

Причины прогрессирования катаракты у пациентов с глаукомой (сообщение 1)

Ивачёв Е.А., к.м.н., доцент¹, заведующий офтальмологическим отделением².

<https://orcid.org/0000-0001-5662-4195>

¹ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», 440026, Российская Федерация, Пенза, ул. Красная 40;

²ЧУЗ «Клиническая больница «РЖД-Медицина», 440600, Российская Федерация, Пенза, ул. Урицкого 118.

Финансирование: авторы не получали финансирование при проведении исследования и написании статьи.

Конфликт интересов: отсутствует.

Для цитирования: Ивачев Е.А. Причины прогрессирования катаракты у пациентов с глаукомой (сообщение 1). Национальный журнал глаукома. 2024; 23(1):88-95.

Резюме

Частота встречаемости сочетания катаракты и глаукомы составляет от 14,6% до 76%, а при наличии псевдоэксфолиативного синдрома — до 85%. Анализ литературы выявил влияние факторов, связанных с глаукомой, на катарактогенез. Ранее проведенная лазерная хирургия или антиглаукомная операция приводят к прогрессированию катаракты у пациентов с глаукомой в 23,3% и 81% случаев, соответственно. Для решения этой проблемы некоторые авторы предлагают проводить комбинированные одномоментные операции по удалению хрусталика с гипотензивным компонентом, при которых и снижается внутриглазное давление, и улучшаются зрительные функции. До 13,7% случаев, связанных с осложнениями хирургии глаукомы, приводят к прогрессированию катаракты. Хирургия катаракты у пациентов

с глаукомой в большинстве случаев проводится при развитой (44,6%–59,8%) и далекозашедшей (18,7%–30,3%) стадиях, что не исключает теории влияния прогрессирования оптиконейропатии на процесс катарактогенеза. Частота встречаемости сочетания катаракты и псевдоэксфолиативной глаукомы достигает 40,5%–90%. За счёт отложения эксфолиативного материала в передних отделах глаза псевдоэксфолиативный синдром ведёт к прогрессированию катаракты с поражением связочного аппарата хрусталика. Наличие подвывиха хрусталика вызывает трудности в момент экстракции катаракты и повышает риск интраоперационных осложнений.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: глаукома, катаракта, факоэмульсификация, синустрабекулэктомия, интраокулярная линза, внутриглазное давление.

LITERATURE REVIEW

Causes of cataract progression in glaucoma patients (report 1)

IVACHEV E.A., Cand. Sci. (Med), Associate Professor, Head of Ophthalmology Department^{1,2}.

<https://orcid.org/0000-0001-5662-4195>

¹Penza State University, 40 Krasnaya St, Penza, Russian Federation, 440026;

²Clinical hospital "RZD-Medicine", 118 Uritskogo St., Penza, Russian Federation, 440600.

Funding: the authors received no specific funding for this work.

Conflicts of Interest: none declared.

For citations: Ivachev E.A. Causes of cataract progression in glaucoma patients (report 1). Natsional'nyi zhurnal glaukoma. 2024; 23(1):88-95.

Для контактов:

Ивачёв Евгений Александрович, e-mail: eivachov1@yandex.ru

Abstract

The incidence of combined cataract and glaucoma ranges from 14.6% to 76%, and increases to 85% in the case of pseudoexfoliation syndrome. Analysis of the literature revealed the influence of factors associated with glaucoma on the process of cataract development. Previously performed laser surgery or glaucoma surgery leads to cataract progression in glaucoma patients in 23.3% and 81% of cases, respectively. To solve this problem, some researchers suggest performing combined one-stage lens removal surgery with a hypotensive component, which reduces intraocular pressure and improves visual function. Up to 13.7% of cases associated with complications of glaucoma surgery lead to cataract progression. Cataract surgery in patients with glaucoma in

most cases is performed at the moderate (44.6–59.8%) and advanced (18.7–30.3%) stages, which does not eliminate the theory of the influence of optic neuropathy progression on the process of cataract development. The incidence of cataract and pseudoexfoliation glaucoma comorbidity can reach 40.5–90%. Pseudoexfoliation syndrome leads to cataract progression with disruption of the suspensory apparatus of the lens due to the deposition of exfoliative material in the anterior segment of the eye. Presence of lens subluxation causes difficulties at the time of cataract extraction and increases the risk of intraoperative complications.

KEYWORDS: glaucoma, cataract, phacoemulsification, trabeculectomy, intraocular lens, intraocular pressure.

Частота встречаемости сочетания катаракты и глаукомы составляет от 14,6% до 76%, а при наличии псевдоэкзофилиативного синдрома (ПЭС) — до 85% [1]. Комбинация данных заболеваний является распространённой и актуальной проблемой в офтальмологии, так как нет определенного алгоритма наблюдения и лечения данных больных. По мнению многих авторов, глаукома является фактором риска развития катаракты. Раннее проведенная антиглаукомная операция (АГО), длительное применение гипотензивных капель, изменение иммунного состава влаги передней камеры, ПЭС, дистрофия тканей глаза при прогрессировании глаукомной оптиконейропатии, флюктуация внутриглазного давления (ВГД) и многие другие причины приводят к катарактогенезу.

Хирургия глаукомы

Многочисленные исследования доказывают, что раннее проведенные лазерные или хирургические гипотензивные операции приводят к прогрессированию катаракты [2].

Профилактическая лазерная иридэктомия (ЛИЭ), проведенная для предотвращения острого приступа закрытоугольной глаукомы, является фактором риска ускоренного катарактогенеза и снижения зрительных функций. Группа китайских ученых в течение года оценивали степень помутнения хрусталика у пациентов после ЛИЭ [3]. Данное наблюдение проводилось с использованием системы классификации помутнения хрусталика LOCS III (The Lens Opacities Classification System III) и фотофиксацией хрусталика при помощи щелевой лампы через 2 недели, 4 и 12 месяцев после ЛИЭ. Прогрессирование помутнения хрусталика определялось как увеличение показателя LOCS III на 2 или более единиц в любой области хрусталика. За 12 месяцев наблюдения у 14 из 60 пациентов (23,3%) отмечено значительное прогрессирование в ядерной, кортикальной и задней субкапсулярной областях

хрусталика. Исследователи пришли к выводу о прогрессировании катаракты после профилактической ЛИЭ, особенно в заднем субкапсулярном сегменте (в 16,7% случаев).

Однако имеется работа, в которой доказано отсутствие влияния ЛИЭ на состояние хрусталика [4]. В исследование вошло 889 пациентов, которым проведена профилактическая ЛИЭ на одном глазу. Спустя 72 месяца в глазах с ЛИЭ прогрессирование катаракты отмечалось в 21,2% случаев, однако, по сравнению с контрольными парными глазами разница была статистически незначимой — в парных глазах прогрессирование было выявлено в 19,4% случаев. Данная работа показывает отсутствие прогрессирования катаракты после профилактической ЛИЭ у пациентов с риском острого приступа закрытоугольной глаукомы.

