05/2toropova.pdf?ysclid=m9cjjvwm4k387721513>.

<sup>7</sup> Там же.

В эксперименте на крысах было выявлено, что метилэтилпиридинол увеличивает коллатеральный коронарный кровоток без существенного влияния на АД [16]. Сообщается о том, что он обладает более выраженным дилатирующим эффектом по сравнению с другими изученными производными 3-гидроксипиридина [13]. В исследовании, проведенном Е.А. Коноревым и соавт., было показано, что Эмоксипин оказывает антиангинальное действие, запуская восстановительные процессы в зоне инфаркта миокарда [17].

Кроме того, было отмечено церебропротекторное действие Эмоксипина при моделировании динамического нарушения мозгового кровообращения в эксперименте [18]. Было выявлено, что метилэтилпиридинол уменьшает выраженность проявлений церебральной гемодисфункции, уменьшает тяжесть неврологической симптоматики и увеличивает резистентность ткани мозга к гипоксии и ишемии. Он способствует коррекции вегетативных дисфункций, облегчает восстановление интегративной деятельности мозга при нарушениях мозгового кровообращения<sup>9</sup>. Включение метилэтилпиридинола в комплексную терапию ишемического инсульта приводило к уменьшению вариабельности АД, особенно в ночные часы, что приводило к снижению риска рецидива инсульта за счет дестабилизации АД [19].

Метилэтилпиридинол способен влиять на нейротрансмиттерные системы, что приводит к нормализации передачи сигналов в центральной нервной системе. Считается, что он может косвенно модулировать активность гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК) – главного тормозного нейромедиатора, что способствует снижению уровня тревожности. Таким образом, обладая анксиолитическим эффектом, метилэтилпиридинол способен устранять страх, тревогу, напряжение, беспокойство, а также проявлять антидепрессивный и антистрессорный эффекты [7, 8]. Исследования показали, что метилэтилпиридинол снижает активность фермента моноаминоксидазы (МАО-А и МАО-Б), что приводит к повышению уровня нейротрансмиттеров, таких как серотонин и дофамин. Это может способствовать улучшению настроения, уменьшению симптомов депрессии и оказывать церебропротекторное действие [5, 20]. Антидепрессивное действие Эмоксипина широко изучалось на животных моделях. В эксперименте, проведенном И.А. Волчегорским и соавт., изучалось влияние препарата на ослабление неподвижности у мышей. Они подвергались принудительному плаванию в стеклянных цилиндрах, заполненных водой, и было замечено, что однократная доза производных 3-гидроксипиридина приводила к значительному уменьшению периодов иммобильности. Эмоксипин способствовал заметному увеличению активности мышей при введении малых доз, а результаты, полученные при использовании максимальных доз, исследователи трактуют как антидепрессивный эффект в изучаемой животной модели [7].

Эмоксипин показал многообещающий эффект в лечении ряда нейродегенеративных заболеваний (таких как

болезнь Альцгеймера, болезнь Паркинсона и рассеянный склероз), а предполагаемый механизм действия заключается в ингибировании прооксидантов в митохондриях [21, 22]. И, наконец, как отмечалось выше, Эмоксипин вызывает хелатирование железа *in vitro*, что может быть использовано в лечении нейродегенеративных заболеваний, а также гематологических расстройств, характеризующихся избыточным накоплением железа в организме [23].

Преимущества использования метилэтилпиридинола в лечении гипоксии были показаны в эксперименте, где его вводили гипоксически чувствительным крысам, при этом отмечалось увеличение времени выживания [16].

Комплексное применение Эмоксипина при проведении химиотерапии противобластомными препаратами способствует уменьшению массы опухоли, снижению митостатической активности в ее ткани и корректирует метаболические нарушения, вызванные цитостатиками [24]. Имеются данные о положительном опыте местного применения метилэтилпиридинола в стоматологии на этапе медикаментозного лечения хронического генерализованного пародонтита, когда при его применении наблюдалась позитивная динамика показателя общего психологического благополучия<sup>10</sup>.

Таким образом, метилэтилпиридинол демонстрирует многообещающие результаты в доклинических и клинических испытаниях, проведенных для оценки его эффективности в лечении различных заболеваний. Благодаря своим фармакологическим свойствам и оказываемым эффектам он нашел широкое применение не только в офтальмологии, но и неврологии, нейрохирургии, кардиологии, эндокринологии, гинекологии и хирургии.

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТИЛЭТИЛПИРИДИНОЛА В ОФТАЛЬМОЛОГИИ ПРИ ПАТОЛОГИИ ПЕРЕДНЕГО ОТРЕЗКА ГЛАЗА

В офтальмологии Эмоксипин широко применяется для лечения и профилактики заболеваний как переднего, так и заднего отрезка. При патологии переднего отрезка он используется с целью лечения и профилактики воспалений и ожогов роговицы, для защиты роговицы от воздействия интенсивного света, при травмах и заболеваниях роговицы, субконъюнктивальных кровоизлияниях, в послеоперационном периоде после офтальмохирургических вмешательств. Данные показания к применению обусловлены его способностью эффективно нейтрализовать свободные радикалы, блокировать маркеры воспаления, уменьшая окислительный стресс, повреждающий клеточные мембраны различных тканей глаза. Препарат помогает сохранить целостность клеточных структур, предотвращая повреждение вследствие перекисного окисления липидов и способствуя нормализации микроциркуляции. А противовоспалительный эффект помогает уменьшить риск развития осложнений при повреждениях или после хирургического вмешательства.

<sup>9</sup> Демченко Е.Ю. Клинико-метаболические эффекты метилэтилпиридинола сукцината в комплексной терапии начальных проявлений хронической ишемии мозга: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Томск; 2010. 21 с. Режим доступа: [https://rusneb.ru/catalog/000199\\_000009\\_004609846/?ysclid=m9cjs4kg18405371898](https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_004609846/?ysclid=m9cjs4kg18405371898).

<sup>10</sup> Корнилова НИ. Клинико-лабораторное обоснование эффективности применения производных 3-оксипиридина и янтарной кислоты на этапе медикаментозного лечения хронического генерализованного пародонтита: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Екатеринбург; 2011. 24 с. Режим доступа: [https://elib.usma.ru/bitstream/usma/812/1/USMU\\_Thesis\\_2011\\_017.pdf](https://elib.usma.ru/bitstream/usma/812/1/USMU_Thesis_2011_017.pdf).

В экспериментальном исследовании А.А. Сологуб и соавт. было показано, что метилэтилпиридинол подавлял неоваскуляризацию роговицы и снижал образование новых кровеносных сосудов. В сочетании с его антиоксидантными свойствами эта особенность препарата оказывает положительное влияние в период использования контактных линз, способствуя устранению гипоксических изменений в роговице, снижению выраженности симптомов сухого глаза и повышению комфорта при использовании контактной коррекции. Препарат способствует улучшению микроциркуляции и снижает выраженность воспалительных процессов, которые могут возникнуть вследствие раздражения или аллергических реакций при использовании контактных линз [25].

Согласно исследованию А.П. Курышевой и С.Р. Кидраевой, признаки гипоксии роговицы обнаруживаются при биомикроскопии независимо от типа контактных линз, а у 22% использующих контактные линзы пациентов наблюдаются симптомы сухости глаз. После применения метилэтилпиридинола в течение 15 дней у 236 участвовавших в исследовании пациентов (472 глаза) отмечалось уменьшение выраженности конъюнктивальной гиперемии. У 184 пациентов с значительным нарушением слезопродукции отмечалось восстановление показателей, у 52 пациентов (104 глаза) проба Ширмера составила 15–20 мм за 5 мин, время разрыва слезной пленки увеличилось до 20 сек, что практически приблизилось к нормальным значениям. При проведении биомикроскопии у этих пациентов было выявлено уменьшение отека конъюнктивы. У 207 пациентов (88%) исчезла гиперемия лимба и запустели сосуды роговицы перилимбальной области. Слезопродукция у всех пациентов приблизилась к нормальным величинам и составила свыше 20 мм за 5 мин, время разрыва слезной пленки удлинилось до 20–25 сек. На фоне использования метилэтилпиридинола отмечалось повышение субъективного комфорта при ношении контактных линз, практически отсутствовали жалобы на чувство сухости и ощущение инородного тела, отсутствовала зрительная утомляемость при длительной работе с компьютером. В связи с этим авторы считают целесообразным рекомендовать глазные капли метилэтилпиридинола для профилактики и лечения гипоксии роговицы пациентам, использующим контактную коррекцию зрения [26]. Кроме того, были проведены исследования по применению метилэтилпиридинола в схемах лечения синдрома сухого глаза. Так, согласно данным А.С. Разгулина и соавт., применение дерината, эмоксипина и солкосерила в дополнение к стандартной терапии послеоперационного роговично-конъюнктивального ксероза оказало статистически значимое положительное влияние на слезопродукцию по данным теста Ширмера [27].

