

DOI: 10.32364/2311-7729-2023-23-4-6

## Изменения хрусталика при осложненной миопии. Возможности лечения

М.Г. Рабаданова<sup>1,2</sup>, Ж.Г. Оганезова<sup>1</sup>, Е.В. Кремкова<sup>1</sup>, М.М. Яхьяева<sup>1</sup><sup>1</sup>РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва, Россия<sup>2</sup>ГБУЗ «ГКБ № 15 ДЗМ», Москва, Россия

### РЕЗЮМЕ

Катаракта является основной причиной снижения зрения у людей в возрасте 50 лет и старше. Помимо возрастной катаракты, существует проблема более раннего ее развития, обусловленного различными факторами риска, например осложненной миопией, при которой происходит изменение прозрачности хрусталика уже при слабой ее степени. В статье рассматриваются вопросы патогенеза катаракты с акцентом на оксидативный стресс, играющий важную роль и в прогрессировании миопии. Приводятся литературные и собственные данные о связи миопии и катаракты. Подчеркивается важность ранней диагностики катаракты у пациентов с миопией на стадии уплотнения швов хрусталика и его начальных радиальных и меридиональных помутнений, что возможно при максимальном медикаментозном мидриазе. Обсуждается возможность терапевтического комплексного лечения с использованием антикатарактальных капель с антиоксидантным эффектом как патогенетического подхода для замедления прогрессирования катаракты у больных, которым по разным причинам не показано хирургическое лечение. Приводятся рекомендации по модификации образа жизни для профилактики развития катаракты.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** осложненная миопия, миопическая катаракта, хрусталик, оксидативный стресс, антиоксиданты, факторы риска, медикаментозное лечение, пиреноксин.

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Рабаданова М.Г., Оганезова Ж.Г., Кремкова Е.В., Яхьяева М.М. Изменения хрусталика при осложненной миопии. Возможности лечения. Клиническая офтальмология. 2023;23(4):207–212. DOI: 10.32364/2311-7729-2023-23-4-6.

## Lens disorders in degenerative myopia. Treatment options

M.G. Rabadanova<sup>1,2</sup>, J.G. Oganезova<sup>1</sup>, E.V. Kremkova<sup>1</sup>, M.M. Yakh'yayeva<sup>1</sup><sup>1</sup>Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation<sup>2</sup>O.M. Filatov City Clinical Hospital No. 15, Moscow, Russian Federation

### ABSTRACT

Cataracts are the leading cause of vision loss in patients over 50 years. In addition to senile cataracts, its earlier development due to various risk factors (for example, degenerative myopia characterized by lens opacity even in low myopia) is also an issue. This article discusses the pathogenesis of cataracts with a focus on oxidative stress, which is also important for myopia progression. The published and authors' data on the association between myopia and cataracts are addressed. The importance of early diagnosis of cataract in patients with myopia at the stage of lens suture compaction and its early radial and meridional opacities (that is possible with maximum mydriasis) is emphasized. Potential complex therapy with anti-cataract drops characterized by antioxidant effect is discussed as a pathogenetic approach to delay cataract progression in patients who (for various reasons) are not suitable for surgery. Recommendations for modifying the lifestyle to prevent cataract development are provided.

**KEYWORDS:** degenerative myopia, myopic cataract, lens, oxidative stress, antioxidants, risk factors, drug treatment, pirenexine.

**FOR CITATION:** Rabadanova M.G., Oganезova J.G., Kremkova E.V., Yakh'yayeva M.M. Lens disorders in degenerative myopia. Treatment options. Russian Journal of Clinical Ophthalmology. 2023;23(4):207–212 (in Russ.). DOI: 10.32364/2311-7729-2023-23-4-6.

### ВВЕДЕНИЕ

Согласно данным Всемирной организации здравоохранения<sup>1</sup> в мире по меньшей мере 2,2 млрд человек имеют нарушения зрительных функций, а в 1 млрд случаев снижение зрения можно было предотвратить. Среди этого 1 млрд человек основным заболеванием, вызывающим ухудшение зрения, является катаракта (94 млн человек). Вследствие высокой распространенности и заболеваемости катаракта является не только медицинской, но и социальной проблемой [1].

В настоящее время это заболевание выявляется у пациентов не только средней (у лиц старше 50 лет) и старшей возрастной категории (пик заболеваемости приходится на 70–80 лет), но и у пациентов зрелого (40 лет) и молодого возраста (20 лет) [2].

### Этиология и классификация

Существует деление катаракты по времени возникновения на врожденную и приобретенную.

<sup>1</sup> Blindness and vision impairment. (Electronic resource.) URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment> (30.08.2023).

Наиболее часто встречаются приобретенные возрастные (инволюционные) катаракты. К приобретенным катарактам относятся также осложненные катаракты.