В большинстве случаев для компенсации повышенного ВГД пациентам с глаукомой выполняются АГО. До 81% АГО сопровождаются прогрессированием катаракты по разным патогенетическим звеньям [5]. Стоит отметить, что катарактогенез у данных больных протекает независимо от вида хирургического вмешательства (проникающего или непроникающего типа).

Гиноян А.А. представил результаты исследования после лазерной экстракции катаракты у больных с глаукомой и осложненной катарактой [6, 7]. На момент хирургии катаракты из 137 пациентов у 38,7% (n=53) ранее была проведена АГО (синустрабекулэктомия (СТЭ) или непроникающая глубокая склерэктомия), давностью от 1 месяца до 4 лет. Также стоит отметить, что в 9,5% (n=13) случаев гипотензивная хирургия была проведена неоднократно. Данная статистика показывает высокий процент антиглаукомной хирургии в анамнезе у пациентов с сочетанной катарактой и глаукомой, что может быть причиной прогрессирования катаракты.

Другое исследование демонстрирует нарушение прозрачности хрусталика после СТЭ у пациентов с глаукомой [8]. В первую группу вошли больные,

которым проведена проникающая АГО, во вторую (контрольную) — пациенты с консервативным гипотензивным лечением. Проводили флюорофотометрию хрусталика в 1 группы до и через 12 месяцев после АГО, во 2 группе — в начале исследования и через 12 месяцев наблюдения. В группе 1 начальная и конечная аутофлуоресценция составила 556,3 и 691,1 нг/мл, начальный и конечный коэффициенты пропускания составили, соответственно, 0,78 и 0,67. Эти же показатели в группе 2 были, соответственно, 574,3 и 595,2 нг/мл и 0,72 и 0,71. Среднее изменение между конечной и начальной аутофлуоресценцией статистически значимо различалось между группами: 134,7 и 20,9 нг/мл, соответственно ($p < 0,001$). Аналогичным образом наблюдалась значительная разница ($p < 0,001$) в изменении коэффициента пропускания между хирургической и контрольной группами — соответственно, -0,11 и 0,02. Таким образом, с помощью флюорофотометрии хрусталика было продемонстрировано, что СТЭ при ПОУГ приводит к потере прозрачности хрусталика.

Другая работа показывает частоту прогрессирования катаракты после СТЭ у молодых пациентов [9]. Данное исследование интересно тем, что контингент молодого возраста не имеет катарактогенеза, связанного с возрастом, тогда как в исследованиях других авторов ведется наблюдение за пожилыми больными, у которых уже имеется старческая катаракта. В работе Adelman R.A. приведена оценка риска формирования катаракты после СТЭ у пациентов с глаукомой в возрасте от 12 до 54 лет. Наблюдение проходило в течение 6 лет, на протяжении которого из 34 случаев в 8 (24%) потребовалась хирургия катаракты. Среднее время от СТЭ до экстракции катаракты составило 26 месяцев (5–58 месяцев). По мнению авторов, необходимость удаления катаракты в 24% случаев после СТЭ является значительным риском, о котором должны знать молодые пациенты, планирующие гипотензивную операцию.

При анализе диссертационной работы и научных статей Закариа Ахмада был выявлен немаловажный факт [10]. Автор провел оценку геморрагических осложнений проникающей хирургии глаукомы у 300 пациентов в течение 3 лет. Гифема наблюдалась в 10,2% случаев при начальной стадии, в 18,6% при развитой и в 26,6% при далекозашедшей. Данное осложнение вызвало прогрессирование катаракты у 20,5% больных. Цилиохориоидальная отслойка возникла у 19,4% пациентов, из которых в 32,7% случаев отмечалось снижение зрительных функций по различным причинам, в том числе из-за прогрессирования катаракты. В данном случае мелкая передняя камера приводила к контакту передней капсулы хрусталика с эндотелием роговицы, что провоцировало помутнение хрусталика. Другие геморрагические осложнения

(гемофтальм, ретинальные кровоизлияния, экспульсивное кровотечение) не отражались на состоянии хрусталика. В заключение из 300 пациентов с геморрагическими осложнениями проникающей хирургии глаукомы у 41 (13,7%) было выявлено снижение зрения по причине прогрессирования катаракты. Это говорит о том, что вследствие гипотензивной операции к катарактогенезу ведут не только перепад ВГД и местное воспаление, но и геморрагические осложнения.

В исследовании Advanced Glaucoma Intervention Study (AGIS) проведена оценка состояния хрусталика 789 глаз у 591 пациента после СТЭ [11]. В течение 5 лет в 78% случаев наблюдалось прогрессирование катаракты. Стоит отметить, что проведенная СТЭ без осложнений снижала риск катарактогенеза до 47%, а при осложнениях — повышала до 104% случаев. Особенно отмечено значительное влияние выраженного воспаления и мелкой передней камеры в послеоперационном периоде.

Таким образом, ранее проведенная лазерная хирургия или АГО проникающего или непроникающего типов приводят к прогрессированию катаракты. Для решения этой проблемы некоторые авторы предлагают проводить комбинированные одномоментные операции по удалению хрусталика с гипотензивным компонентом, при которых и снижается ВГД, и улучшаются зрительные функции [12, 13]. А при закрытоугольной глаукоме рекомендуется проводить факоэмульсификацию с имплантацией интраокулярной линзы на ранних сроках после установления диагноза глаукомы. Данная стратегия позволяет открыть угол передней камеры и предотвратить формирование гониосинехий за счет удаления утолщенного хрусталика [14–17]. Также имеется работа, в которой предлагается первым этапом проводить факоэмульсификацию для восстановления зрения, а после — антиглаукомную операцию [18].

Стадия глаукомы

При анализе зарубежной и отечественной литературы, посвященной хирургии катаракты у пациентов с глаукомой, прослеживается взаимосвязь прогрессирования катаракты по мере развития глаукомной оптиконейропатии.

Оренбуркина О.И. с соавт. сравнила характеристики зрительной функции пациентов, оперированных различными комбинированными АГО в сочетании с факоэмульсификацией [19]. Из 65 больных с начальной стадией глаукомы было 27,7% ($n=18$), с развитой 44,6% ($n=29$) и с далекозашедшей 27,7% ($n=18$). Таким образом, в исследование вошло 72,3% ($n=47$) пациентов с продвинутыми стадиями глаукомы, что, по мнению авторов, явилось объяснением полученных результатов зрительных функций.

