



Бакунина Н.А.^{1,2} ✉, Сотникова Ю.П.³

¹ Городская клиническая больница № 1 имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия

² Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия

³ Хадасса Медикал ЛТД, Москва, Россия

Современный взгляд на хирургическое лечение закрытоугольной глаукомы

Конфликт интересов: не заявлен.

Финансирование. Авторы не получали финансирования при проведении исследования и написании статьи.

Подана: 02.12.2021

Принята: 14.02.2022

Контакты: nata-oko@mail.ru, juliasot0509@gmail.com

Резюме

Первичная закрытоугольная глаукома (ПЗУГ, primary angle-closure glaucoma – PACG) является одной из наиболее прогностически неблагоприятных форм глаукомы с точки зрения нарушения зрительных функций.

Несмотря на широкие современные диагностические возможности выявления ПЗУГ, вопросы выбора метода хирургического лечения глаукомы «коротких» глаз остаются достаточно актуальными.

До настоящего времени нет четких рекомендаций по хирургическому лечению пациентов с ПЗУГ по причине многообразия анатомических и этнических особенностей строения «коротких» глаз, и этот вопрос также требует дальнейшего изучения, ввиду того что традиционная лазерная иридэктомия эффективна только в 58% случаев. Глаза с первичным закрытием угла передней камеры (ПЗУ), с острым приступом закрытоугольной глаукомы (ОПЗУГ), а также большинство глаз с ПЗУГ нуждаются в дальнейшем лечении после иридэктомии.

Согласно Marchini G. et al. (2015), закрытие угла может повторяться после профилактической лазерной периферической иридэктомии (ЛПИ), произведенной после купирования приступа глаукомы на контралатеральном глазу, из-за синдрома плато радужной оболочки, диспропорции хрусталика или цилиарной блокады, а также из-за развития хронической закрытоугольной глаукомы – до 50–58% случаев.

Прогрессирование катаракты, случаи подвывиха хрусталика, повреждение эндотелия роговицы, остаточное закрытие угла передней камеры (УПК) после ЛПИ несколько дискриминируют этот метод лечения.

В предлагаемом обзоре обобщены имеющиеся в литературе сведения о лазерном и хирургическом методах лечения закрытоугольной глаукомы, выделены диагностические критерии, на которые следует обращать внимание при определении тактики лечения пациентов с ЗУГ.

Ключевые слова: первичная закрытоугольная глаукома, острый приступ глаукомы, лазерное лечение, хирургическое лечение, иридэктомия, фактоэмulsionификация, гоносинохиолизис

Bakunina N.^{1,2} ✉, Sotnikova Yu.³

¹ N.I. Pirogov City Clinical Hospital № 1, Moscow, Russia

² Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

³ Hadassah Medical LTD, Moscow, Russia

Modern View on Surgical Treatment of Angle-Closure Glaucoma

Conflict of interest: nothing to declare.

Funding. The authors did not receive funding when conducting the research and writing the article.

Submitted: 02.12.2021

Accepted: 14.02.2022

Contacts: nata-oko@mail.ru, juliasot0509@gmail.com

Abstract

Primary angle-closure glaucoma is one of the most prognostically unfavorable forms of glaucoma in terms of visual impairment.

Despite the wide modern diagnostic possibilities of detecting PACG (primary angle-closure glaucoma), the issues of choosing the method of surgery for glaucoma of "short" eyes remain quite relevant.

To date, there are no clear recommendations for the surgery of patients with PACG due to the variety of anatomical and ethnic features of the structure of "short" eyes, and this issue also requires further study, due to the fact that traditional laser iridectomy is effective only in 58% of cases.

Eyes with PACG, with an acute attack of angle-closure glaucoma, as well as most eyes with PACG need further treatment after iridectomy. According to Marchini G. et al. (2015), close angle may be repeated after prophylactic peripheral iridotomy to 50–58% of cases, produced after the relief of an attack of glaucoma in the contralateral eye, due to the syndrome of plateau iris, lens distortions or ciliary blockade, but also because of the development of chronic angle-closure glaucoma.