К факторам риска приобретенных осложненных катаракт можно отнести:

- ♦ заболевания органа зрения: осложненная миопия, глаукома, пигментная дегенерация сетчатки, воспаление сосудистой оболочки глаза (uveит, увеопатии), травмы глаза, предшествующая витрэктомия;

- ♦ общие заболевания: различные виды метаболических нарушений (врожденные и приобретенные болезни обмена веществ, включая сахарный диабет), сердечно-сосудистые (артериальная гипертония, дислипидемия), аутоиммунные, системные заболевания соединительной ткани, острые и хронические инфекционные и паразитарные заболевания, гипотиреоз, миотонические дистрофии, гипопаратиреоз, аллергический дерматит, ожирение и т. д.;

- ♦ алиментарные факторы: высокоуглеводная диета, длительное обезвоживание из-за недоедания, несбалансированное питание и др.;

- ♦ воздействие радиационных факторов, лучистой энергии (опасным для хрусталика является ультрафиолетовый свет с длиной волны 280–315 нм, В-диапазон), рентгеновского, инфракрасного, излучения микроволн от СВЧ и электромагнитного излучения, удара молнии и других видов проникающей радиации;

- ♦ общее отравление (нафталином, спорыньей, талием, динитрофенолом и др.), а также результат побочного действия при длительном приеме ряда лекарственных препаратов: кортикостероидов, антималярийных препаратов, амиодарона, аспирина, β-блокаторов и др.;

- ♦ травматические воздействия механических и химических факторов (проникающие ранения, контузии, ожоги, металлозы).

Так, хроническая гипокальциемия, вызванная гипопаратиреозом, приводит к двухсторонней катаракте. Ранняя диагностика первичного гипопаратиреоза, сахарного диабета и других эндокринных заболеваний может уберечь пациентов от многих осложнений, в том числе от раннего развития катаракты [3]. Более 70 лекарственных средств способствуют образованию катаракты [4]. Употребление алкоголя и наркотических веществ (в частности, дым каннабиса, как и табачный дым, содержит различные канцерогенные и токсичные соединения), табакокурение являются факторами риска развития катаракты и других заболеваний [5].

## ПАТОГЕНЕЗ

Помутнение хрусталика — это мультифакторное и полиэтиологическое заболевание, развивающееся в результате оксидативного стресса [6]. На развитие катаракты влияют генетические факторы, возрастные изменения, радиация, дефицит питательных веществ, метаболические нарушения, травма и определенные химические агенты [7].

В течение жизни человека хрусталик подвергается окислительному стрессу как эндогенными путями, включающими митохондриальное дыхание и окислительный взрыв макрофагов, так и экзогенными, включающими воздействие ультрафиолетовой части спектра, табачного дыма, металлов и лекарств.

В клинических исследованиях была показана связь между лазерными рефракционными операциями и ранней катарактой<sup>2</sup>.

Доказанными механизмами, вызывающими появление и прогрессирование катаракты, являются неферментативное гликирование, окислительный стресс, полиольный путь метаболизма глюкозы, избыток хиноидных субстанций и активация альдозоредуктазы.

При воздействии активных форм кислорода в клетках происходит обширное повреждение белков и перекисное окисление мембранных липидов, что вызывает внутриклеточную агрегацию и осаждение белков, приводящее к помутнению хрусталика [6].

## СИМПТОМАТИКА

Катаракта разнообразна в своих проявлениях. Известно, что незначительные возрастные помутнения хрусталика могут приводить к зрительным расстройствам даже при нормальной остроте зрения [1]. Начальные симптомы катаракты у всех примерно одинаковы. Основные жалобы — на изменение зрения:

- ♦ постепенное безболезненное снижение остроты зрения вдаль;

- ♦ временное улучшение остроты зрения вблизи;
- ♦ ощущение тумана перед глазами, нечеткость изображения, двоение и изменение цветоощущения, контрастности и яркости, в сумерках видно лучше, чем днем;

- ♦ появление ореолов, лучей светорассеяния от источников света, двоение светящихся предметов;

- ♦ частая смена очков.

## КАТАРАКТА ПРИ ОСЛОЖНЕННОЙ МИОПИИ

Одним из факторов риска развития приобретенных катаракт является осложненная миопия, ставшая серьезной проблемой здравоохранения во всем мире. Более 80% подростков в странах Восточной Азии и одна треть в Европе и США страдают близорукостью [8]. Ожидается, что со временем эта распространенность будет увеличиваться из-за особенностей современного образа жизни, а пандемия COVID-19 усугубила возникновение и прогрессирование близорукости [9–11]. Миопия является причиной инвалидности по зрению в 20–28% случаев, и, по прогнозам, при отсутствии принятия превентивных мер во всем мире к 2050 г. ожидаемое число пациентов с миопией составит 4,9 млрд [12, 13].

С возрастом у пациентов с близорукостью, особенно высокой степени, возникают различные сопутствующие заболевания глаз, такие как катаракта и макулопатия, которые могут привести к серьезным нарушениям зрения [14]. Хотя катаракта является обратимой причиной слепоты, ее лечение у пациентов с близорукостью может оказаться затруднительным [15–17].

Связь между близорукостью и возникновением или прогрессированием катаракты изучалась в 3 проспективных и 8 перекрестных исследованиях. В 9 из 11 исследований была выявлена сильная связь между миопией и задней субкапсулярной катарактой [18]. Метаанализ, проведенный А.Е.Г. Naagman et al. [18], выявил сильную связь между развитием ядерной катаракты и миопией любой степени (отноше-

<sup>2</sup> Катаракта старческая. (Электронный ресурс.) URL: [https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/284\\_1](https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/284_1) (дата обращения: 30.08.2023).