Першиным И.Б. с коллегами была проведена комбинированная факоэмульсификация с непроникающей глубокой склерэктомией с аутодренированием капсулой хрусталика у 67 пациентов в 107 глазах [20]. С начальной стадией глаукомы было прооперировано 18 (16,8%) глаз, с развитой — 64 (59,8%), с далекозашедшей — 20 (18,7%) и терминальной — 5 (4,7%). В 48 (44,9%) случаях наблюдался дефект связочного аппарата хрусталика, в результате которого у 4 (3,7%) пациентов потребовалась имплантация капсульного кольца, у 3 (2,8%) — подшивание интраокулярной линзы, у 6 (5,6%) — передняя витрэктомия. Через 15 лет наблюдения данных пациентов максимально корригируемая острота зрения составила $0,59 \pm 0,12$, а прогрессирование глаукомной оптиконейропатии за этот срок было выявлено в 35,5% случаев. Данная работа демонстрирует преимущество продвинутых стадий глаукомы в сочетании с катарактой.

В работе Колесникова А.В. описана факоэмульсификация с имплантацией линзы больным с открыто- и закрытоугольной глаукомой [21]. С открытоугольной глаукомой было 13 (14,6%) пациентов с I стадией развития глаукомы, 49 (55,06%) со II и 27 (30,34%) с III стадией. У больных с закрытоугольной глаукомой — 3 (5,17%) с начальной, 41 (70,69%) с развитой и 14 (24,14%) с далекозашедшей стадиями глаукомы. По результату экстракции катаракты авторы получили интересные данные, которые определили зависимость послеоперационного ВГД от стадии глаукомы. Пациенты с начальной стадией с обеими формами глаукомы имели стабильное ВГД до хирургии и в течение всего послеоперационного периода. При развитой стадии у всех больных, независимо от формы глаукомы, повышение ВГД составило 2–3 мм рт.ст., при далекозашедшей стадии — 3–4 мм рт.ст. Через 1–3 месяца после экстракции катаракты офтальмогипертензия наблюдалась в 9 (11,84%) случаях при открытоугольной глаукоме, среди которых были 4 (5,26%) пациента с развитой и 5 (6,58%) пациентов с далекозашедшей стадиями, и в 8 (15,69%) при закрытоугольной глаукоме, где 3 (5,89%) пациента было со II и 5 (9,8%) с III стадиями.

По данным некоторых авторов, экстракция катаракты у глаукомных пациентов приводит к снижению ВГД [22, 23]. Однако, по мнению других офтальмологов и как было сказано ранее, у больных с развитой и далекозашедшей глаукомой в определенных случаях может не только отсутствовать гипотензивный эффект, но и наблюдаться выраженная гипертензия в раннем послеоперационном периоде [21, 24–27]. У пациентов с продвинутыми стадиями глаукомы это объясняется интенсивностью медикаментозного режима (для достижения давления «цели»), дистрофическими изменениями тканей глаза, а также АГО в анамнезе.

Таким образом, хирургия катаракты у пациентов с глаукомой в большинстве случаев проводится при развитой и далекозашедшей стадиях, что не исключает теории влияния прогрессирования оптиконейропатии на процесс катарактогенеза.

ПЭС

Частота встречаемости сочетания катаракты и псевдоэкзофоллиативной глаукомы (ПЭГ) достигает 40,5%–90% [28–30]. За счет отложения псевдоэкзофоллиаций в переднем отрезке глаза прогрессирует катаракта и ослабевает связочный аппарат хрусталика [31, 32].

В Новосибирском филиале ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Фёдорова» проведен анализ встречаемости ПЭГ среди всех видов глаукомы [33, 34]. Из 7603 случаев у 3981 (60,8%) пациентов в возрасте от 50 до 86 лет выявлена ПЭГ. На момент обращения больных «преглаукома» диагностирована в 1,6% случаев, глаукома начальной стадии — в 12,6%, развитая — в 34,5%, далекозашедшая — в 40,1% и терминальная в 11,2%. Авторами исследования было взято под наблюдение 152 пациента с ПЭГ, из которых 67 (44,1%) больным потребовалась факоэмульсификация, а 52 (34,2%) была выполнена непроникающая глубокая склерэктомия в комбинации с факоэмульсификацией. Таким образом, по результатам данного исследования, более половины общего числа пациентов с глаукомой встречается с псевдоэкзофоллиативной формой, из которых 78,3% случаев сочетаются с катарактой.

У пациентов с сочетанной катарактой и глаукомой в 44,9% случаев встречается ПЭС с дефектом связочного аппарата хрусталика [20]. За счет отсутствия четкого алгоритма тактики хирургии катаракты перед офтальмохирургом встает задача выбора метода экстракции катаракты (факоэмульсификация, экстра- или интракапсулярная экстракция), вопрос интраоперационного применения дополнительных имплантов или инструментов (внутрикапсульного кольца, крючкообразных ирисретракторов, ирис-ретрактора Малюгина), а также метода фиксации интраокулярной линзы [35–38]. В связи с этим хирургическое лечение такого контингента больных часто сопровождается интраоперационными и послеоперационными осложнениями [39, 40].

В работе Малова В.М. с соавт. из 115 пациентов с ПЭС и подвывихом хрусталика в 31 (27%) случае проведена факоэмульсификация [41]. Из этого числа у 15 (48,4%) больных использовалось внутрикапсульное кольцо с интракапсулярной имплантацией интраокулярной линзы, у 7 (22,6%) опорные элементы линзы фиксировались в цилиарной борозде, у 3 (9,7%) пациентов сохранить капсульный мешок не удалось, в результате чего после передней

вitreктомии был имплантирован переднекамерный искусственный хрусталик. У 3 (9,7%) больных во время операции наблюдалось выпадение стекловидного тела в переднюю камеру, у 7 (22,6%) — отек роговицы после операции, у 5 (16,1%) — повышение ВГД. Из 115 пациентов в 38 (33%) случаях была проведена экстракапсулярная экстракция катаракты, в 20 (52,6%) из них имплантирована заднекамерная, а в 18 (47,4%) — переднекамерная интраокулярная линза. Из осложнений у данных больных наблюдалось в 20 (52%) случаях выпадение стекловидного тела, в 7 (18,4%) — послеоперационный отек роговицы, в 1 (2,6%) случае — зрачковый блок, иридоциклит и отслойка сосудистой оболочки. Из 115 оперированных пациентов интракапсулярная экстракция катаракты проведена в 46 (40%) случаях. У 26 (56,5%) больных наблюдалось выпадение стекловидного тела, у 7 (15,2%) — послеоперационный отек роговицы, по 2 (4,3%) случая зрачкового блока и гифемы. Данная работа демонстрирует сложности выбора тактики хирурга и возможные осложнения у пациентов с ПЭС и подвывихом хрусталика.