В исследовании Л.Т. Архиповой и И.Г. Долговой изучалась эффективность местного применения метилэтилпиридинола и его сочетания с пиридоксином в виде лечебных пленок после проникающего ранения глаза. Полученный в ходе исследования положительный клинический и антиоксидантный эффект позволяет рекомендовать

местное и системное применение метилэтилпиридинола при перфоративных ранах [28].

Важным аспектом клинического применения метилэтилпиридинола является его использование в лечении ожоговой травмы глаза. О.И. Кваша и Н.Б. Чеснокова провели сравнительное исследование влияния оксида азота в газовом потоке и Эмоксипина, а также их совместного действия на клинические проявления и биохимические процессы в слезной жидкости при лечении ожоговой ишемии конъюнктивы. Авторами подчеркивается важная социальная значимость ожоговой травмы глаза, т. к. наблюдается постоянный рост ее частоты, а ожоговая болезнь глаза трудно поддается лечению и нередко приводит к инвалидности лиц молодого трудоспособного возраста. В ходе экспериментального исследования с участием 22 кроликов (44 глаза) было выявлено, что одновременное применение оксида азота в газовом потоке с экспозицией 15 сек и метилэтилпиридинола способствует более быстрому купированию воспаления, уменьшению отека, более быстрому восстановлению конъюнктивы в зоне ожога и краевой петливой сети, восстановлению прозрачности роговицы и меньшей васкуляризации [29]. У пациентов с ожогами глаз использование метилэтилпиридинола возможно как до достижения полной эпителизации, так и в длительном послеожоговом периоде, поскольку он способствует поддержанию регенерации и предотвращает рецидивы стойких эрозий роговицы [30].

В ходе экспериментального исследования Н.Б. Чесноковой и соавт. изучалось действие метилэтилпиридинола на репаративные процессы в глазу кролика на моделях эпителиального дефекта роговицы и ишемии конъюнктивы. Было выявлено, что оба препарата ускоряли заживление эпителиального дефекта роговицы: метилэтилпиридинол на стадии миграции эпителиоцитов в область дефекта, а его сукцинат – на стадии их пролиферации. Под действием обоих препаратов площадь ишемии конъюнктивы сокращалась быстрее [31].

При герпетических кератитах метилэтилпиридинол демонстрировал положительное влияние на некоторые показатели иммунной системы. У пациентов, получавших препарат в виде инстилляций (1 кап. 4 раза в день), парабульбарных (0,5 мл 1%-ного раствора) или внутримышечных (3 мл 1%-ного раствора) инъекций в составе комплексной терапии, отмечались нормализация уровней IgA и IgG, снижение уровня циркулирующих иммунных комплексов и увеличение фагоцитарной активности нейтрофилов [32].

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТИЛЭТИЛПИРИДИНОЛА ПРИ КАТАРАКТЕ

Известно, что основным фактором, вызывающим офтальмологические дегенеративные заболевания, в частности катаракту, является перекисное окисление липидов [10]. В ходе проспективного клинического исследования Н.П. Яновской и соавт. при применении низких доз (0,015%-ный раствор) метилэтилпиридинола в течение 20–30 дней наблюдалось замедление прогрессирования

ранних стадий катаракты различного генеза. Авторы отметили некоторое сужение зрачка, на основании чего предполагали, что вероятное антикатарактогенное влияние препарата может быть реализовано посредством различных патофизиологических путей, включая воздействие на ацетилхолиновые рецепторы, которые могут играть роль в патогенезе катаракты, а также посредством регуляции окислительного стресса и процессов апоптоза [11].

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТИЛЭТИЛПИРИДИНОЛА ПРИ ГЛАУКОМЕ

Глаукома представляет собой прогрессирующее нейродегенеративное заболевание с характерной гибелью ганглиозных клеток сетчатки (ГКС) и последующей дегенерацией аксонов зрительного нерва. По мере старения дистрофические изменения в дренажной зоне способствуют повышению внутриглазного давления (ВГД), что, в свою очередь, приводит к ишемии и гипоксии зрительного нерва. При хронической гипоксии нарушается функциональная регуляция кровоснабжения, а естественная антиоксидантная система ослабевает. В тканях глаза происходит накопление продуктов перекисного окисления липидов, что запускает цепь реакций, включающую глутамат-кальциевый каскад. Этот каскад приводит к повышению концентрации ионов кальция в ГКС, стимулируя синтез токсичных для нервных клеток веществ и в конечном итоге приводя к их гибели посредством апоптоза [33]. В связи с этим не угасает интерес к нейропротекторной терапии глаукомы, в схемах которой часто присутствует метилэтилпиридинол. Клинические рекомендации допускают возможность проведения патогенетической терапии с нейропротекторным эффектом в фармакотерапии глаукомы [34, 35].

Местное применение метилэтилпиридинола в течение 10 дней у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ) II–III стадии в рамках комплексного консервативного лечения способствует увеличению световой чувствительности и статистически значимому улучшению зрительных функций. При этом положительная динамика сохраняется в течение 3 мес. после завершения курса консервативного лечения [14].

При глаукоме метилэтилпиридинол оказывает антиоксидантное действие, а также вызывает уменьшение диаметра зрачка и ВГД, что, вероятно, связано с воздействием на холинорецептивные структуры мышц сфинктера зрачка или перекисное окисление липидов [11].

В рандомизированном проспективном клиническом исследовании И.А. Волчегорского и соавт. изучалась эффективность 2-недельного внутривенного курса Эмоксипина (150 мг в сутки). Результаты исследования показали, что включение курсового введения препарата в схему комплексной терапии ПОУГ приводило к уменьшению горизонтального размера слепого пятна на 14-е сут. лечения как по сравнению с исходными значениями, так и относительно конечных показателей контрольной группы. Данное проявление ретинопротекторного эффекта носило транзиторный характер и нивелировалось через 3 мес. после завершения курса терапии. Авторы связывают это

явление с потенцированием ГАМК-ергических механизмов вазодилатации, что иллюстрируется значимым снижением индекса резистентности центральной артерии сетчатки на заключительном этапе исследования [9].

Эмоксипин также проявляет антигипоксический эффект, что делает его полезным в лечении ишемических состояний и окислительного стресса. Он также напрямую влияет на метаболические процессы в митохондриях и может применяться для коррекции митохондриальной дисфункции [36], которая является одним из звеньев патогенеза глаукомной оптической нейропатии. Указывается, что при многократном использовании метилэтилпиридинола наблюдается увеличение как выраженности, так и продолжительности его нейропротекторного эффекта<sup>11</sup>.

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТИЛЭТИЛПИРИДИНОЛА В ЛЕЧЕНИИ ПАТОЛОГИИ ЗАДНЕГО ОТРЕЗКА ГЛАЗА

Известно, что окислительный стресс и нарушения микроциркуляции играют ключевую роль в развитии таких офтальмологических заболеваний, как дегенерация сетчатки и оптиконеуропатия различного генеза. Эмоксипин, как препарат, обладающий антиоксидантными и антигипоксическими свойствами, широко используется при лечении сосудистых и дистрофических заболеваний сетчатки и зрительного нерва. Сообщалось, что ретинопротекторные свойства метилэтилпиридинола обусловлены его способностью подавлять фермент фосфодиэстеразу, которая влияет на уровни аденозиндифосфата и аденозинтрифосфата за счет изменения количества циклических нуклеотидов [37].