The progression of cataract cases of subluxation of the crystalline lens after laser iridectomy few discriminate this method of treatment.

The proposed review summarizes the information available in the literature on the surgery of angle-closure glaucoma, identifies diagnostic criteria that should be paid attention to when determining the tactics of treatment of patients with angle-closure glaucoma.

Keywords: primary angle-closure glaucoma, acute attack of glaucoma, laser treatment, surgical treatment, iridectomy, phacoemulsification, goniosynechiolysis

В последнее время в литературе встречается много информации, касающейся вопросов лечения открытоугольной глаукомы [1, 2]. Но проблемы лечения первичной закрытоугольной глаукомы (ПЗУГ) не менее актуальны, т. к. риск слепоты как минимум в три раза выше, чем при ПОУГ [3]. До настоящего времени нет четких рекомендаций по хирургическому лечению пациентов с ПЗУГ по причине многообразия анатомических и этнических особенностей строения «коротких» глаз, и этот вопрос требует дальнейшего изучения, ввиду того что традиционная лазерная иридэктомия

эффективна только в 58% случаев. Согласно Marchini G. et al. (2015), закрытие угла может повторяться после профилактической лазерной периферической иридэктомии (ЛПИ), произведенной после купирования приступа глаукомы на контралатеральном глазу, из-за синдрома плато радужной оболочки, диспропорции хрусталика или цилиарной блокады, а также из-за развития хронической закрытоугольной глаукомы – до 50–58% случаев [4, 5].

Частое прогрессирование катаракты, случаи подвывиха хрусталика после ЛПИ несколько дискриминируют этот метод лечения.

Целью настоящего обзора явилось описание современных данных о лазерном и хирургическом методах лечения закрытоугольной глаукомы, которая характерна для так называемых коротких глаз.

Хирургическое лечение закрытоугольной глаукомы направлено на снижение внутриглазного давления (ВГД), открытие угла передней камеры, восстановление циркуляции внутриглазной жидкости и выравнивание давления в передней и задней камерах глаза.

ЛПИ является наиболее доступным и простым методом лечения. Именно она рассматривается в большинстве случаев как первый этап оперативного лечения и является методом выбора при этой патологии.

Nolan W.P. et al. (2000) подчеркивают, что ЛПИ устраняет градиент давления, вызванный зрачковым блоком, путем создания отверстия в периферической радужке. Это отверстие, созданное аргоновым YAG-лазером, установленным на щелевой лампе, обеспечивает свободную циркуляцию водянистой влаги из задней камеры в переднюю камеру, даже если зрачок заблокирован [6].

Восстанавливая более заднее положение радужки, это отверстие может предотвратить дальнейшее повышение ВГД, свести к минимуму последующее повреждение зрительного нерва и замедлить прогрессирование потери поля зрения. В случаях подозрения на закрытие угла иридэктомия часто используется в качестве профилактической меры для предотвращения дальнейшего прогрессирования закрытия угла.

Nolan W.P. et al. (2000) обнаружили, что ЛПИ приводит к увеличению ширины угла на две ступени Шаффера. Они сообщили, что у глаз с первичным закрытием угла передней камеры (ПЗУ), которые были нормальными во всех других отношениях и подверглись иридэктомии, не развились глаукоматозная оптическая нейропатия или симптоматическое закрытие угла в течение 5 последующих лет [6].

Эти исследования созвучны более современным исследованиям Pillunat K.R. et al. (2019), которые в своей работе показали, что после ЛПИ у пациентов европеоидной расы статистически значимо снизилось ВГД с $18,8 \pm 3,6$ до $14,7 \pm 3,1$ мм рт. ст. и произошло статистически значимое расширение угла передней камеры во всех четырех квадрантах: по Шафферу назально от $1,04 \pm 0,98$ до $2,54 \pm 1,1$, вверх от $0,39 \pm 0,66$ до $1,58 \pm 1,21$; темпорально от $0,87 \pm 1,01$ до $2,17 \pm 1,24$; в нижнем сегменте от $1,22 \pm 0,74$ до $2,75 \pm 0,9$. Такие параметры, как глубина и объем передней камеры, статистически значимо в исследуемых глазах не изменились [7].