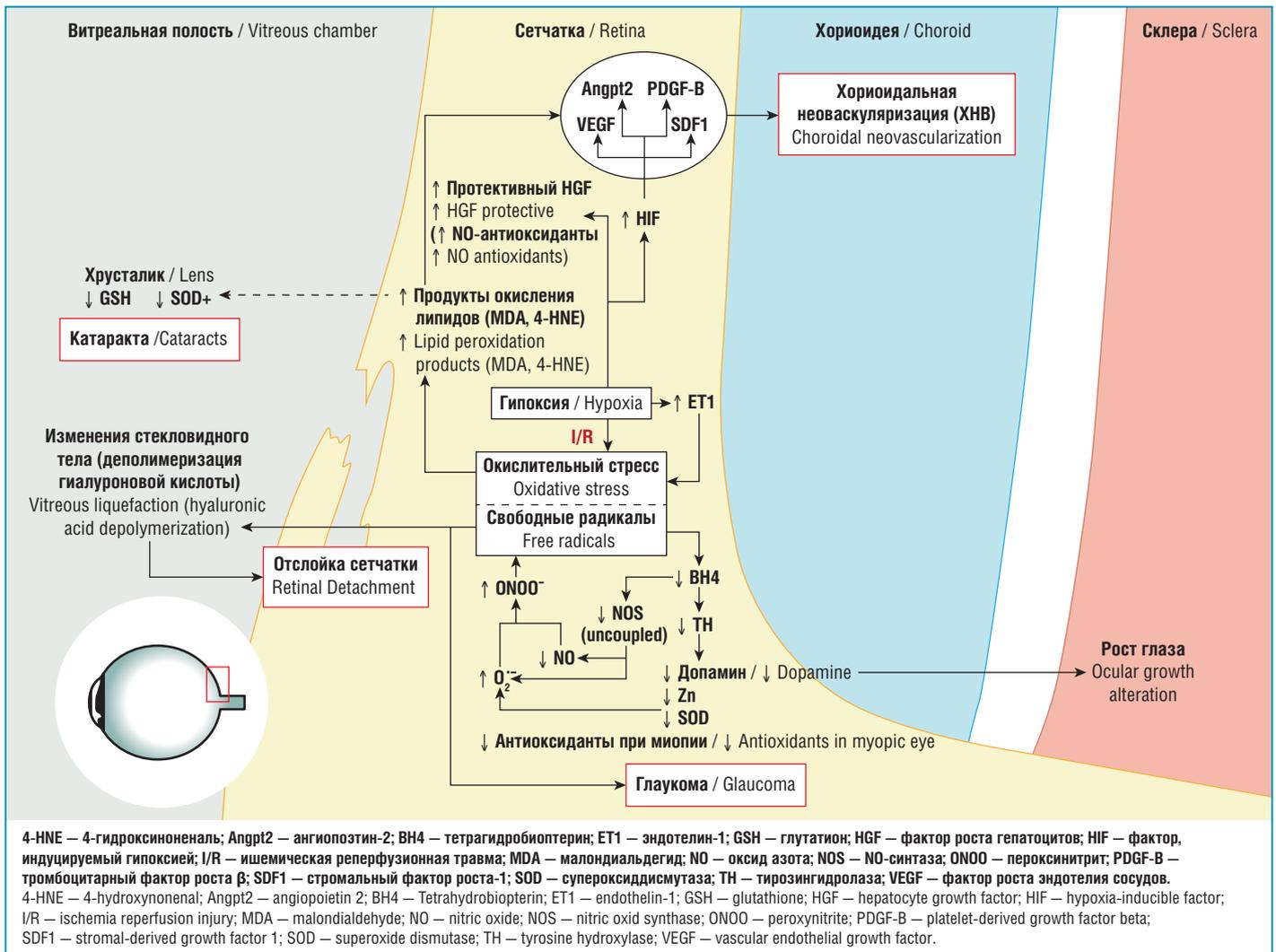


Рис. 1. Патогенез осложненной миопии: роль оксидативного стресса [20]

Fig. 1. Pathogenesis of degenerative myopia: the role of oxidative stress [20]

ние шансов (ОШ) 2,51, 95% доверительный интервал (ДИ) 1,53–4,13, гетерогенности нет); миопией низкой степени (ОШ 1,79, 95% ДИ 1,08–2,97, гетерогенности нет); миопией средней степени (ОШ 2,39, 95% ДИ 1,03–5,55, гетерогенности нет); миопией высокой степени (ОШ 2,86, 95% ДИ 1,43–5,73, гетерогенности нет). Что касается кортикальной катаракты, то данный метаанализ показал суммарное ОШ 1,15 (95% ДИ 0,94–1,40, отсутствие гетерогенности) для миопии любой степени; ОШ 0,99 (95% ДИ 0,85–1,15, гетерогенности нет) для миопии низкой степени; ОШ 1,06 (95% ДИ 0,83–1,35, гетерогенности нет) для миопии средней степени; ОШ 1,07 (95% ДИ 0,81–1,40, низкая гетерогенность) для миопии высокой степени.