Эмоксипин применяется при диабетической ретинопатии, хориоретинальной дистрофии, тромбозе центральной вены сетчатки и ее ветвей, посттравматических кровоизлияниях, осложненной миопии, для защиты сетчатки при воздействии света высокой интенсивности (лазерные и солнечные ожоги, после лазерокоагуляции)<sup>12</sup>. Метилэтилпиридинол защищает сетчатку от повреждающего действия света высокой интенсивности, способствует рассасыванию внутриглазных кровоизлияний, улучшает микроциркуляцию глаза [38, 39]. При непролиферативной, препролиферативной и пролиферативной диабетической ретинопатии местное применение 1% метилэтилпиридинола в течение 10 дней способствовало снижению суммарного дефицита светочувствительности сетчатки и ее флуктуации у 64, 61 и 57% пациентов соответственно [38].

В исследовании А.М. Разумовской и соавт. проводилась сравнительная оценка эффективности применения метилэтилпиридинола путем эндоназального электрофореза и парабульбарных инъекций при хориоретинальной дистрофии различного генеза курсом 10 ± 2 процедуры. По результатам статистического анализа в обеих

<sup>11</sup> Ставицкая Т.В. Экспериментально-клиническое изучение фармакокинетических и фармакодинамических аспектов нейропротекторной терапии в офтальмологии: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. СПб., 2005. 46 с. Режим доступа: <https://www.dissertcat.com/content/eksperimentalno-klinicheskoe-izuchenie-farmakokineticheskikh-i-farmakodinamicheskikh-aspekto/read>.

<sup>12</sup> Метилэтилпиридинол. Государственный реестр лекарственных средств. Пер. уд. №: ЛП-№(005938)-(PF-RU). Режим доступа: [https://grls.minzdrav.gov.ru/Grls\\_View\\_v2.aspx?routingGuid=2834c63b-7fbc-45d6-9085-28d790a990c1](https://grls.minzdrav.gov.ru/Grls_View_v2.aspx?routingGuid=2834c63b-7fbc-45d6-9085-28d790a990c1).

группах выявлялось повышение остроты зрения, расширение границ поля зрения, снижение зрительной утомляемости, улучшение показателей электрофизиологических исследований и бульбарной микроциркуляции. Таким образом, применение препарата показало значительный лечебный эффект, касающийся процесса восстановления зрительных функций при обоих путях введения, однако в ряде случаев (18%) эффект от введения препарата путем эндоназального электрофореза превосходил эффект, наблюдаемый при парабульбарных инъекциях [40]. Преимущество при использовании эндоназального электрофореза связано с тем, что под действием электрического тока лекарственные препараты проникают через слизистую оболочку носа, перемещаясь перинеурально и по лимфатическим путям, поступают в ткани и жидкости глазного яблока, что обеспечивает выраженное и продолжительное нейрофизиологическое действие за счет создания в структурах глазного яблока депо препарата [41, 42].

А.М. Разумовской и соавт. оценивался лечебный эффект Эмоксипина при введении его методом эндоназального электрофореза больным с частичной атрофией зрительного нерва (ЧАЗН). Исследуемые пациенты также были разделены на две группы: в основной группе препарат вводили путем эндоназального электрофореза, а в группе сравнения – методом парабульбарных инъекций. Результаты исследования выявили улучшение зрительных функций при введении метилэтилпиридинола методом эндоназального электрофореза: расширение границ поля зрения на белый, красный и зеленый цвета, снижение зрительной утомляемости, улучшение электрофизиологических показателей и бульбарной микроциркуляции. Статистически достоверный положительный лечебный эффект наблюдался у 79% пациентов, получавших лечение методом эндоназального электрофореза. При парабульбарном введении этого препарата в 81% случаев наблюдалось расширение границ поля зрения от 5 до 25° в различных меридианах, уменьшение количества относительных скотом в поле зрения. Кроме того, в обеих группах наблюдалось улучшение зрительной работоспособности. Анализ динамики показателей зрительного утомления у пациентов с ЧАЗН при лечении Эмоксипином показал, что при обоих методах введения данного лекарственного препарата происходит аналогичное улучшение офтальмоэргонических показателей. В ходе исследования было доказано, что лекарственный препарат при введении с помощью эндоназального электрофореза обладает не меньшей эффективностью, чем при введении путем парабульбарных инъекций, и схожим профилем безопасности и переносимости [42]. Кроме того, ретробульбарные инъекции препарата также могут назначаться при комплексном лечении пациентов с острым герпесвирус-ассоциированным оптическим невритом [43].

### ПРИМЕНЕНИЕ МЕТИЛЭТИЛПИРИДИНОЛА ПРИ ОСЛОЖНЕННОЙ МИОПИИ

Оксидативный стресс и хроническая гипоксия приводят к уменьшению нормальной васкуляризации сетчатки и истончению хориоидеи, что обуславливает

прогрессирование осевой близорукости и развитие ее осложнений [44]. Хронический оксидативный стресс рассматривается как серьезный фактор риска. Установлено, что степень нарушения кровоснабжения хориокапиллярного слоя связана с уменьшением амплитуды глазного пульса, увеличением аксиальной длины глазного яблока и прогрессированием миопии [45]. Метилэтилпиридинол проявляет антиоксидантное, антиагрегантное, ангиопротекторное и антигипоксическое действие, уменьшает проницаемость сосудистой стенки, улучшает циркуляцию внутриглазной жидкости. Препарат улучшает реологические показатели крови, стимулирует рассасывание мелких внутриглазных кровоизлияний, повышает устойчивость тканей глазного яблока в условиях гипоксии и ишемии. Результаты многочисленных клинических исследований оригинального препарата демонстрируют эффективность и безопасность применения Эмоксипина при лечении у взрослых хориоретинальной дистрофии, в том числе при осложненной миопии. При этом положительное влияние на симптомы заболевания реализуется за счет вышеуказанных лечебных эффектов препарата. В связи с этим метилэтилпиридинол рекомендован в качестве медикаментозного лечения при прогрессирующей и (или) осложненной миопии в сочетании с оптической коррекцией и функциональным лечением с целью профилактики хориоретинальных дистрофий. Его можно вводить в виде инстилляций курсами по 30 дней 2–3 раза в год [46, 47].

### ПРИМЕНЕНИЕ МЕТИЛЭТИЛПИРИДИНОЛА ПРИ КРОВОИЗЛИЯНИЯХ В СТРУКТУРЫ ГЛАЗА

В исследовании А.А. Сологуб и соавт. было показано, что даже низкие концентрации метилэтилпиридинола оказывают ингибирующее действие на ангиогенез [25]. Экспериментальные данные показали, что 3-гидрокси-пиридиновый компонент в составе метилэтилпиридинола приводит к заметному снижению MAO-ингибирующей активности, что позволяет рассматривать Эмоксипин как перспективную терапевтическую стратегию в лечении метаболических заболеваний, обусловленных эндотелиальной дисфункцией [48]. При использовании в терапевтических концентрациях он подавляет агрегацию тромбоцитов [12]. Эндотелиальные клетки играют важную роль в поддержании целостности сосудистой стенки и регуляции проницаемости сосудов, что обуславливает его положительный эффект при лечении и ведении гемофтальма. Благодаря способности метилэтилпиридинола оказывать влияние на сосудистую проницаемость, снижать вязкость и свертываемость крови, уменьшать агрегацию тромбоцитов, усиливать процесс фибринолиза, повышать содержание циклических нуклеотидов (цАМФ и цГМФ) он широко используется в лечении кровоизлияний в структуры глаза (субконъюнктивальные кровоизлияния, гифема, гемофтальм, интратетинальные геморрагии), которые являются проявлением широкого спектра заболеваний сетчатки и зрительного нерва. Р.А. Гундоровой и соавт. подчеркивалось, что при травматическом

гемофтальме в стекловидном теле существенно возрастают процессы перекисного окисления липидов, в результате чего накапливаются гидроперекиси и гидроперекисные радикалы, которые оказывают повреждающее действие на мембраны клеток оболочек глаза. Наряду с этим, при гемофтальме наблюдается метаболический ацидоз и гипоксия тканей глаза, что усугубляет повреждение клеточных структур глазного яблока. Авторами выполнялся курс ежедневных парабульбарных инъекций Эмоксипина по 0,7 мл в течение 9 дней и отмечалась положительная динамика в скорости рассасывания кровоизлияний по сравнению с контрольной группой без лечения [49].