Влияние ПЭС на прогрессирование катаракты объясняется сложной этиопатогенетической цепочкой [42–45]. При традиционной биомикроскопии проявления начинаются с единичных отложений псевдоэксфолиаций на частично разрушенной зрачковой пигментной кайме радужки. Дальнейшее нарастание дистрофических изменений приводит к тотальному разрушению пигментной каймы и распылению гранул меланина по передней поверхности радужки. На данном этапе прогрессирования ПЭС повышается ригидность зрачка с максимальным медикаментозным мидриазом до 6 мм. Далее наблюдается снижение толщины мезодермального слоя радужки с изменением цвета радужной оболочки до формирования гетерохромии. При флюоресцентной иридоангиографии выявляется гиперфлюоресценция по зрачковому краю радужки, увеличение проницаемости сосудистой стенки и феномен просачивания. Параллельно с изменением радужной оболочки происходит отложение эксфолиативных депозитов на передней капсуле хрусталика в виде оформленного кольца диаметром 5–6 мм. По результатам исследований Юрьевой Т.Н. на приборе Oculus-Pentacam в режиме денситометрии, плотность хрусталика при ПЭС увеличена до $2,6 \pm 1,1$ единиц (от 1 до 4 степени), тогда как на здоровых парных глазах плотность составляла 0–1 степень [46]. На передней поверхности хрусталика были выявлены плотные депозиты эксфолиативного материала высотой 110–250 нм. В проекции этих отложений субкапсулярно просматривались неравномерные гранулярные помутнения. При ультразвуковой биомикроскопии связочного аппарата хрусталика выявлено растяжение зонулярных связок до 2,2 мм (при норме 0,84–1,44), дефекты

цинновых связок от 36° до 275° , а также отложения зернистых конгломератов на связочном аппарате. Таким образом, при ПЭС происходит нарастание дистрофических изменений радужки, связочного аппарата хрусталика, а также прогрессирование помутнения хрусталика.

На клеточном уровне отложения псевдоэксфолиативного материала объясняется нарушением деятельности нескольких ферментов. Дефект функции фермента лизиноксидазы (LOXL1) приводит к нарушению гомеостаза фибриллярного экстрацеллюлярного матрикса, повреждению эластичной восстановительной ткани за счет снижения количества эластина и тропоэластина [47–49]. Повреждение другого белка — трансформирующего фактора роста 1 (ТФР-1) — приводит к активации специфической эластичной микрофибриллярной сети, что проявляется в отложении псевдоэксфолиативного материала [50]. Нарушение белка кластерина (CLU) ведет к накоплению денатурированных и неправильно свернутых белков во влаге передней камеры, что в дальнейшем влечет к отложению последних на поверхности тканей глаза [51]. Также снижение уровня фибулина-5 (FBLN5) приводит к накоплению неактивной формы лизиноксидазы (LOXL1) с дальнейшим отложением псевдоэксфолиаций [52]. Все эти нарушения ведут к потере эластичности хрусталика с дальнейшим его уплотнением, а также к снижению прочности цинновых связок.

Таким образом, по данным многих исследований, ПЭС ведет к прогрессированию катаракты с поражением связочного аппарата хрусталика. Наличие подвывиха хрусталика вызывает трудности в момент экстракции катаракты и повышает риск интраоперационных осложнений.

Заключение

Проведенный анализ литературы выявил влияние факторов, связанных с глаукомой, на процесс катарактогенеза. Раннее проведенные АГО приводят к прогрессированию катаракты независимо от возраста пациента. Стоит отметить, что на помутнение хрусталика влияет не только хирургические операции проникающего и непроникающего типов, но и профилактическая ЛИЭ. Также имеется зависимость хирургии катаракты от стадии глаукомы, где факоэмульсификация проводится в основном на глазах с продвинутыми стадиями глаукомы, что говорит о взаимном прогрессировании катарактального и глаукомного процессов. Немаловажную роль в развитии катаракты играет ПЭС, в результате которого отложение эксфолиативного материала в передних отделах глаза ведет к помутнению хрусталика и слабости цинновых связок, что, в свою очередь, приводит к повышению риска интраоперационных осложнений.

Литература

1. Ивачёв Е.А. Особенности хирургии катаракты и послеоперационного периода у пациентов с глаукомой (сообщение 1). *Национальный журнал глаукома* 2022; 21(3):49-56. <https://doi.org/10.53432/2078-4104-2022-21-3-49-56>
2. Rashmi G.M. The silent enemy: a review of cataract in relation to glaucoma and trabeculectomy surgery. *J Ophthalmol* 2011; 95:1350-1354. <https://doi.org/10.1136/bjo.2010.194811>
3. Lim L.S., Husain R., Gazzard G., Seah S.K., Aung T. Cataract progression after prophylactic laser peripheral iridotomy: potential implications for the prevention of glaucoma blindness. *Ophthalmology* 2005; 112(8):1355-1359. <https://doi.org/10.1016/j.opthta.2005.02.026>
4. Chang D.S., Jiang Y., Kim J.A., Huang S., Munoz B., Aung T., He M., Foster P.J., Friedman D. Cataract progression after Nd:YAG laser iridotomy in primary angle-closure suspect eyes. *Br J Ophthalmol* 2022; 2:2021-320929. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2021-320929>
5. Курмангалиева М.М. Хирургическое лечение глаукомы в сочетании с катарактой. *РМЖ Клиническая офтальмология* 2004; 2:66-68.
6. Гиноян А.А. Лазерная экстракция катаракты (Nd:YAG, 1,44 мкм) у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой. *Национальный журнал глаукома* 2020; 4:49-57. <https://doi.org/10.25700/NJG.2020.04.06>
7. Гиноян А.А., Копяев С.Ю., Копяева В.Г. Лазерная экстракция катаракты на глазах с открытоугольной глаукомой. *Вестник ОГУ* 2013; 4:63-65.
8. Lazaro C., Benitez-del-Castillo J.M., Castillo A., Garcia-Feijoo J. et al. Lens fluorophotometry after trabeculectomy in primary open-angle glaucoma. *J Ophthalmology* 2002; 109(1):76-79. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(01\)00865-x](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(01)00865-x)
9. Adelman R.A., Brauner S.C., Afshari N.A., Grosskreutz C.L. Cataract formation after initial trabeculectomy in young patients. *Ophthalmology* 2003; 110(3):625-629. [https://doi.org/10.1016/S0161-6420\(02\)01769-4](https://doi.org/10.1016/S0161-6420(02)01769-4)
10. Алексеев В.Н., Малеванная О.А., Закария Ахмад Алзауби. Гифема как: осложнение гипотензивных операций. *Офтальмологические ведомости* 2010; 1(3):22-25.
11. AGIS (Advanced Glaucoma Intervention Study) Investigators. The Advanced Glaucoma Intervention Study: Risk of cataract formation after trabeculectomy. *Arch. Ophthalmol* 2001; 119(12):1771-1779. <https://doi.org/10.1001/archophth.119.12.1771>
12. Басинский А.С., Газизова И.Р., Куроедов А.В., Петров С.Ю. Катаракта и глаукома: как и когда оперировать? *Национальный журнал глаукома* 2019; 18(3):75-80. <https://doi.org/10.25700/NJG.2019.03.09>
13. Jiang N., Zhao G.Q., Lin J., Hu L.T., Che C.Y., Wang Q. et al. Meta-analysis of the efficacy and safety of combined surgery in the management of eyes with coexisting cataract and open-angle glaucoma. *Int J Ophthalmol* 2018; 11(2):279-286. <https://doi.org/10.18240/ijo.2018.02.17>
14. Курышева Н.И., Шарова Г.А., Некрасова Е.Ю. Обоснование раннего удаления хрусталика в лечении заболевания первичного закрытия угла передней камеры. *Национальный журнал глаукома* 2022; 21(2):51-66. <https://doi.org/10.53432/2078-4104-2022-21-2-51-66>
15. Курышева Н.И., Шарова Г.А. Анатомо-топографические особенности переднего и заднего сегментов глаза при ранних стадиях заболевания первичного закрытия угла. *Национальный журнал глаукома* 2023; 22(1):42-53. <https://doi.org/10.53432/2078-4104-2023-22-1-42-53>
16. Курышева Н.И., Шарова Г.А., Беликова Е.И. Исследование роли хориоидеи и хрусталика в развитии первичного закрытия угла передней камеры. *Национальный журнал глаукома* 2022; 21(1):3-13. <https://doi.org/10.53432/2078-4104-2022-21-1-3-13>
17. Ling J.D., Bell N.P. Role of cataract surgery in the management of glaucoma. *Int Ophthalmol Clin* 2018; 58(3):87-100. <https://doi.org/10.1097/IIO.0000000000000234>
18. Nguyen D.Q., Niyadurupola N., Tapp R.J., O'Connell R.A., Coote M.A., Crowston J.G. Effect of phacoemulsification on trabeculectomy function. *Clin Exp Ophthalmol* 2014; 42(5):433-439. <https://doi.org/10.1111/ceo.12254>