Типичными проявлениями неблагоприятного течения миопии является развитие дистрофических изменений в хрусталике, стекловидном теле, в центральных и периферических отделах глазного дна с возникновением отслойки сетчатки, поражением зрительного нерва [19]. Осложненная катаракта при высокой близорукости формируется у пациентов на 10 лет раньше, чем сенильная.

Для объяснения взаимосвязи между близорукостью и катарактой наиболее доказаны 2 механизма. Во-первых, при миопии более высокий уровень оксидативного стресса, вызванный быстрым разжижением стекловидного тела

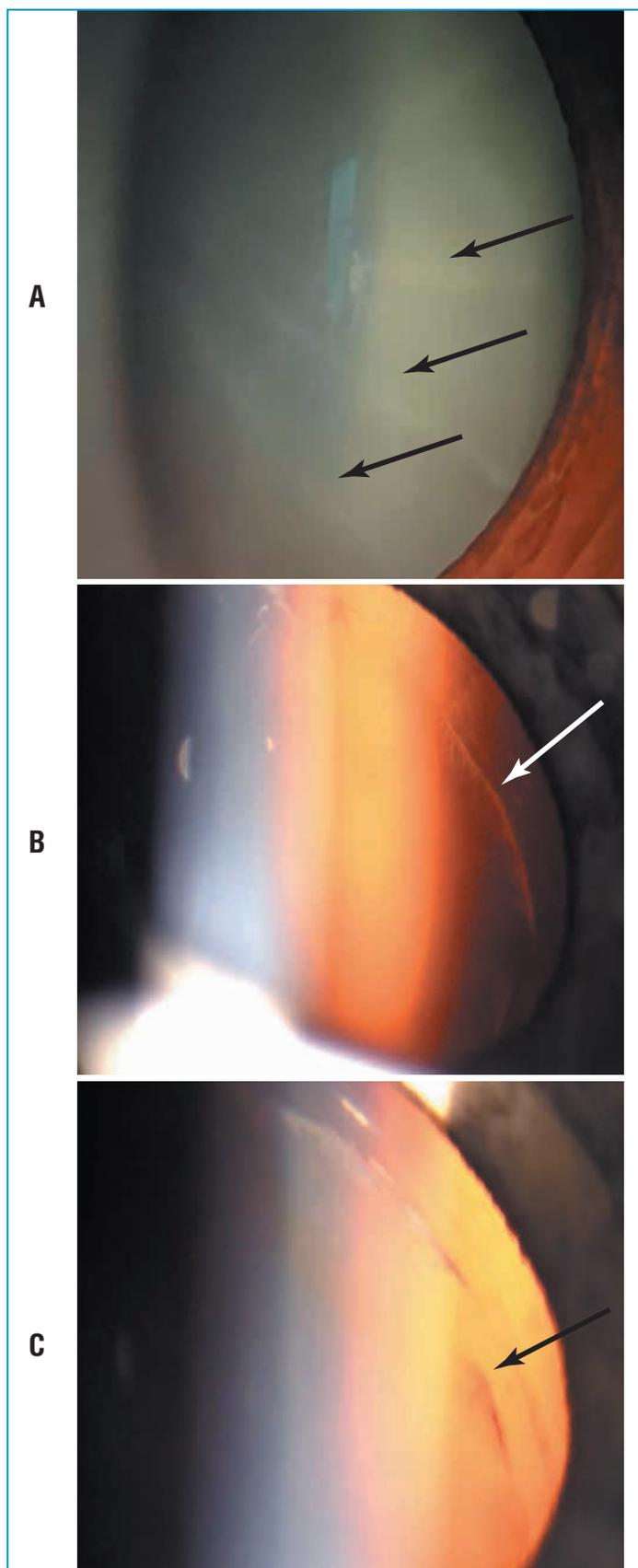
и снижением уровня глутатиона (антиоксидантного агента) в хрусталике близоруких глаз (рис. 1). Во-вторых, более высокий уровень побочных продуктов перекисного окисления липидов при близорукости может приводить к образованию катаракты [21].

Снижение прозрачности хрусталика при миопии проявляется в виде уплотнения его швов и развития факосклероза, затем процесс затрагивает субкапсулярные и кортикальные слои (рис. 2).

## СОБСТВЕННЫЙ ОПЫТ

Нами было проведено исследование по оценке изменения прозрачности хрусталика у 60 пациентов (120 глаз) в возрасте от 19 до 65 лет и с диагнозом «периферические витреохориоретинальные дистрофии» (ПВХРД) (опасные формы – разрыв сетчатки, решетчатая дистрофия, «след улитки») на фоне осложненной миопии, направленных для проведения лазерной коагуляции сетчатки.