Однако согласно исследованию, проведенному Qiu L. et al. (2020) в китайской популяции, 25% глаз с ПЗУ все же превратились в глаза с ПЗУГ в сроки более чем через 5 лет после ЛПИ при сроках наблюдения $6,67 \pm 1,33$ года [8].

Zebardast N. et al. (2016) при проведении исследования коротких глаз в южноиндийской популяции с подозрением на первичное закрытие угла (ПЗУ, или



аппозиционное первичное закрытие УПК, или иридотрабекулярный контакт – Iridotrabecular contact (ITC)) или с первичным закрытием угла (ПЗУ или иридотрабекулярный контакт с периферическими передними синехиями – Iridotrabecular contact with peripheral anterior synechiae (ITC with PAS) / ПЗУГ обнаружили, что ЛПИ приводит к значительному расширению угла передней камеры, наблюдаемому как при оптической когерентной томографии переднего сегмента (ОКТ), так и при гониоскопии, хотя некоторая степень постоянного иридотрабекулярного контакта присутствовала примерно в половине глаз с ПЗУ и примерно в двух третях глаз ПЗУ/ПЗУГ при гониоскопии. Наибольшее расширение на ОКТ наблюдалось в глазах с признаками, наиболее соответствующими большему исходному зрачковому блоку [9].

Несмотря на доступность и эффективность ЛПИ, необходимо помнить и о нежелательных эффектах, которые могут быть связаны с данным видом лечения.

Существуют разногласия относительно безопасности этой процедуры для эндотелия роговицы. В качестве механизма повреждения эндотелия рассматриваются прямое термическое повреждение, механические ударные волны, временное повышение ВГД, воспаление, турбулентный водный поток, дисперсия пигмента радужки [10].

В метаанализе Wang et al. [11] отмечено, что ЛПИ является относительно безопасной процедурой, однако существует потенциальный долгосрочный риск декомпенсации роговицы, что в конечном итоге может привести к трансплантации последней. Самый длительный интервал между лазерной иридэктомией и декомпенсацией роговицы составил 8 лет.

Для оценки рисков развития декомпенсации роговицы после ЛПИ необходимо учитывать и физиологическую потерю эндотелиальных клеток, которая может быть обусловлена этнической принадлежностью. В нормальных европейских глазах средняя экспоненциальная потеря клеток за 10-летний период составляла 0,6–0,5% в год по данным Bourne W.M. et al. (1997) [12]. В нормальных индийских и китайских глазах она составляла около 0,3% в год по данным Rao S.K. et al. (2000) [13].

Развитие катаракты после проведенной ЛПИ также является осложнением, которое было подтверждено в многочисленных исследованиях. Lim et al. (2005) [14] были первыми, кто проспективно оценил изменения помутнения хрусталика после ЛПИ в глазах пациентов с острым ПЗУ, используя систему классификации помутнений хрусталика LOCS III (Lens Opacity Classification System III – это система оценки фотоизображений возрастной катаракты с щелевой лампы с ретроиллюминацией), и сообщили о значительном прогрессировании катаракты в 23,3% глаз (95% доверительный интервал 16,9–29,7%). В исследовании, проведенном Nolan W.P. et al. (2017) в Ченнаи через 6 лет после первичного осмотра исследуемых лиц, также наблюдалось значительное прогрессирование кортикальной катаракты после ЛПИ в группе пациентов с подозрением на ПЗУ. Прогрессирование катаракты наблюдалось в 38,9% глаз среди тех, кто перенес ЛПИ, по сравнению с 23,1% глаз, которые не подвергались данному виду вмешательства [15]. Напротив, в исследовании, проведенном в Монголии, Yip et al. (2010) [16] сообщили об отсутствии существенной разницы в прогрессировании катаракты с использованием системы классификации LOCS III между группой, перенесшей ЛПИ с ПЗУ, и остальной частью исследуемой популяции в сроки через 6 лет, из чего следует, что эта тема нуждается в дальнейшем изучении.