References

1. Ivachev E.A. Features of cataract surgery and the postoperative period in patients with glaucoma (part 1). *National Journal Glaucoma* 2022; 21(3):49-56. <https://doi.org/10.53432/2078-4104-2022-21-3-49-56>
2. Rashmi G.M. The silent enemy: a review of cataract in relation to glaucoma and trabeculectomy surgery. *J Ophthalmol* 2011; 95:1350-1354. <https://doi.org/10.1136/bjo.2010.194811>
3. Lim L.S., Husain R., Gazzard G., Seah S.K., Aung T. Cataract progression after prophylactic laser peripheral iridotomy: potential implications for the prevention of glaucoma blindness. *Ophthalmology* 2005; 112(8):1355-1359. <https://doi.org/10.1016/j.opthta.2005.02.026>
4. Chang D.S., Jiang Y., Kim J.A., Huang S., Munoz B., Aung T., He M., Foster P.J., Friedman D. Cataract progression after Nd:YAG laser iridotomy in primary angle-closure suspect eyes. *Br J Ophthalmol* 2022; 2:2021-320929. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2021-320929>
5. Kurmangalieva M.M. Surgical treatment of glaucoma in combination with cataract. *RMJ Clinical Ophthalmology* 2004; 2:66-68.
6. Ginoyan A.A., Nd:YAG 1.44 μ m laser cataract extraction and intraocular lens implantation in eyes with coexisting primary open-angle glaucoma. *National Journal glaucoma* 2020; 19(4):49-57. <https://doi.org/10.25700/NJG.2020.04.06>
7. Ginoyan A.A., Kopayev S.Yu., Kopayeva V.G.. Laser cataract extraction in eyes with open angle glaucoma. *Vestnik OSU* 2013; 153(4):63-65.
8. Lazaro C., Benitez-del-Castillo J.M., Castillo A., Garcia-Feijoo J. et al. Lens fluorophotometry after trabeculectomy in primary open-angle glaucoma. *J Ophthalmology* 2002; 109(1):76-79. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(01\)00865-x](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(01)00865-x)
9. Adelman R.A., Brauner S.C., Afshari N.A., Grosskreutz C.L. Cataract formation after initial trabeculectomy in young patients. *Ophthalmology* 2003; 110(3):625-629. [https://doi.org/10.1016/S0161-6420\(02\)01769-4](https://doi.org/10.1016/S0161-6420(02)01769-4)
10. Alekseev V.N., Malevannaja O.A., Alzoubi Zakaria Ahmad. Hyphema as a complication of hypotensive glaucoma surgery. *Oftalmologi eskie vedomosti* 2010; 1(3):22-25.
11. AGIS (Advanced Glaucoma Intervention Study) Investigators. The Advanced Glaucoma Intervention Study: Risk of cataract formation after trabeculectomy. *Arch. Ophthalmol* 2001; 119(12):1771-1779. <https://doi.org/10.1001/archophth.119.12.1771>
12. Basinskiy A.S., Gazizova I.R., Kuroyedov A.V., Petrov S.Yu. Cataract and glaucoma: how&when to operate? *National Journal glaucoma* 2019; 18(3):75-80. <https://doi.org/10.25700/NJG.2019.03.09>
13. Jiang N., Zhao G.Q., Lin J., Hu L.T., Che C.Y., Wang Q. et al. Meta-analysis of the efficacy and safety of combined surgery in the management of eyes with coexisting cataract and open-angle glaucoma. *Int J Ophthalmol* 2018; 11(2):279-286. <https://doi.org/10.18240/ijo.2018.02.17>
14. Kurysheva N.I., Sharova G.A., Nekrasova E.Y. Rationale for early lens extraction in the treatment of primary angle closure disease. *National Journal glaucoma* 2022; 21(2):51-66. <https://doi.org/10.53432/2078-4104-2022-21-2-51-66>
15. Kurysheva N.I., Sharova G.A. Anatomical and topographical characteristics of the eye in the early stages of primary angle closure disease. *National Journal glaucoma* 2023; 22(1):42-53. <https://doi.org/10.53432/2078-4104-2023-22-1-42-53>
16. Kurysheva N.I., Sharova G.A., Belikova E.I. Studying the role of the choroid and lens in the development of primary anterior chamber angle closure. *National Journal glaucoma* 2022; 21(1):3-13. <https://doi.org/10.53432/2078-4104-2022-21-1-3-13>
17. Ling J.D., Bell N.P. Role of cataract surgery in the management of glaucoma. *Int Ophthalmol Clin* 2018; 58(3):87-100. <https://doi.org/10.1097/IIO.0000000000000234>
18. Nguyen D.Q., Niyadurupola N., Tapp R.J., O'Connell R.A., Coote M.A., Crowston J.G. Effect of phacoemulsification on trabeculectomy function. *Clin Exp Ophthalmol* 2014; 42(5):433-439. <https://doi.org/10.1111/ceo.12254>