Пациентов разделили на 3 группы по степени миопии: слабая (n=21), средняя (n=21), высокая (n=18). Офтальмологическое обследование включало визометрию с помощью электрического проектора, измерение внутриглазного давления, авторефрактометрию в условиях циклоплегии,



**Рис. 2.** Катаракты в миопических глазах (из личного архива М.Г. Рабадановой). Визуализируются кортикальные (радиальные — А; меридиональные — В, С) помутнения (указаны стрелками) при максимальном мидриазе

**Fig. 2.** Cataracts in myopic eyes (from the personal archive of M.G. Rabadanova). Cortical (radial — A; meridional — B, C) opacities (arrows) seen in maximum mydriasis

компьютерную периметрию, офтальмометрию с обязательной биомикроофтальмоскопией переднего и заднего отделов глаза в условиях максимального мидриаза и фоторегистрацию изменений в хрусталике.

При сборе анамнеза у пациентов обращали внимание на наличие осложненной миопии у родственников, другой офтальмопатологии, дисплазии соединительной ткани, хронических соматических заболеваний, вредных привычек, профессиональных вредностей, интенсивность зрительной нагрузки (в том числе наличие компьютерного зрительного синдрома), перенесенные травмы (общие и органа зрения). У всех пациентов с изменением прозрачности хрусталика наблюдался отягощенный анамнез, т. е. имелись сопутствующие хронические заболевания на фоне наследственной предрасположенности.

Нами было выявлено, что изменения структуры хрусталика сопровождают прогрессирование осложненной миопии и часто встречающимся изменением у пациентов со слабой степенью миопии является уплотнение швов хрусталика. Частота встречаемости начальной катаракты у пациентов с осложненной миопией увеличивалась в зависимости от степени миопии [19].

## Лечение

В случае прогрессирования помутнений в хрусталике с развитием незрелой катаракты однозначно показано хирургическое лечение — факоэмульсификация с имплантацией интраокулярной линзы.

В то же время на начальной стадии заболевания пациенту может быть предложено местное медикаментозное лечение катаракты. Особенно назначение такого лечения актуально для тех больных, у которых есть временные противопоказания к оперативному лечению из-за глазной или соматической патологии, и пациентов с повышенным риском послеоперационных осложнений (послеоперационные экссудативные реакции, отек роговицы, кистозный макулярный отек и др.), к которым относятся в том числе пациенты с миопией [21–23]. Фармакологическое лечение для таких пациентов доступно, удобно, безопасно и замедляет (а в ряде случаев и останавливает) прогрессирование помутнений хрусталика [6, 7].

В настоящее время продолжают вестись научные исследования потенциальных лекарственных веществ, способных замедлить катарактогенез, разрабатываются стратегии, направленные на предотвращение развития катаракты с использованием антиоксидантов, ингибиторов альдозоредуктазы и сульфгидрильных ингибиторов хиноидных соединений [6].

Медикаментозное лечение направлено на улучшение обменных процессов в хрусталике, коррекцию биохимических сдвигов, восполнение недостатка различных веществ, нормализацию метаболизма и окислительно-восстановительного баланса. Такая терапия предупреждает прогрессирование помутнений преимущественно в начальной стадии развития катаракты, возможно, на длительный период, но не вызывает обратного развития процесса. Что касается результатов воздействия на катарактогенез системного применения биологически активных добавок, то, согласно данным литературы, они неоднозначны, так же как и попытки лечения катаракты с помощью перорального приема аспирина, альдозоредуктазы и местной терапии N-ацетилкарнозином [24].

Действенным и хорошо переносимым средством, применяемым для профилактики прогрессирования катаракты и ее лечения, является препарат Каталин, действующим веществом которого служит пиреноксин. Препарат впервые был зарегистрирован в Японии в 1958 г. и используется в настоящее время более чем в 20 странах мира, имея обширную доказательную базу в виде результатов клинических исследований. Каталин представлен в Государственном реестре лекарственных средств РФ<sup>3</sup> как единственный антикатарактальный лекарственный препарат.

Действие пиреноксина патогенетически обосновано, большинство имеющихся данных свидетельствуют о его антиоксидантных свойствах, выражающихся в защите белков хрусталика от денатурации, что сохраняет прозрачность структуры хрусталика и замедляет развитие катаракты [7]. Пиреноксин также является хелатором  $Se^{2+}$  и  $Ca^{2+}$ , ингибитором окисления НАДФН и протектором тиоловой группы.

Согласно результатам отечественных и зарубежных исследований Каталин является эффективным препаратом для лечения возрастной катаракты, хорошо переносится пациентами всех возрастных групп и продемонстрировал положительный клинический эффект в профилактике и лечении диабетической катаракты [7, 25].

Так, у 30 пациентов основной группы через 3 мес. инстилляций Каталина было зафиксировано достоверное снижение денситометрических показателей оптической плотности хрусталика в передних и задних кортикальных слоях и задней капсуле. В то же время в контрольной группе показатели оптической плотности практически не изменились. Эффект сохранялся на протяжении 12 мес., не было выявлено каких-либо побочных эффектов [26].

В другом исследовании было доказано влияние глазных капель пиреноксина на эластичность хрусталика. В группе контроля через 6 мес. объективная амплитуда аккомодации снизилась на 0,16 дптр, что означало прогрессирование пресбиопии, а в группе пациентов в возрасте до 50 лет, получающих пиреноксин, амплитуда не изменилась, пресбиопия не прогрессировала. Авторы сделали вывод о том, что пиреноксин перспективен для изучения не только с целью профилактики прогрессирования начальных проявлений катаракты, но и как средство ранней терапии пресбиопии [27].