Также были зарегистрированы случаи подвывиха хрусталика и дислокации хрусталика после ЛПИ. Seong et al. (2009) [17] и Mutoh T. и соавт. (2012) [18] сообщили о

вывихе хрусталика через 1–10 месяцев после ЛПИ. В этих случаях предсуществующие условия, возможно, уже могли ослабить зонулярные волокна. Считается, что эффект ударной волны от ЛПИ вызывает дальнейшее зонулярное повреждение и приводит к смещению хрусталика. Hu R. et al. (2017) описали случай скрытого подвывиха после ЛПИ, который был диагностирован только во время удаления хрусталика [19].

Согласно сводному отчету Американской академии офтальмологии (2018), лазерная периферическая иридэктомия увеличивает ширину угла во всех сегментах УПК и имеет высокий уровень безопасности. Большинство глаз с подозрением на ПЗУ после ЛПИ не нуждаются в дальнейшем лечении, тогда как глаза с ПЗУ, с острым ПЗУ, а также большинство глаз с ПЗУГ нуждаются в дальнейшем лечении [20].

Гониоскопически определяемое стойкое закрытие угла после ЛПИ было зарегистрировано в 2–57% глаз при всех формах закрытого угла и обусловлено такими анатомическими особенностями, как более узкий угол, более толстая радужная оболочка, расположенное спереди цилиарное тело или больший свод хрусталика. После проведенной ЛПИ дальнейшее лечение для контроля ВГД было зарегистрировано в 0–8% случаев с подозрением на первичное закрытие УПК, от 42% до 67% – с ПЗУ, от 21% до 47% – при остром ПЗУ и 83–100% глаз с ПЗУГ. Переход к ПЗУГ варьировал от 0% до 0,3% в год у пациентов с подозрением на ПЗУ и от 0% до 4% в год – с ПЗУ. Осложнения после ЛПИ включали скачок ВГД (увеличение на 8–17 мм рт. ст. от исходного уровня в 6–10% случаев), дисфотопсию (2–11%), кровотечение из передней камеры (30–41%) и прогрессирование катаракты (23–39%) [21].

Kwon J.C. et al. (2018) разделили 133 глаза 75 участников на 4 группы в соответствии с механизмами закрытия угла на основе базовых изображений оптической когерентной томографии переднего отрезка глаза: зрачковый блок, конфигурация плато радужной оболочки, толстый валик периферической радужки и увеличенный свод хрусталика. После лазерной иридэктомии угол передней камеры расширился в группе со зрачковым блоком и с толстым валиком периферической радужки, тогда как в группе с конфигурацией плато радужки и высоким сводом хрусталика УПК не расширился. Идентификация механизма закрытия УПК перед лазерной иридэктомией может помочь предсказывать изменения параметров переднего отрезка в результате произведенной ЛПИ и, как следствие, прогнозировать результаты лазерной иридэктомии [22].

Пока нет единого мнения о наилучшем подходе к хирургическому лечению ПЗУГ. Варианты хирургического вмешательства включают: факоемульсификацию, трабекулэктомию, факотрабекулэктомию, гониосинехиализ в сочетании с экстракцией катаракты, иридо-ленс-гиалоидо-витрэктомию.

В настоящее время произошло смещение парадигмы в сторону удаления даже прозрачного хрусталика как метода лечения ПЗУГ, ввиду того что фистулизирующие операции при ПЗУГ сопровождаются большим числом хирургических осложнений, включая гипотонию, отслойку сосудистой оболочки, обмеление передней камеры, неправильное направление тока ВГЖ, катарактогенез. Kashiwagi K. et al. (2016) сообщили о высокой частоте потери зрения из-за отслойки сосудистой оболочки, гипотонической макулопатии, катаракты и буллезной кератопатии при таких видах оперативного лечения глаукомы [23].