19. Оренбуркина О.И., Бабушкин А.Э., Исрафилова Г.З., Чайка О.В. Одномоментная хирургия катаракты и глаукомы с использованием модифицированной антиглаукомной операции. Точка зрения. Восток – Запад 2022; 3:17-23.
<https://doi.org/10.25276/2410-1257-2022-3-17-23>
20. Першин К.Б., Пашинова Н.Ф., Цыганков А.Ю., Соловьева Г.М., Баталина Л.В. 15-летний опыт комбинированной хирургии катаракты и глаукомы. Национальный журнал глаукома 2017; 16(2):38-46.
21. Колесников А.В., Бань Е.В., Колесникова М.А., Мироненко Л.В., Прозорова А.И., Севостьянов А.Е. Сравнительный анализ динамики внутриглазного давления после факосмульсификации с имплантацией интраокулярной линзы в глазах с первичной глаукомой. Национальный журнал глаукома 2021; 20(3):49-57.
<https://doi.org/10.25700/2078-4104-2021-20-3-49-57>
22. Masis M., Mineault P.J., Phan E., Lin S.C. The role of phacoemulsification in glaucoma therapy: A systematic review and meta-analysis. *Surv Ophthalmol* 2018; 63(5):700-710.
<https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2017.08.006>
23. Purohit M., Mohite A.A., Sung V.C.T. Glaucoma control after phacoemulsification in eyes with functioning glaucoma filtration surgeries: trabeculectomies versus glaucoma drainage devices. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2022; 260(11):3597-3605.
<https://doi.org/10.1007/s00417-022-05680-z>
24. Bomer T.G., Lagreze W.D.A., Funk J. Intraocular pressure rise after phacoemulsification with posterior chamber lens implantation: effect of prophylactic medication, wound closure, and surgeon experience. *Brit J Ophthalmol* 1995; 79:809-813.
<https://doi.org/10.1136/bjo.79.9.809>
25. Brooks A.M., Gillies W.E. The effect of cataract extraction with implant in glaucomatous eyes. *Aust N Z J Ophthalmol* 1992; 20(3):235-238.
<https://doi.org/10.1111/j.1442-9071.1992.tb00945.x>
26. Derbolaev A. et al. Long-term effect of phacoemulsification on intraocular pressure after trabeculectomy. *J Cataract Refract Surg* 2002; 28(3):425-430.
[https://doi.org/10.1016/s0886-3350\(01\)01189-0](https://doi.org/10.1016/s0886-3350(01)01189-0)
27. Merkur A. et al. Intraocular pressure decrease after phacoemulsification in patients with pseudoexfoliation syndrome. *J Cataract Refract Surg*. 2001; 27(4):528-532.
[https://doi.org/10.1016/s0886-3350\(00\)00753-7](https://doi.org/10.1016/s0886-3350(00)00753-7)
28. Франковска-Герлак М.З., Малукин Б.Э., Чубарь В.С., Бессарабов А.Н. Сравнительная оценка суточных кривых ВГД у пациентов с осложненной катарактой на фоне псевдоэкзофилиативного синдрома до и после факосмульсификации с имплантацией ИОЛ. *Офтальмохирургия* 2020; 3:24-30.
<https://doi.org/10.25276/0235-4160-2020-3-24-30>
29. Gulsum E.E., Semih D. Cataract surgery and possible complications in patients with pseudoexfoliation syndrome. *Eurasian J Med* 2017; 49(1):22-25.
<https://doi.org/10.5152/eurasianjmed.2016.0060>
30. Schlötzer-Schrehardt U.M., Naumann G.O. Ocular and systemic pseudoexfoliation syndrome. *Am J Ophthalmol* 2006; 141: 921-937.
<https://doi.org/10.1016/j.ajo.2006.01.047>
31. Conway R.M., Schlötzer-Schrehardt U., Kuchle M. and Naumann G.O. Pseudoexfoliation syndrome: Pathological manifestations of relevance to intraocular surgery. *Clin Exp Ophthalmol* 2004; 32:199-210.
<https://doi.org/10.1111/j.1442-9071.2004.00806.x>
32. Tekin K., Inanc M., Elgin U. Monitoring and management of the patient with pseudoexfoliation syndrome: Current perspectives. *Clin Ophthalmol* 2019; 13:453-464.
<https://doi.org/10.2147/OPHTH.S181444>
33. Кулешова О.Н., Пичикова Е.А., Лазарева А.К., Айдагулова С.В., Дулидова В.В., Егорова Е.В., Черных В.В. Возможности и оценка эффективности гипотензивной терапии при псевдоэкзофилиативном синдроме. *Вестник офтальмологии* 2017; 133(4):47-54.
<https://doi.org/10.17116/oftalma2017133447-54>
34. Ташлыкova Е.А., Лазарева А.К. Изучение распространенности и структурных особенностей псевдоэкзофилиативной глаукомы. *Современные технологии в офтальмологии* 2021; 2:200-203.
<https://doi.org/10.25276/2312-4911-2021-2-200-203>
35. Иошин И.Э., Толчинская А.И., Дубровская С.А. Бесшовная иридокапсулярная фиксация ИОЛ при подвывихе хрусталика (предварительное сообщение). *Российский офтальмологический журнал* 2019; 12(2):19-25.
<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2019-12-2-19-25>
36. Касимов Э.М., Пирметов М.Н. Особенности техники хирургии осложненной катаракты у пациентов с глаукомой. *Российский офтальмологический журнал* 2018; 11(1):12-15.
<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2018-11-1-12-15>