В отечественном исследовании, включившем 822 пациента, ожидающих хирургического лечения катаракты, при применении Каталина пациентами основной группы с начальной катарактой (65 человек) зафиксировано уменьшение образования новых помутнений в кортикальных слоях хрусталика и существенное замедление изменений рефракции. У пациентов с незрелой катарактой препарат не стабилизировал развитие катарактального процесса, но замедлял развитие рефракционных изменений, что существенно отражалось на качестве жизни пациентов, так как они продолжали пользоваться привычной очковой коррекцией [28].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Высокая распространенность катаракты и прогнозируемое увеличение числа пациентов молодого и среднего возраста с помутнением хрусталика, обусловленным различными факторами, являются важной медико-социальной

проблемой. Старение населения планеты в ряде случаев снижает доступность хирургического лечения и требует поиска новых и применения известных терапевтических методов замедления развития катаракты и профилактики ее возникновения. Важна не только ранняя диагностика катаракты, но и медикаментозная коррекция на начальных стадиях помутнений хрусталика, когда она наиболее эффективна. Особое внимание следует уделить пациентам с осложненной миопией, исследуя их хрусталик при максимальном медикаментозном мидриазе. Обнаружение начальных изменений в хрусталике у данной группы больных будет свидетельствовать о наличии процессов в глазу, связанных с оксидативным стрессом, который впоследствии может вызвать и другие, более серьезные, осложнения со стороны сетчатки. То есть ранняя диагностика катаракты у пациентов с миопией с последующим назначением патогенетически обоснованного лечения способствует уменьшению риска развития осложнений миопии и снижению показателей инвалидности по зрению, особенно у лиц молодого и среднего возраста. Использование местной и общей фармакотерапии, направленной на уменьшение прогрессирования осложненной миопии, с возможным включением антикатарактальных капель будет способствовать снижению скорости образования помутнений хрусталика, что особенно актуально для миопических больных, катарактальная хирургия у которых сопряжена с повышенными интра- и послеоперационными рисками.

Также для профилактики развития и прогрессирования катаракты важно рекомендовать пациентам вести здоровый образ жизни: исключить табакокурение, изменить рацион питания, ограничить употребление алкоголя, снизить воздействие ультрафиолетового излучения и профессиональных вредностей, использовать оптимальную очковую коррекцию, провести санацию очагов хронической инфекции, коррекцию сосудистых, метаболических и аутоиммунных нарушений, т. е. провести коррекцию модифицируемых факторов риска, что повышает физическую и социальную адаптацию. Данные рекомендации могут стать наиболее эффективными и наименее затратными направлениями для предотвращения возникновения возрастной катаракты. ▲

## Литература / References

1. Киселева Т.Н., Зайцев М.С. Инновационные технологии в мониторинге возрастной катаракты. Офтальмология. 2022;19(4):740-745. DOI: 10.18008/1816-5095-2022-4-740-745.
2. [Kiseleva T.N., Zaitsev M.S. Innovative Technologies in the Monitoring of the Age-Related Cataract. Ophthalmology in Russia. 2022;19(4):740-745 (in Russ.)]. DOI: 10.18008/1816-5095-2022-4-740-745.
3. GBD 2019 Blindness and Vision Impairment Collaborators; Vision Loss Expert Group of the Global Burden of Disease Study. Causes of blindness and vision impairment in 2020 and trends over 30 years, and prevalence of avoidable blindness in relation to VISION 2020: the Right to Sight: an analysis for the Global Burden of Disease Study. Lancet Glob Health. 2021;9(2):e144-e160. DOI: 10.1016/S2214-109X(20)30489-7.
4. Midha N.K., Garg M.K., Kumar D. et al. Rapidly Developing Cataract in Young Adult Patients: Always a Matter for Further Evaluation. Cureus. 2021;13(8):e17312. DOI: 10.7759/cureus.17312.
5. Fraunfelder F.F.T., Fraunfelder F.R.W. Drug-Induced Ocular Side Effects: Clinical Ocular Toxicology. Elsevier Health Sciences; 2020.
6. Lehrer S., Rheinstein P.H. Marijuana smoking and cataract. J Fr Ophthalmol. 2022;45(3):267-271. DOI: 10.1016/j.jfo.2021.12.008.
7. Ковалевская М.А., Владимирович Ю.В., Филина Л.А., Кокорев В.Л. Современные концепции и перспективы воздействия на катарактогенез. Клиническая офтальмология. 2021;21(1):24-28. DOI: 10.32364/2311-7729-2021-21-1-24-28.5.
8. [Kovalevskaya M.A., Vladimirova Yu.V., Filina L.A., Kokorov V.L. Current conceptions and promising tools to prevent cataractogenesis. Russian Journal of

<sup>3</sup> Каталин, инструкция по медицинскому применению. (Электронный ресурс.) URL: <https://grls.rosminzdrav.ru/GRLS.aspx?RegNumber=&MnnR=&If=&TradeNmR=Каталин&OwnerName=&MnfOrg=&MnfOrgCountry=&isfs=0&regtype=1%2c2%2c3%2c4%2c5%2c6%2c7%2c8&pageSize=10&order=Registered&orderType=desc&pageNum=1> (дата обращения: 30.08.2023).