Chen J.Y. et al. (2020) сравнили эффект факоемульсификации хрусталика (ФЭХ) с ЛПИ у 122 пациентов с подозрением на первичное закрытие угла передней камеры

в возрасте от 52 до 80 лет. Все параметры переднего угла были значительно больше после ФЭХ, чем после ЛПИ. Радужная оболочка была более плоской после ФЭХ, чем после ЛПИ. Гониоскопически группа ФЭХ достигла большей ширины послеоперационного угла, чем ЛПИ ($P < 0,001$), и все углы передней камеры были открыты. По сравнению с ЛПИ ФЭХ привела к более широкому углу передней камеры, более глубокой передней камере и более низкому ВГД в глазах с ПЗУ. Более того, после ФЭХ не наблюдалось остаточного закрытия угла, что морфологически предотвращает прогресс закрытия угла [24]. Таким образом, в последние годы удаление хрусталика в «коротких» глазах постепенно стало одним из основных методов лечения ПЗУГ [25, 26].

Hansarpinyo L. et al. (2020) проанализировали клинические данные 35 пациентов в группе после фактоэмюльсификации и 44 пациентов в группе после факотрабекулэктомии пациентов с ПЗУГ. Через 5 лет после операции среднее ВГД снизилось на 20,7% и 29,5% по сравнению с периодом до операции и после фактоэмюльсификации и факотрабекулэктомии соответственно ($P < 0,001$ для обеих групп). Факотрабекулэктомия была более эффективной в снижении внутриглазного давления, чем одна фактоэмюльсификация при первичной закрытоугольной глаукоме, но была связана с большим количеством послеоперационных осложнений в течение 5 лет после операции. Сама по себе фактоэмюльсификация снижает ВГД и потребность в препаратах для лечения глаукомы при ПЗУГ в сочетании с катарактой на срок до 5 лет [27].

Zuo C. et al. (2019) на примере 63 пациентов было доказано [28], что долгосрочный гипотензивный эффект (на протяжении 2 лет) в послеоперационном периоде связан с применением митомицина С при трабекулэктомии у пациентов с хронической ЗУГ. Другими авторами (2019) определено, что факотрабекулэктомия с митомицином не добавляла преимущества по сравнению с фактоэмюльсификацией у пациентов с ПЗУГ и была связана с большим количеством послеоперационных вмешательств, в том числе по поводу развившейся гипотонии [29].

Chan P.P. et al. (2019) выявили метод быстрого купирования острого приступа глаукомы – вдавливание роговицы при помощи гониоскопа малого диаметра без фланца (за счет компрессии гониолинзы). При таком вдавливании УПК открывается, за счет этого снижается ВГД. До этой процедуры было зарегистрировано ВГД до 55,5 мм рт. ст. После данной процедуры ВГД снизилось до 26,4 мм рт. ст. Это может привести к немедленному улучшению симптомов, использованию меньшего количества лекарств, избеганию более рискованных процедур и более быстрому эффекту от лечения [30].

Этот же способ быстрого снижения повышенного ВГД и повышения прозрачности роговицы в условиях острого приступа глаукомы предлагают Elewa L.S. et al. (2014) [31]. Авторы подчеркивают, что после вдавливания роговицы проведение лазерной иридэктомии более безопасно.

Pathak Ray V. et al. (2019) предлагают после факотрабекулэктомии для пациентов с ЗУГ, предрасположенных к мелкой глубине ПК вследствие синдрома неправильно-го тока ВГЖ, проводить иридогалоидовитрэктомию. По данным авторов, помимо углубления ПК после этой манипуляции также наблюдалось значительное снижение использования антиглаукомных препаратов ($p < 0,001$) [32].

Schmidt D.C. et al. (2020) на основании систематического обзора литературы в базах данных PubMed, EMBASE и Cochrane Library тоже подчеркнули эффективность иридогониолизотомии в случае возникновения синдрома неправильного тока ВГЖ после операций при ЗУГ и при гиперметропии [33, 34].