19. Orenburkina O.I., Babushkin A.E., Israfilova G.Z., Chayka O.V. Combined cataract and glaucoma surgery using modified antiglaucoma surgery. Point of view. East – West 2022; 3:17-23.
<https://doi.org/10.25276/2410-1257-2022-3-17-23>
20. Pershin K.B., Pashinova N.F., Tsygankov A.Yu., Solovyeva G.M., Batalina L.V. 15-years of experience of cataract and glaucoma surgery with phacoemulsification combined with non-penetrating deep sclerectomy. *National Journal Glaucoma* 2017; 16(2):38-46.
21. Kolesnikov A.V., Ban E.V., Kolesnikova M.A., Mironenko L.V., Prozorova A.I., Sevostyanov A.E. Comparative analysis of intraocular pressure dynamics after phacoemulsification with intraocular lens implantation in eyes with primary glaucoma. *National Journal glaucoma* 2021; 20(3):49-57.
<https://doi.org/10.25700/2078-4104-2021-20-3-49-57>
22. Masis M., Mineault P.J., Phan E., Lin S.C. The role of phacoemulsification in glaucoma therapy: A systematic review and meta-analysis. *Surv Ophthalmol* 2018; 63(5):700-710.
<https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2017.08.006>
23. Purohit M., Mohite A.A., Sung V.C.T. Glaucoma control after phacoemulsification in eyes with functioning glaucoma filtration surgeries: trabeculectomies versus glaucoma drainage devices. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2022; 260(11):3597-3605.
<https://doi.org/10.1007/s00417-022-05680-z>
24. Bomer T.G., Lagreze W.D.A., Funk J. Intraocular pressure rise after phacoemulsification with posterior chamber lens implantation: effect of prophylactic medication, wound closure, and surgeon experience. *Brit J Ophthalmol* 1995; 79:809-813.
<https://doi.org/10.1136/bjo.79.9.809>
25. Brooks A.M., Gillies W.E. The effect of cataract extraction with implant in glaucomatous eyes. *Aust N Z J Ophthalmol* 1992; 20(3):235-238.
<https://doi.org/10.1111/j.1442-9071.1992.tb00945.x>
26. Derbolaev A. et al. Long-term effect of phacoemulsification on intraocular pressure after trabeculectomy. *J Cataract Refract Surg* 2002; 28(3):425-430.
[https://doi.org/10.1016/s0886-3350\(01\)01189-0](https://doi.org/10.1016/s0886-3350(01)01189-0)
27. Merkur A. et al. Intraocular pressure decrease after phacoemulsification in patients with pseudoexfoliation syndrome. *J Cataract Refract Surg*. 2001; 27(4):528-532.
[https://doi.org/10.1016/s0886-3350\(00\)00753-7](https://doi.org/10.1016/s0886-3350(00)00753-7)
28. Frankovska-Gierlak M.Z., Malyugin B.E., Chubar V.S., Bessarabov A.N. Comparative assessment of daily curves in patients with cataract associated with pseudoexfoliation syndrome (PEX) before and after phacoemulsification with IOL implantation. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery* 2020;3: 24-30.
<https://doi.org/10.25276/0235-4160-2020-3-24-30>
29. Gulsum E.E., Semih D. Cataract surgery and possible complications in patients with pseudoexfoliation syndrome. *Eurasian J Med* 2017; 49(1):22-25.
<https://doi.org/10.5152/eurasianjmed.2016.0060>
30. Schlötzer-Schrehardt U.M., Naumann G.O. Ocular and systemic pseudoexfoliation syndrome. *Am J Ophthalmol* 2006; 141: 921-937.
<https://doi.org/10.1016/j.ajo.2006.01.047>
31. Conway R.M., Schlötzer-Schrehardt U., Kuchle M. and Naumann G.O. Pseudoexfoliation syndrome: Pathological manifestations of relevance to intraocular surgery. *Clin Exp Ophthalmol* 2004; 32:199-210.
<https://doi.org/10.1111/j.1442-9071.2004.00806.x>
32. Tekin K., Inanc M., Elgin U. Monitoring and management of the patient with pseudoexfoliation syndrome: Current perspectives. *Clin Ophthalmol* 2019; 13:453-464.
<https://doi.org/10.2147/OPHTH.S181444>
33. Kuleshova O.N., Pichikova E.A., Lasareva A.K., Aidagulova S.V., Dulidova V.V., Egorova E.V., Chernykh V.V. Multi-level analysis of the prevalence of pseudoexfoliative syndrome and pseudoexfoliative glaucoma. *Vestnik oftal'mologii* 2017; 133(4):47-54.
<https://doi.org/10.17116/oftalma2017133447-54>
34. Tashlykova E.A., Lazareva A.K. Study of the prevalence and the structural features of pseudoexfoliative glaucoma. *Modern technologies in ophthalmology* 2021; 2:200-203.
<https://doi.org/10.25276/2312-4911-2021-2-200-203>
35. Ioshin I.E., Tolchinskaya A.I., Dubrovskaya S.A. Seamless iridocapsular fixation of IOL in patients with lens subluxation (preliminary report). *Russian ophthalmological journal* 2019; 12(2):19-25.
<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2019-12-2-19-25>
36. Kasimov E.M., Pirmetov M.N. Some aspects of complicated cataract surgery technique in patients with glaucoma. *Russian ophthalmological journal* 2018; 11(1):12-15.
<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2018-11-1-12-15>