- Clinical Ophthalmology. 2021;21(1):24–28 (in Russ.]. DOI: 10.32364/2311-7729-2021-21-1-24-28.
7. Upaphong P., Thonusin C., Choovuthayakorn J. et al. The Possible Positive Mechanisms of Pirenixine in Cataract Formation. *Int J Mol Sci.* 2022;23(16):9431. DOI: 10.3390/ijms23169431.
  8. Holden B.A., Fricke T.R., Wilson D.A. et al. Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology.* 2016;123(5):1036–1042. DOI: 10.1016/j.ophtha.2016.01.006.
  9. Wang W., Xiang Y., Zhu L. et al. Myopia progression and associated factors of refractive status in children and adolescents in Tibet and Chongqing during the COVID-19 pandemic. *Front Public Health.* 2022;10:993728. DOI: 10.3389/fpubh.2022.993728.
  10. Yang Z., Wang X., Zhang S. et al. Pediatric Myopia Progression During the COVID-19 Pandemic Home Quarantine and the Risk Factors: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Public Health.* 2022;10:835449. DOI: 10.3389/fpubh.2022.835449.
  11. Zhou W., Li Q., Chen H. et al. Trends of myopia development among primary and junior school students in the post-COVID-19 epidemic period. *Front Public Health.* 2022;10:970751. DOI: 10.3389/fpubh.2022.970751.
  12. Németh J., Tapasztó B., Aclimandos W.A. et al. Update and guidance on management of myopia. *European Society of Ophthalmology in cooperation with International Myopia Institute.* *Eur J Ophthalmol.* 2021;31(3):853–883. DOI: 10.1177/1120672121998960.
  13. Landreanu J.R., Hesemann N.P., Cardonell M.A. Review on the Myopia Pandemic: Epidemiology, Risk Factors, and Prevention. *Mo Med.* 2021;118(2):156–163.
  14. Bullimore M.A., Ritchey E.R., Shah S. et al. The Risks and Benefits of Myopia Control. *Ophthalmology.* 2021;128(11):1561–1579. DOI: 10.1016/j.ophtha.2021.04.032.
  15. Zhu X., Du Y., Li D. et al. Aberrant TGF- $\beta$ 1 signaling activation by MAF underlies pathological lens growth in high myopia. *Nat Commun.* 2021;12(1):2102. DOI: 10.1038/s41467-021-22041-2.
  16. Zhu X., Li D., Du Y. et al. DNA hypermethylation-mediated downregulation of antioxidant genes contributes to the early onset of cataracts in highly myopic eyes. *Redox Biol.* 2018;19:179–189. DOI: 10.1016/j.redox.2018.08.012.
  17. Zhu X.J., Zhou P., Zhang K.K. et al. Epigenetic regulation of  $\alpha$ A-crystallin in high myopia-induced dark nuclear cataract. *PLoS One.* 2013;8(12):e81900. DOI: 10.1371/journal.pone.0081900.
  18. Haarman A.E.G., Enthoven C.A., Tideman J.W.L. et al. The Complications of Myopia: A Review and Meta-Analysis. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2020;61(4):49. DOI: 10.1167/iov.61.4.49.
  19. Яхьяева М.М., Корсакова Е.И., Светличная С.В. Оценка состояния хрусталика у пациентов с осложненной миопией. В кн.: сб. тезисов XVIII Международной (XXVII Всероссийской) Пироговской научной медицинской конференции студентов и молодых ученых (Москва, 16 марта 2023 г.). М.: РНИМУ им. Н.И. Пирогова, 2023:32. [Yakh'yayeva M.M., Korsakova Ye.I., Svetlichnaya S.V. Assess the condition of the lens in patients with complicated myopia. In the collection of abstracts / XVIII International (XXVII All-Russian) Pirogov Scientific Medical Conference of Students and Young Scientists (Moscow, March 16, 2023). М.: RNIMU im. N.I. Pirogova, 2023:32 (in Russ.).]
  20. Francisco B.M., Salvador M., Amparo N. Oxidative stress in myopia. *Oxid Med Cell Longev.* 2015;2015:750637. DOI: 10.1155/2015/750637.
  21. Kanthan G.L., Mitchell P., Rochtchina E. et al. Myopia and the long-term incidence of cataract and cataract surgery: the Blue Mountains Eye Study. *Clin Exp Ophthalmol.* 2014;42(4):347–353. DOI: 10.1111/ceo.12206.
  22. Du Y., Meng J., He W. et al. Challenges of refractive cataract surgery in the era of myopia epidemic: a mini-review. *Front Med (Lausanne).* 2023;10:1128818. DOI: 10.3389/fmed.2023.1128818.
  23. Hoang Q.V., Chan X., Zhu X. et al. Editorial: Advances in Management and Treatment of High Myopia and Its Complications. *Front Med (Lausanne).* 2022;9:846540. DOI: 10.3389/fmed.2022.846540.
  24. Shiels A., Hejtmancik J.F. Biology of Inherited Cataracts and Opportunities for Treatment. *Annu Rev Vis Sci.* 2019;5:123–149. DOI: 10.1146/annurev-vision-091517-034346.
  25. Петров С.Ю., Козлова И.В., Полева Р.П. Катаракта: современный взгляд на консервативные подходы к лечению. *Клиническая офтальмология.* 2019;19(4):206–210. DOI: 10.32364/2311-7729-2019-19-4-206-210. [Petrov S.Yu., Kozlova I.V., Poleva R.P. Conservative treatment for cataract: state-of-the-art. *Russian Journal of Clinical Ophthalmology.* 2019;19(4):206–210 (in Russ.).] DOI: 10.32364/2311-7729-2019-19-4-206-210.
  26. Полуниин Г.С., Макаров И.А., Бубнова И.А. Изучение терапевтической эффективности Каталина при возрастной катаракте (срок наблюдения 1 год). *Клиническая офтальмология.* 2012;12(3):110–114. [Polunin G.S., Makarov I.A., Bubnov I.A. Study of therapeutic efficiency of Catalin in patients with a senile cataract (1-year observation). *Russian Journal of Clinical Ophthalmology.* 2012;12(3):110–114 (in Russ.).]
  27. Tsuneyoshi Y., Higuchi A., Negishi K., Tsubota K. Suppression of presbyopia progression with pirenixine eye drops: experiments on rats and non-blinded, randomized clinical trial of efficacy. *Sci Rep.* 2017;7(1):6819. DOI: 10.1038/s41598-017-07208-6.
  28. Ильинская И.А., Копаев С.Ю. Возможности сохранения зрительных функций у пациентов, ожидающих плановое хирургическое лечение катаракты. *Клиническая офтальмология.* 2020;20(3):117–121. DOI: 10.32364/2311-7729-2020-20-3-117-121. [Il'inskaya I.A., Kopayev S.Yu. Maintenance of visual functions in patients with a scheduled cataract surgery. *Russian Journal of Clinical Ophthalmology.* 2020;20(3):117–121 (in Russ.).] DOI: 10.32364/2311-7729-2020-20-3-117-121.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:**