В одном из исследований для изучения терапевтической эффективности Эмоксипина при внутриглазных кровоизлияниях различного генеза препарат назначался субконъюнктивально по 0,5 мл 1%-ного раствора ежедневно в течение 10–15 дней. Эмоксипин применялся у 29 пациентов (29 глаз) с внутриглазными кровоизлияниями, из них вследствие контузии глаза – у 19, гипертонической болезни – у 6, тромбоза центральной вены сетчатки – у 2, после внутриглазных операций – у 2 пациентов. В результате лечения у всех пациентов отмечалось частичное или почти полное рассасывание кровоизлияний, а также повышение световой чувствительности и остроты зрения в среднем в 4,2 раза [50]. При инстилляциях 1%-ного раствора метилэтилпиридинола 3 раза в день наблюдалось более быстрое рассасывание субконъюнктивальных кровоизлияний в среднем за 3 дня против 8 дней в группе пациентов, не получавших лечения [51].

### СРАВНЕНИЕ МЕТИЛЭТИЛПИРИДИНОЛА С ДРУГИМИ АНТИОКСИДАНТАМИ, ИСПОЛЗУЕМЫМИ В ОФТАЛЬМОЛОГИИ

Метилэтилпиридинол отличается от других антиоксидантных средств, применяемых в офтальмологии, рядом характеристик, которые определяют как его преимущества, так и особенности применения. В первую очередь по механизму действия Эмоксипин обладает выраженной способностью нейтрализовать свободные радикалы и предотвращать перекисное окисление липидов. Кроме того, препарат стабилизирует клеточные мембраны и демонстрирует, помимо антиоксидантного, антигипоксического, антиэкссудативного и противовоспалительного действие. Таким образом, в отличие от некоторых классических антиоксидантов (например, витамина С и Е), Эмоксипин оказывает комплексное влияние на клеточный метаболизм, одновременно улучшая энергетический обмен и снижая проявления окислительного стресса. Во-вторых, благодаря своей высокой липофильности и гидрофильности препарат может проникать через клеточные мембраны и эффективно достигать как цитоплазматических, так и митохондриальных структур, что увеличивает его биодоступность, что особенно важно при лечении заболеваний заднего сегмента глаза. Многие другие антиоксиданты, например, витамин С, зачастую

ограничены своими фармакокинетическими свойствами, что снижает их эффективность в антиоксидантной защите структур сетчатки [52]. Важным является наличие лекарственной формы метилэтилпиридинола в виде глазных капель, что обуславливает удобство и безопасность его применения.

Как следует из вышеизложенного, в России был проведен обширный комплекс исследований, изучающих различные фармакологические характеристики метилэтилпиридинола. Подобные научные работы по оценке его терапевтического потенциала, результативности и профиля безопасности осуществляются также и за пределами России. Получены патенты на изобретения, основанные на различных его свойствах, включая антиоксидантное, антигипоксическое, антиишемическое, антидепрессивное, противотревожное и церебропротекторное. В *таблице* приведен список зарегистрированных патентов на Эмоксипин при патологии органа зрения. Молекулярные механизмы его действия исследовались О.А. Громовой и соавт., проводивших хеморектомный анализ метилэтилпиридинола и изучавших возможные механизмы офтальмопротекции. Было установлено, что препарат оказывает выраженные противовоспалительный, антигипоксический, антиоксидантный, вазопротекторный и сосудорасширяющий эффекты. Исследования выявили инновационные молекулярные механизмы противовоспалительного действия Эмоксипина в офтальмологической практике, связанные с целенаправленным подавлением специфических белковых мишеней. Научный анализ показал многоуровневую стратегию фармакологического воздействия препарата. Первый механизм заключается в ингибировании фермента арахидонат-5-липоксигеназы, что препятствует трансформации полиненасыщенных жирных кислот в провоспалительные лейкотриены. Второй механизм предполагает блокирование лейкотриен-А4-гидролазы и рецепторов лейкотриена LTB<sub>4</sub>, что существенно подавляет биосинтез воспалительных медиаторов. Принципиальным направлением фармакологического действия является редукция активных форм кислорода, в частности подавление генерации супероксид-анионов. Через торможение продукции супероксид-анионов и лейкотриена LTB<sub>4</sub> реализуется локальный противовоспалительный эффект препарата. Дополнительными терапевтическими характеристиками метилэтилпиридинола установлены нейротрофический, нейропротекторный, вазодилаторный и гипотензивный эффекты. Эти свойства значительно усиливают противовоспалительный и антиоксидантный потенциал препарата, что представляет особую значимость при лечении ретинопатии. Исследователи подчеркивают, что антиоксидантные свойства Эмоксипина обусловлены как специфическими взаимодействиями с белковыми комплексами (например, активацией белков-антиоксидантов), так и прямым воздействием молекулы на активные формы кислорода [13]. Однако необходимы дальнейшие исследования по изучению эффективности его применения в клинической практике. Изучение

- **Таблица.** Зарегистрированные патенты на Эмоксипин при патологии органа зрения
- **Table.** Registered patents for Eموxypin in eye diseases

| № | Год подачи заявки | Номер патента | Название  | Терапевтическое применение   | Дозировка  | Изобретатели               |
|---|-------------------|---------------|---|--|--|----------------------------|
| 1 | 2019              | RU 2705040 C1 | Способ профилактики прогрессирования первичной открытоугольной глаукомы               | Улучшение гидродинамических показателей глаза, улучшение состояния полей зрения, снижение коэффициента Беккера | Эмоксипин 1%, в/м  | С.И. Макогон и др. [53]    |
| 2 | 2017              | RU 2677190 C1 | Способ лечения патологии суммарной слезопродукции у пациентов с ревматоидным артритом | Восстановление нормальной слезопродукции, профилактика синдрома «сухого глаза»                                 | Инстилляцией 1%-ного раствора Эмоксипина назначают 3 раза в день   | Е.Ю. Пономарева и др. [54] |
| 3 | 1990              | SU 1537247 A1 | Антигеморрагическое средство Эмоксипин для рассасывания внутриглазных кровоизлияний   | Ускорение рассасывания интравитреальных кровоизлияний  | Ежедневные парабюльбарные инъекции 0,7 мл Эмоксипина курсом 9 дней | Р.А. Гундорова и др. [49]  |

молекулы метилэтилпиридинола в дальнейшем поможет углубить наши знания о спектре фармакологического действия, фармакокинетических характеристиках и о возможностях его применения с использованием современных систем доставки, которые помогают преодолеть ограничения традиционной доставки лекарств. Широкий спектр действия метилэтилпиридинола полезен при проведении комбинированной терапии с другими лекарственными средствами, что позволяет достичь синергического эффекта и повышения терапевтического эффекта. Это, в свою очередь, может быть применено для лечения различных заболеваний, включая офтальмологическую патологию переднего и заднего отрезков глаза, а также глазные проявления системных заболеваний. Систематизация имеющихся данных и проведение сравнительного анализа с другими препаратами, используемыми для коррекции микроциркуляторных нарушений органа зрения, являются необходимыми шагами для укрепления позиций Эмоксипина в современной офтальмологической терапии.

Необходимо подчеркнуть, что побочные эффекты метилэтилпиридинола немногочисленны: при использовании в виде инстилляций могут наблюдаться жжение, зуд, кратковременная гиперемия конъюнктивы, местные аллергические реакции. При инъекционном введении редко возникают боль, жжение, зуд, гиперемия и уплотнение параорбитальных тканей, реакции со стороны кожи и подкожной клетчатки (сыпь, зуд, отек, шелушение)<sup>13</sup>.

<sup>13</sup> Метилэтилпиридинол. Государственный реестр лекарственных средств. Пер. уд. №: ЛП-№(005938)-(PF-RU). Режим доступа: [https://grls.minzdrav.gov.ru/Grls\\_View\\_v2.aspx?routingGuid=2834c63b-7fbc-45d6-9085-28d790a990c1](https://grls.minzdrav.gov.ru/Grls_View_v2.aspx?routingGuid=2834c63b-7fbc-45d6-9085-28d790a990c1).