37. Кумар В., Фролов М.А., Маковецкая И.Е., Божок Е.В. Способ окрашивания передней капсулы хрусталика при узких и ригидных зрачках. *Офтальмология* 2012; 9(4):39-42. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2012-4-39-42>.
38. Fontana L., Coassin M., Iovieno M., Moramarco A., Cimino L. Cataract surgery in patients with pseudoexfoliation syndrome: current updates. *Clin Ophthalmol* 2017; 31(11):1377-1383. <https://doi.org/10.2147/OPTH.S142870>
39. Малугин Б.Э., Покровский Д.Ф., Семакина А.С. Клинико-функциональные результаты иридокапсулярной фиксации ИОЛ при дефектах связочного аппарата хрусталика. *Офтальмохирургия* 2017; 1:10-15. <https://doi.org/10.25276/0235-4160-2017-1-10-15>.
40. Николашин С.И., Фабрикантов О.Л. Показания к расширению узкого ригидного зрачка при факоэмульсификации катаракты на глаукомных глазах в зависимости от исходного состояния глаза. *Вестник ТГУ* 2014; 19(4):1186-1192.
41. Малов В.М., Ерошевская Е.Б., Малов И.В., Осипова Т.А. «Распространенность псевдоэкзофолитивного синдрома, классификация и результаты хирургического лечения больных при подвывихе хрусталика». *Известия Самарского научного центра Российской академии наук* 2013; 15,3(6):1853-1856.
42. Hicks P.M., Au E., Self W., Haaland B., Feehan M. et al. Pseudoexfoliation and cataract syndrome associated with genetic and epidemiological factors in a Mayan cohort of Guatemala. *Int J Environ Res public health* 2021; 18(14):7231. <https://doi.org/10.3390/ijerph18147231>
43. Mastronikolis S., Pagkalou M., Plotas P., Kagkellaris K., Georgakopoulos C. D.. Emerging roles of oxidative stress in the pathogenesis of pseudoexfoliation syndrome (Review). *Exp Ther Med* 2022; 24(3):602. <https://doi.org/10.3892/etm.2022.11539>
44. Schlötzer-Schrehardt U., Khor C.C.. Pseudoexfoliation syndrome and glaucoma: from genes to disease mechanisms. *Curr Opin Ophthalmol* 2021; 32(2):118-128. <https://doi.org/10.1097/ICU.0000000000000736>
45. Schweitzer C. Pseudoexfoliation syndrome and pseudoexfoliation glaucoma. *J Fr Ophtalmol* 2018; 41(1):78-90. <https://doi.org/10.1016/j.jfo.2017.09.003>
46. Юрьева Т.Н. Закономерности и механизмы формирования билатерального псевдоэкзофолитивного синдрома. *Офтальмохирургия* 2011; 2:74-80.
47. Anastasopoulos E., Founti P., Topouzis F.. Update on pseudoexfoliation syndrome pathogenesis and associations with intraocular pressure, glaucoma and systemic diseases. *Curr Opin Ophthalmol* 2015; 26(2):82-89. <https://doi.org/10.1097/ICU.0000000000000132>
48. Li G., Schmitt H., Johnson W.M., Lee C., Navarro I., Cui J., Fleming T., Gomez- Caraballo M., Elliott M.H., Sherwood J.M., et al: Integral role for lysyl oxidase-like-1 in conventional outflow tissue function and behavior. *FASEB J* 2020; 34:10762-10777. <https://doi.org/10.1096/fj.202000702RR>
49. Schlötzer-Schrehardt U. Molecular pathology of pseudoexfoliation syndrome/glaucoma – new insights from LOXL1 gene associations. *Exp Eye Res* 2009; 88(4):776-785. <https://doi.org/10.1016/j.exer.2008.08.012>
50. Zenkel M., Krysta A., Pasutto F., Juenemann A., Kruse F.E. and Schlötzer-Schrehardt U. Regulation of lysyl oxidase-like 1 (LOXL1) and elastin-related genes by pathogenic factors associated with pseudoexfoliation syndrome. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011; 52:8488-8495. <https://doi.org/10.1167/iovs.11-8361>
51. Doudevski I., Rostagno A., Cowman M., Liebmann J., Ritch R. and Ghiso J. Clusterin and complement activation in exfoliation glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2014; 55:2491-2499. <https://doi.org/10.1167/iovs.13-12941>
52. Padhy B., Kapuganti R.S., Hayat B., Pranija Paramita Mohanty P.P. and Alone D.P. De novo variants in an extracellular matrix protein coding gene, fibulin-5 (FBLN5) are associated with pseudoexfoliation. *Eur J Hum Genet* 2019; 27:1858-1866. <https://doi.org/10.1038/s41431-019-0482-6>
37. Kumar V., Frolov M.A., Makovetskaya I.Y., Bozhok E.V. The method for staining of anterior lens capsule in cases with small and rigid pupils. *Ophthalmology in Russia* 2012;9(4):39-42. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2012-4-39-42>
38. Fontana L., Coassin M., Iovieno M., Moramarco A., Cimino L. Cataract surgery in patients with pseudoexfoliation syndrome: current updates. *Clin Ophthalmol* 2017; 31(11):1377-1383. <https://doi.org/10.2147/OPTH.S142870>
39. Malyugin B.E., Pokrovskiy D.F., Semakina A.S. Clinical outcomes of the bi-planar intraocular fixation in eyes with severe zonular defects. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery* 2017; 1:10-15. <https://doi.org/10.25276/0235-4160-2017-1-10-15>
40. Nikolashin S.I., Fabrikantov O.L. Indications for narrow rigid pupil dilatation in cataract phacoemulsification in glaucomatous eyes depending on initial state of eye. *Vestnik TGU* 2014; 19(4):1186-1192.
41. Malov V.M., Eroshevskaya E.B., Malov I.V., Osipova T.A. Prevalence of pseudo exfoliative syndrome, classification and results of surgical treatment of patients with crystalline lens incomplete dislocation. *Samara Science center of the Russian Academy of Sciences* 2013; 15,3(6):1853-1856.
42. Hicks P.M., Au E., Self W., Haaland B., Feehan M. et al. Pseudoexfoliation and cataract syndrome associated with genetic and epidemiological factors in a Mayan cohort of Guatemala. *Int J Environ Res public health* 2021; 18(14):7231. <https://doi.org/10.3390/ijerph18147231>
43. Mastronikolis S., Pagkalou M., Plotas P., Kagkellaris K., Georgakopoulos C. D.. Emerging roles of oxidative stress in the pathogenesis of pseudoexfoliation syndrome (Review). *Exp Ther Med* 2022; 24(3):602. <https://doi.org/10.3892/etm.2022.11539>
44. Schlötzer-Schrehardt U., Khor C.C.. Pseudoexfoliation syndrome and glaucoma: from genes to disease mechanisms. *Curr Opin Ophthalmol* 2021; 32(2):118-128. <https://doi.org/10.1097/ICU.0000000000000736>
45. Schweitzer C. Pseudoexfoliation syndrome and pseudoexfoliation glaucoma. *J Fr Ophtalmol* 2018; 41(1):78-90. <https://doi.org/10.1016/j.jfo.2017.09.003>
46. Iureva T.N. Regularities and mechanisms of bilateral pseudoexfoliative syndrome formation. *Ophthalmosurgery* 2011; 2:74-80.
47. Anastasopoulos E., Founti P., Topouzis F.. Update on pseudoexfoliation syndrome pathogenesis and associations with intraocular pressure, glaucoma and systemic diseases. *Curr Opin Ophthalmol* 2015; 26(2):82-89. <https://doi.org/10.1097/ICU.0000000000000132>
48. Li G., Schmitt H., Johnson W.M., Lee C., Navarro I., Cui J., Fleming T., Gomez- Caraballo M., Elliott M.H., Sherwood J.M., et al: Integral role for lysyl oxidase-like-1 in conventional outflow tissue function and behavior. *FASEB J* 2020; 34:10762-10777. <https://doi.org/10.1096/fj.202000702RR>
49. Schlötzer-Schrehardt U. Molecular pathology of pseudoexfoliation syndrome/glaucoma – new insights from LOXL1 gene associations. *Exp Eye Res* 2009; 88(4):776-785. <https://doi.org/10.1016/j.exer.2008.08.012>
50. Zenkel M., Krysta A., Pasutto F., Juenemann A., Kruse F.E. and Schlötzer-Schrehardt U. Regulation of lysyl oxidase-like 1 (LOXL1) and elastin-related genes by pathogenic factors associated with pseudoexfoliation syndrome. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011; 52:8488-8495. <https://doi.org/10.1167/iovs.11-8361>
51. Doudevski I., Rostagno A., Cowman M., Liebmann J., Ritch R. and Ghiso J. Clusterin and complement activation in exfoliation glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2014; 55:2491-2499. <https://doi.org/10.1167/iovs.13-12941>
52. Padhy B., Kapuganti R.S., Hayat B., Pranija Paramita Mohanty P.P. and Alone D.P. De novo variants in an extracellular matrix protein coding gene, fibulin-5 (FBLN5) are associated with pseudoexfoliation. *Eur J Hum Genet* 2019; 27:1858-1866. <https://doi.org/10.1038/s41431-019-0482-6>