При протяженных гониосинехиях у пациентов с ЗУГ Shokoohi-Rad S. et al. (2021) подчеркивают эффективность проведения гониотомии в добавлении к вискогониосинехиолизису во время выполнения факэмульсификации (ФЭ) [35]. Было проведено проспективное рандомизированное клиническое исследование на 63 глазах 61 пациента (48–85 лет) с первичной закрытоугольной глаукомой. В результате исследования выявлено, что среднее внутриглазное давление в группе «ФЭ + вискогониосинехиолиз + гониотомия» было ниже, чем в группе «ФЭ + вискогониосинехиолиз». Кроме того, разница ВГД между двумя группами была значительной через 3 месяца и 6 месяцев после операции. До вмешательства не было различий в результатах ОКТ переднего сегмента глаза.

Эффективность и важность гониосинехиолизиса при ФЭ отмечают Wang L. et al. (2020) [36], прооперировавшие 145 глаз 133 пациентов с ЗУГ.

Pathak-Ray V. et al. (2019) провели интервенционное и несравнительное исследование 32 глаз 28 пациентов, перенесших факээндоциклопластику, выполненную на 180–210° одновременно с хирургией катаракты. Авторы показали, что факээндоциклопластика может эффективно контролировать ВГД в послеоперационном периоде [37].

Комбинированная факэмульсификация и эндоскопическая циклофотокоагуляция могут эффективно снизить ВГД при неконтролируемой с медицинской точки зрения глаукоме посредством абляции цилиарных отростков контролируемым образом при прямой визуализации, избегая серьезных осложнений, связанных с транссклеральной циклофотокоагуляцией и с фильтрующими операциями, такими как трабекулэктомия [38], особенно в глазах с конфигурацией плоской радужной оболочки.

Одним из факторов, определяющих тактику хирургического лечения, может оказаться и генетическая диагностика. Zhong Y. [39] в своей работе, посвященной изучению мутаций в гене BEST1 у пациентов с аутосомно-рецессивной бестрофинопатией в комбинации с ПЗУГ, отмечает рефрактерную неглубокую переднюю камеру после трабекулэктомии у всех исследуемых пациентов. В связи с этим он делает выводы о том, что изменения на глазном дне могут играть определенную роль в течении послеоперационного периода. Наличие скоплений субретинальной и интратетинальной жидкости, вызванных нарушением проницаемости пигментного эпителия сетчатки из-за дисфункции бестрофина-1 [40–42], может вызывать перепад давления между задней камерой, полостью стекловидного тела и передней камерой, особенно при наличии фильтрации, что может способствовать проминенции хрусталика кпереди и вызвать рефрактерную неглубокую переднюю камеру после трабекулэктомии.

Утолщение хориоидеи, вызванное диффузным расширением капилляров заднего полюса хориоидеи, может быть еще одним возможным фактором в патогенезе плоской передней камеры после трабекулэктомии у этой группы пациентов [43]. При этом авторы отмечают отличия в течении ЗУГ в сочетании с бестрофинопатией у молодых и пожилых людей [44] и рекомендуют воздерживаться от хирургического лечения такого типа ЗУГ у более молодых пациентов.

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ввиду многообразия анатомических и этнических особенностей строения «коротких» глаз до настоящего времени нет четких рекомендаций по хирургическому лечению пациентов с ПЗУГ, и этот вопрос требует дальнейшего изучения, так как традиционная лазерная иридэктомия эффективна только в 58% случаев из-за остаточного закрытия УПК, может вызывать прогрессирование катаракты, подвывих хрусталика, повреждение эндотелия роговицы.