Метилэтилпиридинол имеет разные формы выпуска, и наличие глазных капель делает его удобным в использовании и расширяет возможности его применения, в том числе вне стационара. Эмоксипин в форме глазных капель занимает уникальную позицию в офтальмофармакотерапии, поскольку на текущий момент на фармацевтическом рынке отсутствуют альтернативные препараты, обладающие столь широким спектром фармакологических свойств в удобной и безопасной лекарственной форме.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Метилэтилпиридинол (Эмоксипин) зарекомендовал себя как препарат с разнообразными (антиоксидантными, мембраностабилизирующими, нейротекторными) свойствами, что обусловило его применение не только в офтальмологии, но и в терапии заболеваний в других областях медицины. И возникает вопрос: если препарат, разработанный для использования в офтальмологии, нашел столь широкое применение в самых разных сферах медицинской науки, не являются ли его фармакологические свойства недооцененными офтальмологами? Это еще раз подчеркивает необходимость новых исследований с использованием современных методов диагностики для укрепления позиций препарата в терапии глазной патологии, улучшения исходов лечения офтальмологических заболеваний и повышения качества жизни пациентов.



Поступила / Received 28.02.2025  
Поступила после рецензирования / Revised 04.04.2025  
Принята в печать / Accepted 04.04.2025

## Список литературы / References

1. Мунц ИВ, Диреев АО, Гусаревич ОГ, Щербак ЛВ, Маздорова ЕВ, Малутина СК. Распространенность офтальмологических заболеваний в популяционной выборке старше 50 лет. *Вестник офтальмологии*. 2020;136(3):106–115. <https://doi.org/10.17116/oftalma2020136031106>.
2. Munz IV, Direev AO, Gusarevich OG, Shcherbakova LV, Mazdorova EV, Maluyutina SK. Prevalence of ophthalmic diseases in the population older than 50 years. *Vestnik Oftalmologii*. 2020;136(3):106–115. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/oftalma2020136031106>.
3. Приходько ВА, Оковитый СВ. Возможность и перспективы антиоксидантной терапии в лечении заболеваний глаз. *Медицинский совет*. 2022;16(23):263–273. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2022-16-23-263-273>.
4. Prikhodko VA, Okovityi SV. Possibilities and prospects for antioxidant therapy in ocular diseases. *Meditsinskiy Sovet*. 2022;16(23):263–273. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2022-16-23-263-273>.
5. Новиков ВЕ, Ковалева ЛА, Лосенкова СО, Климкина ЕИ. Фармакология антиоксидантов на основе 3-оксипиридина. *Вестник Смоленской государственной медицинской академии*. 2004;(3):69–77. Режим доступа: <https://sgma.info/ru/issues-archive/2000-2009/2004/2004-3.html>.
6. Novikov VE, Kovaleva LA, Losenkova SO, Klimkina EI. Pharmacology of antioxidants based on 3-hydroxypyridine. *Vestnik of Smolensk State Medical Academy*. 2004;(3):69–77. (In Russ.) Available at: <https://sgma.info/ru/issues-archive/2000-2009/2004/2004-3.html>.