**Рабданова Мадина Гусейновна** — к.м.н., доцент кафедры офтальмологии им. акад. А.П. Нестерова лечебного факультета РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России; 117997, Россия, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1; врач-офтальмолог лазерного отделения ГБУЗ «ГКБ № 15 ДЗМ»; 111539, Россия, г. Москва, ул. Вешняковская, д. 23; ORCID iD 0000-0003-2847-3670.

**Оганезова Жанна Григорьевна** — к.м.н., доцент кафедры офтальмологии им. акад. А.П. Нестерова лечебного факультета РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России; 117997, Россия, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1; ORCID iD 0000-0002-4437-9070.

**Кремкова Елена Витальевна** — д.м.н., профессор, профессор кафедры офтальмологии им. акад. А.П. Нестерова лечебного факультета РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России; 117997, Россия, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1.

**Яхьяева Марьяна Магомедсаидовна** — студентка 5-го курса педиатрического факультета РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России; 117997, Россия, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1.

**Контактная информация:** Оганезова Жанна Григорьевна, e-mail: jannaogan@gmail.com.

**Прозрачность финансовой деятельности:** никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

**Конфликт интересов отсутствует.**

**Статья поступила 31.08.2023.**

**Поступила после рецензирования 21.09.2023.**

**Принята в печать 12.10.2023.**

**ABOUT THE AUTHORS:**

**Madina G. Rabadanova** — C. Sc. (Med.), associate professor of the Academician A.P. Nesterov Department of Ophthalmology, Pirogov Russian National Research Medical University; 1, Ostrovityanov str., Moscow, 117437, Russian Federation; ophthalmologist in the Laser Department, O.M. Filatov City Clinical Hospital No. 15; 23, Veshnyakovskaya str., Moscow, 111539, Russian Federation; ORCID iD 0000-0003-2847-3670.

**Janna G. Oganezova** — C. Sc. (Med.), associate professor of the Academician A.P. Nesterov Department of Ophthalmology, Pirogov Russian National Research Medical University; 1, Ostrovityanov str., Moscow, 117437, Russian Federation; ORCID iD 0000-0002-4437-9070.

**Elena V. Kremkova** — Dr. Sc. (Med.), Professor, professor of the Academician A.P. Nesterov Department of Ophthalmology, Pirogov Russian National Research Medical University; 1, Ostrovityanov str., Moscow, 117437, Russian Federation.

**Mar'yana M. Yakh'yayeva** — student of the 5<sup>th</sup> course of the Pediatric Faculty, Pirogov Russian National Research Medical University; 1, Ostrovityanov str., Moscow, 117437, Russian Federation.

**Contact information:** Janna G. Oganezova, e-mail: jannaogan@gmail.com.

**Financial Disclosure:** no authors have a financial or property interest in any material or method mentioned.

**There is no conflict of interest.**

**Received 31.08.2023.**

**Revised 21.09.2023.**

**Accepted 12.10.2023.**