Несмотря на широкие современные диагностические возможности для выявления глаукомы «коротких» глаз, вопросы выбора наиболее эффективного хирургического метода лечения в каждом конкретном случае остаются достаточно актуальными.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Avdeev R.V., Alexandrov A.S., Bakunina N.A., Belaya D.A., Brezhnev A.Yu., Volzhanin A.V., Volkova N.V. et al. Comparison of treatment regimens for patients with primary open-angle glaucoma with signs of disease progression. Part 1. IOP levels. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma*. 2018;17(1):14–28.
2. Avdeev R.V., Alexandrov A.S., Bakunina N.A., Belaya D.A., Brezhnev A.Yu., Volzhanin A.V., Volkova N.V. et al. Comparison of primary open-angle glaucoma treatment regimens for patients with disease progression characteristics. Part 2. The efficacy of initial hypotensive treatment regimens. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma*. 2018; 17(2):65–83. doi: 10.25700/NJG.2018.02.073
3. Krishnadas R. Current management options in primary angle closure disease. *Indian J Ophthalmol*. 2019 Mar;67(3):321–323. doi: 10.4103/ijo. IJO_1932_18.
4. Marchini G., Chemello F., Berzaghi D., Zampieri A. New findings in the diagnosis and treatment of primary angle-closure glaucoma. *Prog Brain Res*. 2015;221:191–212. doi: 10.1016/bs.pbr.2015.05.001.
5. Fea A.M., Dallorto L., Lavia C. Long-term outcomes after acute primary angle closure of Caucasian chronic angle closure glaucoma patients. *Clin Exp Ophthalmol*. 2018 Apr;46(3):232–239. doi: 10.1111/ceo.13024.
6. Nolan W.P., Foster P.J., Devereux J.G. YAG laser iridotomy treatment for primary angle closure in east Asian eyes. *Br J Ophthalmol*. 2000;84:1255–9. doi: 10.1136/bjo.84.11.1255.
7. Pillunat K.R., Spoerl E., Orphal J., Pillunat L.E. Argon laser peripheral iridoplasty for chronic primary angle-closure and angle-closure glaucoma in caucasians. *Acta Ophthalmol*. 2019 Mar;97(2):e225–e230. doi: 10.1111/aos.13878.
8. Qiu L., Yan Y., Wu L. Appositional angle closure and conversion of primary angle closure into glaucoma after laser peripheral iridotomy. *Br. J. Ophthalmol*. 2020 Mar;104(3):386–391. doi: 10.1136/bjophthalmol-2018-312956.
9. Zebardast N., Kavitha S., Krishnamurthy P. Changes in anterior segment morphology and predictors of angle widening after laser iridotomy in South Indian eyes. *Ophthalmology*. 2016;123:2519–26. doi: 10.1016/j.ophtha.2016.08.020.
10. Jamali H., Jahani S., Gharebaghi R. Effects of laser peripheral iridotomy on corneal endothelial cell density and cell morphology in primary angle closure suspect subjects. *J Ophthalmic Vis Res*. 2016;11:258–62. doi: 10.4103/2008-322X.188395.
11. Wang P.X., Koh V.T., Loon S.C. Laser iridotomy and the corneal endothelium: A systemic review. *Acta Ophthalmol*. 2014;92:604–16. doi: 10.1111/aos.12367.
12. Bourne W.M., Nelson L.R., Hodge D.O. Central corneal endothelial cell changes over a ten-year period. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1997;38:779–82. doi: 10.3341/jkos.2009.50.2.189.
13. Rao S.K., Ranjan Sen P., Fogla R., Gangadharan S., Padmanabhan P., Badrinath S.S. Corneal endothelial cell density and morphology in normal Indian eyes. *Cornea*. 2000;19:820–3. doi: 10.1186/1471-2415-6-9.
14. 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;112:1355–9. doi: 10.1016/S0084-392X(08)70271-5.
15. Nolan W.P., Asokan R., Panday M., George R. Is prophylactic laser peripheral iridotomy for primary angle closure suspects a risk factor for cataract progression? The Chennai Eye Disease Incidence Study. *Br J Ophthalmol*. 2017;101:665–70. doi: 10.1136/bjophthalmol-2016-308733.
16. Yip J.L., Nolan W.P., Gilbert C.E., Uranchimeg D., Baassanhuu J., Lee P.S. Prophylactic laser peripheral iridotomy and cataract progression. *Eye (Lond)*. 2010;24:1127–34. quiz 1135. doi: 10.1038/eye.2010.59.
17. Seong M., Kim M.J., Tchah H. Argon laser iridotomy as a possible cause of anterior dislocation of a crystalline lens. *J Cataract Refract Surg*. 2009;35:190–2. doi: 10.1016/j.jcrs.2009.02.041.
18. Mutoh T., Barrette K.F., Matsumoto Y., Chikuda M. Lens dislocation has a possible relationship with laser iridotomy. *Clin Ophthalmol*. 2012;6:2019–22. doi: 10.2147/OPHT.537972.
19. Hu R., Wang X., Wang Y., Sun Y. Occult lens subluxation related to laser peripheral iridotomy: A case report and literature review. *Medicine (Baltimore)*. 2017;96:e6255. doi: 10.1097/MD.00000000000006255.
20. Radhakrishnan S., Chen P.P., Junk A.K. Laser Peripheral Iridotomy in Primary Angle Closure: A Report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology*. 2018 Jul;125(7):1110–1120. doi: 10.1016/j.ophtha.2018.01.015.
21. Radhakrishnan S., Chen P.P., Junk A.K., Nouri-Mahdavi K., Chen T.C. Laser Peripheral Iridotomy in Primary Angle Closure: A Report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology*. 2018 Jul;125(7):1110–1120. doi: 10.1016/j.ophtha.2018.01.015.
22. Kwon J., Sung K.R., Han S. Long-term Changes in Anterior Segment Characteristics of Eyes With Different Primary Angle-Closure Mechanisms. *Am J Ophthalmol*. 2018 Jul; 191:54–63. doi: 10.1016/j.jajo.2018.04.005.
23. Kashiwagi K., Kogure S., Mabuchi F., Chiba T., Yamamoto T., Kuwayama Y. Change in visual acuity and associated risk factors after trabeculectomy with adjunctive mitomycin C. *Acta Ophthalmol*. 2016;94:561–70. doi: 10.1111/aos.13058.