4. Лисовская МВ, Квасюк ЕИ. Синтез эфиров эмоксипина. *Журнал Белорусского государственного университета. Экология*. 2018;(4):119–127. Режим доступа: <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/217620/1/119-127.pdf>. Lisovskaya MV, Kvasjuk EI. Synthesis of esters of emoxypine. *Journal of the Belarusian State University. Ecology*. 2018;(4):119–127. (In Russ.) Available at: <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/217620/1/119-127.pdf>.
5. Gupta DS, Bagwe Parab S, Kaur G. Promising effects of emoxypine and its succinate derivative in the management of various diseases-with insights on recent patent applications. *Curr Res Pharmacol Drug Discov*. 2022;3:100121. <https://doi.org/10.1016/j.crphar.2022.100121>.
6. Воронина ТА, Иванова ЕА. Комбинированное применение мексидола с известными лекарственными средствами. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2019;119(4):115–124. <https://doi.org/10.17116/jnevro201911904115>.  
Voronina TA, Ivanova EA. Combined administration of mexidol with known medicines. *Zhurnal Nevrologii i Psikiatrii imeni S.S. Korsakova*. 2019;119(4):115–124. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/jnevro201911904115>.
7. Волчегорский ИА, Мирошниченко ИЮ, Рассохина ЛМ, Файзуллин РМ. Исследование антидепрессивной активности производных 3-оксипиридина и янтарной кислоты в эксперименте на мышах. *Экспериментальная и клиническая фармакология*. 2013;76(7):6–10. Режим доступа: <http://www.ekf.folium.ru/index.php/ekf/article/view/88>.  
Volchegorskii IA, Miroshnichenko IY, Rassokhina LM, Faizullin RM. Experimental study of 3-oxypyridine and succinic acid derivatives antidepressant activity in mice. *Ekspierimentalnaya i Klinicheskaya Farmakologiya*. 2013;76(7):6–10. (In Russ.) Available at: <http://www.ekf.folium.ru/index.php/ekf/article/view/88>.
8. Волчегорский ИА, Мирошниченко ИЮ, Рассохина ЛМ, Файзуллин РМ, Малкин МП, Прякина КЕ, Калугина АВ. Сравнительный анализ анксиолитической активности производных 3-оксипиридина и янтарной кислоты. *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины*. 2014;158(12):719–724. Режим доступа: <http://iramn.ru/journals/bbm/2014/12/3797/>.  
Volchegorskii IA, Miroshnichenko IY, Rassokhina LM, Faizullin RM, Malkin MP, Pryakhina KE, Kalugina AV. Comparative analysis of the anxiolytic effects of 3-hydroxypyridine and succinic acid derivatives. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 2015;158(6):756–761. <https://doi.org/10.1007/s10517-015-2855-3>
9. Волчегорский ИА, Тур ЕВ, Соляникова ОВ, Рыкун ВС, Сумина МС, Дмитриенко ВН, Бердникова ЕВ. Эффективность примексидола в комплексном лечении первичной открытоугольной глаукомы. *Экспериментальная и клиническая фармакология*. 2012;75(7):20–26. Режим доступа: <http://www.ekf.folium.ru/index.php/ekf/article/view/184>.  
Volchegorskii IA, Tur EV, Solyannikova OV, Rykun VS, Sumina MS, Dmitrienko VN, Berdnikova EV. Effectiveness of 3-hydroxypyridine and succinic acid derivatives in complex treatment of primary open-angle glaucoma. *Ekspierimentalnaya i Klinicheskaya Farmakologiya*. 2012;75(7):20–26. (In Russ.) Available at: <http://www.ekf.folium.ru/index.php/ekf/article/view/184>.
10. Babizhayev MA, Bunin AY. Lipid peroxidation in open-angle glaucoma. *Acta Ophthalmol*. 1989;67(4):371–377. <https://doi.org/10.1111/j.1755-3768.1989.tb01617.x>
11. Яновская НП, Штолько ВН, Буракова ЕБ. Влияние малых доз эмоксипина и пиридоксина гидрохлорида на состояние больных катарактой и глаукомой. *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины*. 1993;115(5):479–481. Режим доступа: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8043826/>.  
Yanovskaya NP, Shtolko VN, Burlakova EB. Effect of low-dose emoxypine and pyridoxine hydrochloride on human cataract and glaucoma. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 1993;115(5):517–520. <https://doi.org/10.1007/BF00784176>.
12. Лозникова СЖ, Суходола АА, Шчарбина НЮ, Шчарбин ДГ. Влияние магния, ацетилсалициловой кислоты и эмоксипина на агрегацию тромбоцитов. *Биофизика*. 2014;59(6):1108–1112. Режим доступа: <https://elibrary.ru/tgwdfj>.  
Loznikova SG, Sukhodola AA, Shcharbina NYu, Shcharbin DG. The effects of magnesium, acetylsalicylic acid, and emoxypine on platelet aggregation. *Biophys*. 2014;59(6):900–903. <https://doi.org/10.1134/S0006350914060098>.
13. Громова ОА, Торшин ИЮ, Громов АН. Хемореактивный анализ метилэтилпиридинола и возможные механизмы офтальмопротекции. *Медицинский совет*. 2024;18(23):189–198. <https://doi.org/10.21518/ms2024-547>.  
Gromova OA, Torshin IYU, Gromov AN. Chemoreactive analysis of methyl-ethylpyridinol and possible mechanisms of ophthalmoprotection. *Meditsinskiy Sovet*. 2024;18(23):189–198. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/ms2024-547>.
14. Даутова ЗА, Митрофанова НВ. Применение препарата Эмоксипин в комплексном лечении глаукомы. *Практическая медицина*. 2016;(2-1):153–159. Режим доступа: <https://pmarchive.ru/primenenie-preparata-emoksipin-v-kompleksnom-lechenii-glaukomy/>.  
Dautova ZA, Mitrofanova NV. The use of the drug Emoxipin in the complex treatment of glaucoma. *Practical Medicine*. 2016;(2-1):153–159. (In Russ.) Available at: <https://pmarchive.ru/primenenie-preparata-emoksipin-v-kompleksnom-lechenii-glaukomy/>.
15. Столярова ВВ. Влияние Эмоксипина на электрическую нестабильность миокарда и показатели гомеостаза у больных с острым нарушением мозгового кровообращения. *Экспериментальная и клиническая фармакология*. 2002;65(3):13–15. Режим доступа: <http://www.ekf.folium.ru/index.php/ekf/article/view/1520>.  
Stolyarova VV. The effect of emoxypine on the electrical instability of myocardium and the parameters of homeostasis in patients with acute disturbance of cerebral circulations. *Ekspierimentalnaya i Klinicheskaya Farmakologiya*. 2002;65(3):13–15. (In Russ.) Available at: <http://www.ekf.folium.ru/index.php/ekf/article/view/1520>.
16. Гацура ВВ, Смирнов ЛД. Кардиопротекторные свойства некоторых синтетических антиоксидантов. *Химико-фармацевтический журнал*. 1992;26(11-12):10–15.  
Gatsura VV, Smirnov LD. Cardioprotective properties of some synthetic antioxidants. *Pharmaceut Chem J*. 1993;26(11-12):795–802. <https://doi.org/10.1007/BF00767648>.
17. Конорев ЕА, Полумисков ВЮ, Авилова ОА, Голикова АП. Эмоксипин при реперфузии ишемизированного миокарда у собак: влияние на размер инфаркта и креатинкиназную активность плазмы крови. *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины*. 1990;110(9):252–254. Режим доступа: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2268707/>.  
Konorev EA, Polumiskov VI, Avilova OA, Golikova AP. Emoxipin in reperfusion of ischemic myocardium in dogs: effects on infarct size and plasma creatine kinase activity. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 1990;110(9):252–254. (In Russ.) Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2268707/>.
18. Швеценко ОП, Праскурничий ЕА, Яхно НН, Парфенов ВА. Артериальная гипертензия и церебральный инсульт. М.: Реафарм; 2001.
19. Болдина НВ, Михин ВП, Черныatina МА. Эффективность некоторых кардиоцитопротекторов у больных артериальной гипертензией, осложнённой острым ишемическим инсультом. *Эффективная фармакотерапия. Кардиология и ангиология*. 2008;(2):18–23. Режим доступа: <https://umedp.ru/upload/iblock/c98/mexikor.pdf>.  
Boldina N.V., Mikhin V.P., Chernyatina M.A. Effectiveness of some cardiac cytoprotectors in patients with arterial hypertension complicated by acute ischemic stroke. *Effective Pharmacotherapy. Cardiology and Angiology*. 2008;(2):18–23. (In Russ.) Available at: <https://umedp.ru/upload/iblock/c98/mexikor.pdf>
20. Торшин ИЮ, Громова ОА, Сардарян ИС, Федотова ЛЭ. Сравнительный хемореактивный анализ мексидола. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2017;117(1-2):75–83. <https://doi.org/10.17116/jnevro20171171275-84>.  
Torshin IYU, Gromova OA, Sardaryan IS, Fedotova LE. Comparative chemoreactive analysis of mexidol. *Zhurnal Nevrologii i Psikiatrii im. S.S. Korsakova*. 2017;117(1-2):75–83. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/jnevro20171171275-84>.
21. Литвиненко ИВ, Красаков ИВ, Бисага ГН, Скулябин ДИ, Полтавский ИД. Современная концепция патогенеза нейродегенеративных заболеваний и стратегия терапии. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2017;117(6-2):3–10. <https://doi.org/10.17116/jnevro2017117623-10>.  
Litvinenko IV, Krasakov IV, Bisaga GN, Skulyabin DI, Poltavsky ID. Current concepts in the pathogenesis of neurodegenerative diseases and treatment strategies. Modern conception of the pathogenesis of neurodegenerative diseases and therapeutic strategy. *Zhurnal Nevrologii i Psikiatrii imeni S.S. Korsakova*. 2017;117(6-2):3–10. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/jnevro2017117623-10>.
22. Barnham KJ, Colin L, Masters BA. Neurodegenerative diseases and oxidative stress. *Nat Rev Drug Discov*. 2004;3(3):205–214. <https://doi.org/10.1038/nrd1330>.
23. Imam N, Zhang SM, Ma J, Wang H, Wang F. Antioxidants Mediate Both Iron Homeostasis and Oxidative Stress. *Nutrients*. 2017;9(7):671. <https://doi.org/10.3390/nu9070671>.
24. Зорькина АВ, Просвирова ОН. Влияние рубомицина, мексидола и эмоксипина на некоторые метаболические показатели и процесс спонтанного метастазирования в условиях экспериментальной неоплазии. *Экспериментальная и клиническая фармакология*. 2007;70(1):57–59. Режим доступа: <http://www.ekf.folium.ru/index.php/ekf/article/view/879>.  
Zorkina AV, Prosvirina ON. The effect of rubomycin, mexidol and emoxypine on some metabolic indexes and the process of spontaneous metastasis under conditions of experimental neoplasia. *Ekspierimentalnaya i Klinicheskaya Farmakologiya*. 2007;70(1):57–59. (In Russ.) Available at: <http://www.ekf.folium.ru/index.php/ekf/article/view/879>.
25. Сологуб АА, Акберова СИ, Зиангирова ПР. Эмоксипин как ингибитор ангиогенеза. *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины*. 1992;114(12):620–622. Режим доступа: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1284038/>.  
Sologub AA, Akberova SI, Ziangirova GG. Emoxipine as an inhibitor of angiogenesis. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 1992;114(12):620–622. (In Russ.) Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1284038/>.
26. Курьшева АП, Кидралеева СР. Лечение гипоксических изменений роговицы у пациентов с контактной коррекцией зрения. *Глаз*. 2014;(6):13–17. Режим доступа: [http://emoxypin.ru/sites/default/files/gipoksiya\\_rogovicy.pdf](http://emoxypin.ru/sites/default/files/gipoksiya_rogovicy.pdf).

- Kuryshva AP, Kidraleeva SR. Treatment of hypoxemic changes of cornea at patients with contact correction of sight. *Eye*. 2014;(6):13–17. (In Russ.) Available at: [http://emoxypin.ru/sites/default/files/gipoksiya\\_rogovicy.pdf](http://emoxypin.ru/sites/default/files/gipoksiya_rogovicy.pdf).
27. Разгулин АС, Жданович ИВ, Столярова ВВ, Лапшин РД, Лобач АР. Обоснование комплексной терапии синдрома «сухого глаза» по данным фармакоэкономического анализа и экспериментальной модели. *Уральский медицинский журнал*. 2016;(11):46–50. Режим доступа: <https://elibrary.ru/xfwopp>. Razgulin AS, Zhdanovich IV, Stolyarova VV, Lapshin RD, Lobach AR. substantiation of complex therapy "dry eye" syndrome according to pharmacoeconomic analysis and experimental model. *Ural Medical Journal*. 2016;(11):46–50. (In Russ.) Available at: <https://elibrary.ru/xfwopp>.
  28. Архипова ЛТ, Долгова ИГ. Прогностическая значимость местных и системных показателей перекисного окисления липидов и антиоксидантной системы при проникающих ранениях глаз и их динамика на фоне местного применения антиоксидантов. *Вестник офтальмологии*. 2001;117(5):37–40. Режим доступа: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11765467/>. Arkhipova LT, Dolgova IG. Prognostic significance of local and systemic indicators of lipid peroxidation and antioxidant system in perforating wounds of the eyes and their time course during local antioxidant treatment. *Vestnik Oftalmologii*. 2001;117(5):37–40. (In Russ.) Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11765467/>.
  29. Кваша ОИ, Чеснокова НБ. Оксид азота и эмоксипин при лечении ожоговой ишемии конъюнктивы (экспериментальные исследования). *Биорадикалы и антиоксиданты*. 2016;(3):204–205. Режим доступа: <https://elibrary.ru/zurhlt>. Kvasha OI, Chesnokova NB. Nitric oxide and emoxipin in the treatment of burn ischemia of conjunctiva (experimental studies). *Bioradikaly i Antioksidanty*. 2016;(3):204–205. (In Russ.) Available at: <https://elibrary.ru/zurhlt>.
  30. Нероев ВВ, Гундорова ПА, Макаров ПВ (ред.). *Ожоги глаз*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2013. 223 с.
  31. Чеснокова НБ, Безнос ОВ, Павленко ТА, Забозлаев АА, Павлова МВ. Действие производных оксипиридина мексидола и эмоксипина на репаративные процессы в глазу кролика на моделях эпителиального дефекта роговицы и ишемии конъюнктивы. *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины*. 2014;158(9):332–335. Режим доступа: <https://elibrary.ru/smnwbd>. Chesnokova NB, Beznos OV, Pavlenko TA, Zabozlaev AA, Pavlova MV. Effects of hydroxypyridine derivatives mexitol and emoxypin on the reparative processes in rabbit eye on the models of corneal epithelial defect and conjunctival ischemia. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 2014;158(9):332–335. (In Russ.) Available at: <https://elibrary.ru/smnwbd>.
  32. Аксенова ОА, Аксенова СВ, Куликова МП. Влияние эмоксипина на некоторые показатели системы иммунитета при герпетических кератитах. В: Тахчиди ХП (ред.). *Актуальные проблемы офтальмологии: материалы VI Всероссийской научной конференции молодых ученых. Москва, 21 июня 2011 г.* М.; 2011. Режим доступа: <https://eypress.ru/article.aspx?9186>.
  33. Курьшова НИ. *Глаукомная оптическая нейропатия*. М.: МЕДпресс-информ; 2006. 136 с.
  34. Антонов АА, Астахов СЮ, Борзунов ОИ, Борзунова НС, Брежнев АЮ, Бржеский ВВ и др. *Глаукома первичная открытоугольная: клинические рекомендации*. М.; 2024. 91 с. Режим доступа: [https://cr.minzdrav.gov.ru/view-cr/96\\_2](https://cr.minzdrav.gov.ru/view-cr/96_2).
  35. Антонов АА, Астахов СЮ, Брежнев АЮ, Бржеский ВВ, Газизова ИР, Голубев СЮ и др. *Глаукома первичная закрытоугольная: клинические рекомендации*. М.; 2024. 76 с. Режим доступа: [https://cr.minzdrav.gov.ru/view-cr/631\\_2](https://cr.minzdrav.gov.ru/view-cr/631_2).
  36. Синицкий АИ, Кочкина ОТ, Гробовой СИ. Влияние 2-этил-6-метил-3-гидроксипиридина на функциональное состояние митохондрий печени крыс *in vitro*. *Химико-фармацевтический журнал*. 2021;55(1):8–12. <https://doi.org/10.30906/0023-1134-2021-55-1-8-12>. Sinitskii AI, Kochkina OT, Grobovoi SI. Influence of 2-ethyl-6-methyl-3-hydroxypyridine on the functional state of rat liver mitochondria *in vitro*. *Pharmaceutical Chemistry Journal*. 2021;55(1):8–12. (In Russ.) <https://doi.org/10.30906/0023-1134-2021-55-1-8-12>.
  37. Воронина ТА. Мексидол: спектр фармакологических эффектов. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2012;112(12):86–90. Режим доступа: <https://www.mediasphera.ru/issues/zhurnal-nevrologii-i-psikhiatrii-im-s-s-korsakova/2012/12/031997-729820121215>. Voronina TA. Mexitol: the spectrum of pharmacological effects. *Zhurnal Nevrologii i Psikhiatrii imeni S.S. Korsakova*. 2012;112(12):86–90. (In Russ.) Available at: <https://www.mediasphera.ru/issues/zhurnal-nevrologii-i-psikhiatrii-im-s-s-korsakova/2012/12/031997-729820121215>.
  38. Крутенков ОА, Евграфов ВЮ. Влияние эмоксипина и препаратов тромболитического ряда на состояние зрительных функций у больных диабетической ретинопатией. В: *Материалы II Евро-Азиатской конференции по офтальмохирургии. Екатеринбург, 25–28 апреля 2001 г.* Екатеринбург; 2001. Ч. 2. С. 326–327.
  39. Петрачков ДВ. Новый комплексный способ лечения тромбоза центральной вены сетчатки и ее ветвей. *Бюллетень сибирской медицины*. 2008;7(1):99–101. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2008-1-99-101>. Petrachkov DV. The new complex method of treatment central retinal vein and branch of retinal vein occlusion. *Bulletin of Siberian Medicine*. 2008;7(1):99–101. (In Russ.) <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2008-1-99-101>.
  40. Разумовская АМ, Разумовский МИ, Коровянский ЮА. Сравнительная эффективность применения метилэтилпиридинола путем эндоназального электрофореза и парабулбарных инъекций при хориоретинальной дистрофии. *Офтальмология*. 2017;14(3):268–273. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2017-3-268-273>. Razumovskaya AM, Razumovskiy MI, Korovyanskiy YA. Comparative Efficiency of Use of Methylethylpyridinol by the Endonasal Electrophoresis and Parabolbar Injections at the Chorioretinal Dystrophy. *Oftalmologiya*. 2017;14(3):268–273. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2017-3-268-273>.
  41. Борисова НА, Рахимкулов АС, Хазиахметов РМ, Ризванова АС, Аверцев ГН. Эндоназальный электрофорез с церулоплазмином, церебролизатом и танаканом при цереброваскулярных заболеваниях. *Нижегородский медицинский журнал*. 2003;(2):111–114. Режим доступа: <https://elibrary.ru/xwognb>. Borisova NA, Rakhimkulov AS, Khaziakhmetov RM, Rizvanova AS, Avertsev GN. Endonasal electrophoresis with ceruloplasmin, cerebrolyzate and tanakan in cerebrovascular diseases. *Nizhegorodskii Meditsinskii Zhurnal*. 2003;(2):111–114. (In Russ.) Available at: <https://elibrary.ru/xwognb>.
  42. Разумовская АМ, Разумовский МИ, Коровянский ЮА, Разумовский ЕС. Оценка лечебного эффекта эндоназального электрофореза с метилэтилпиридинолом при частичной атрофии зрительного нерва. *Офтальмология*. 2018;15(2):219–224. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2018-2-219-224>. Razumovskaya AM, Razumovskiy MI, Korovyanskiy YuA, Razumovskiy ES. Estimation of Therapeutic Effect of Endonasal Electrophoresis with Methylethylpyridinol in Partial Optic Nerve Atrophy. *Oftalmologiya*. 2018;15(2):219–224. (In Russ.) <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2018-2-219-224>.
  43. Поваляева ДА, Егоров ВВ, Смолякова ГП, Данилова ЛП. Клинические аспекты применения этиотропной иммунотерапии в комплексном лечении больных с острым герпесвирус-ассоциированным оптическим невритом. *Офтальмология*. 2018;15(1):80–86. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2018-1-80-86>. Povaliaeva DA, Egorov VV, Smoliakova GP, Danilova LP. Clinical Aspects of Using of Etiotropic Immunotherapy in Complex Treatment of Patients with Acute Optic Neuritis Associated with Herpesvirus Infection. *Oftalmologiya*. 2018;15(1):80–86. (In Russ.) <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2018-1-80-86>.
  44. Francisco BM, Salvador M, Amparo N. Oxidative stress in myopia. *Oxid Med Cell Longev*. 2015;750637. <https://doi.org/10.1155/2015/750637>.
  45. Shih YF, Horng IH, Yang CH, Lin LL, Peng Y, Hung PT. Ocular pulse amplitude in myopia. *J Ocul Pharmacol*. 1991;7(1):83–87. <https://doi.org/10.1089/jop.1991.7.83>.
  46. Бржеский ВВ, Воронцова ТН, Догадова ЛП, Жукова ОВ, Иомдина ЕН, Маркова ЕЮ и др. *Миопия: клинические рекомендации*. М.; 2024. 87 с. Режим доступа: [https://cr.minzdrav.gov.ru/view-cr/109\\_2](https://cr.minzdrav.gov.ru/view-cr/109_2).
  47. Тарутта ЕП, Иомдина ЕН, Тарасова НА, Маркосян ГА, Максимова МВ. Комплексный подход к профилактике и лечению прогрессирующей миопии у школьников. *РМЖ. Клиническая офтальмология*. 2018;18(2):70–76. <https://doi.org/10.21689/2311-7729-2018-18-2-70-76>. Tarutta EP, Iomdina EN, Tarasova NA, Markosyan GA, Maksimova MV. Complex approach to the prevention and treatment of progressive myopia in school children. *RMJ Clinical Ophthalmology*. 2018;18(2):70–76. (In Russ.) <https://doi.org/10.21689/2311-7729-2018-18-2-70-76>.
  48. Волчегорский ИА, Синицкий АИ, Мирошниченко ИЮ, Рассохина ЛМ. Влияние производных 3-оксипиридина и янтарной кислоты на активность моноаминоксидаз *in vitro*. *Химико-фармацевтический журнал*. 2018;52(1):3–7. <https://doi.org/10.30906/0023-1134-2018-52-1-3-7>. Volchegorskii IA, Sinitskii AI, Miroshnichenko IYu, Rassokhina LM. The effect of 3-oxypyridine and succinic acid derivatives on *in vitro* activity of monoamine oxidase. *Pharmaceutical Chemistry Journal*. 2018;52(1):3–7. (In Russ.) <https://doi.org/10.30906/0023-1134-2018-52-1-3-7>.
  49. Гундорова ПА, Ромашенко АД, Цыпин АБ, Смирнов ЛД. *Антигеморрагическое средство «Эмоксипин» для рассасывания внутриглазных кровоизлияний*. Патент SU1537247A1, 23.01.1990. Режим доступа: [https://yandex.ru/patents/doc/SU1537247A1\\_19900123](https://yandex.ru/patents/doc/SU1537247A1_19900123).
  50. Мохаммед И, Черкасов ИС. Эффективность лечения больных с внутриглазными кровоизлияниями эмоксипином. *Офтальмологический журнал*. 1990;(1):29–30. Режим доступа: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2280919/>. Mokhammad I, Cherkasov IS. The efficacy of treating patients with intraocular hemorrhages with emoxypin. *Journal of Ophthalmology (Ukraine)*. 1990;(1):29–30. (In Russ.) Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2280919/>.
  51. Гуськова ТА, Либерман СС. Применение препарата Эмоксипин при заболеваниях глаза. *Фарматека*. 1999;(6):25–26. Режим доступа: <http://elib.fesmu.ru/Article.aspx?id=46238>.

- Guskova TA, Liberman SS. The use of the drug Emoksipin in diseases of the eye. *Farmateka*. 1999;(6):25–26. (In Russ.) Available at: <http://elib.fesmu.ru/Article.aspx?id=46238>.
52. Подколзин АА, Мегреладзе АГ, Донцов ВИ, Арутюнов СД, Мрикаева ОМ, Жукова ЕА. Система антиоксидантной защиты организма и старение. *Профилактика старения*. 2000;(3):3–6. Режим доступа: <https://medi.ru/info/8441/>. Podkolzin AA, Megreladze AG, Dontsov VI, Arutyunov SD, Mrikaeva OM, Zhukova EA. System of antioxidant defense of the organism and aging. *Prophylaxis of Aging*. 2000;(3):3–6. (In Russ.) Available at: <https://medi.ru/info/8441/>.
53. Макогон СИ, Макогон АС, Момот АП. *Способ профилактики прогрессирующей первичной открытоугольной глаукомы*. Патент RU 2705040 C1 11.01.2019. Режим доступа: [https://yandex.ru/patents/doc/RU2705040C1\\_20191101](https://yandex.ru/patents/doc/RU2705040C1_20191101).
54. Пономарева ЕЮ, Руднева ЛФ, Пономарева МН, Борщенко ЯА, Коновалова НА, Патрикеев ИМ, Савина ЕЕ. *Способ лечения патологии суммарной слезопродукции у пациентов с ревматоидным артритом*. Патент RU 2677190 C1, 15.01.2019. Режим доступа: [https://yandex.ru/patents/doc/RU2677190C1\\_20190115](https://yandex.ru/patents/doc/RU2677190C1_20190115).

---

#### **Вклад авторов:**

Авторы внесли равный вклад на всех этапах работы и написания статьи.

#### **Contribution of authors:**

All authors contributed equally to this work and writing of the article at all stages.

---

#### **Информация об авторах:**

**Корнеева Алина Владимировна**, к.м.н., ассистент кафедры глазных болезней, Медико-биологический университет инноваций и непрерывного образования Государственного научного центра Российской Федерации – Федерального медицинского биофизического центра имени А.И. Бурназяна; 123098, Россия, Москва, ул. Гамалеи, д. 15; врач-офтальмолог диагностического отделения, Центр офтальмологии Государственного научного центра Российской Федерации – Федерального медицинского биофизического центра имени А.И. Бурназяна; 123098, Россия, Москва, ул. Гамалеи, д. 15; [a.korneeva@gmail.com](mailto:a.korneeva@gmail.com)

**Курышева Наталия Ивановна**, д.м.н., профессор, заведующая кафедрой офтальмологии, Медико-биологический университет инноваций и непрерывного образования Государственного научного центра Российской Федерации – Федерального медицинского биофизического центра имени А.И. Бурназяна; 123098, Россия, Москва, ул. Гамалеи, д. 15; руководитель консультативно-диагностического отдела, Центр офтальмологии Государственного научного центра Российской Федерации – Федерального медицинского биофизического центра имени А.И. Бурназяна; 123098, Россия, Москва, ул. Гамалеи, д. 15; [e-natalia@list.ru](mailto:e-natalia@list.ru)

**Лоскутов Игорь Анатольевич**, д.м.н., главный внештатный специалист-офтальмолог Министерства здравоохранения Московской области, заведующий кафедрой офтальмологии и оптометрии, Московский областной научно-исследовательский клинический институт имени М.Ф. Владимирского; 129110, Россия, Москва, ул. Щепкина, д. 61/2; [loskoutigor@mail.ru](mailto:loskoutigor@mail.ru)

#### **Information about the authors:**

**Alina V. Korneeva**, Cand. Sci. (Med.), Assistant of the Department of Eye Diseases, Medical Biological University of Innovations and Continuing Education of the State Scientific Center of the Russian Federation – Federal Medical Biophysical Center named after A.I. Burnazyan; 15, Gamaleya St., Moscow, 123098, Russia; Ophthalmologist of the Diagnostic Department, Ophthalmological Center of the State Scientific Center of the Russian Federation – Federal Medical Biophysical Center named after A.I. Burnazyan; 15, Gamaleya St., Moscow, 123098, Russia; [a.korneeva@gmail.com](mailto:a.korneeva@gmail.com)

**Natalia I. Kuryшева**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Ophthalmology Department, Medical Biological University of Innovations and Continuing Education of the State Scientific Center of the Russian Federation – Federal Medical Biophysical Center named after A.I. Burnazyan; 15, Gamaleya St., Moscow, 123098, Russia; Head of the Consultative and Diagnostic Department, Ophthalmological Center of the State Scientific Center of the Russian Federation – Federal Medical Biophysical Center named after A.I. Burnazyan; 15, Gamaleya St., Moscow, 123098, Russia; [e-natalia@list.ru](mailto:e-natalia@list.ru)

**Igor A. Loskutov**, Dr. Sci. (Med.), Chief Freelance Ophthalmologist of the Ministry of Health of the Moscow Region, Head of the Department of Ophthalmology and Optometry, Moscow Regional Research Clinical Institute named after M.F. Vladimirovsky; 61/2, Schepkin St., Moscow, 129110, Russia; [loskoutigor@mail.ru](mailto:loskoutigor@mail.ru)