24. Chen J.Y., Sun X.H., Chen X.L. Rational application of lens extraction for primary angle-closure glaucoma. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi*. 2020 Jan 11;56(1):9–12. Chinese. doi: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2020.01.003.
25. Napier M.L., Azuara-Blanco A. Changing patterns in treatment of angle closure glaucoma. *Curr Opin Ophthalmol*. 2018 Mar;29(2):130–134. doi: 10.1097/ICU.0000000000000453.
26. Hansapinyo L., Choy B.N.K., Lai J.S.M. Phacoemulsification Versus Phacotrabeculectomy in Primary Angle-closure Glaucoma With Cataract: Long-Term Clinical Outcomes. *Journal of Glaucoma*. 2020;29(1):15–23. doi: 10.1097/IJG.0000000000001397.
27. Zuo C., Lin S., Wu K., Gong R., Liu Y., Lin M., Ge J. One-month IOP in mitomycin C-augmented trabeculectomy can predict long-term IOP control in chronic primary angle-closure glaucoma. *Int Ophthalmol*. 2019 Oct;39(10):2335–2340. doi: 10.1007/s10792-019-01072-1.
28. El Sayed Y.M., Elhusseiny A.M., Albalkini A.S., El Sheikh R.H., Osman M.A. Mitomycin C-augmented Phacotrabeculectomy Versus Phacoemulsification in Primary Angle-closure Glaucoma: A Randomized Controlled Study. *J Glaucoma*. 2019 Oct;28(10):911–915. doi: 10.1097/IJG.0000000000001345.
29. Chan P.P., Pang J.C., Tham C.C. Acute primary angle closure-treatment strategies, evidences and economical considerations. *Eye (Lond)*. 2019 Jan;33(1):110–119. doi: 10.1038/s41433-018-0278-x.
30. Elewa L.S., Elzankaloni Y.A., Elkholefy H. Corneal indentation versus anterior chamber paracentesis as an adjuvant to medical treatment in controlling acute primary angle-closure glaucoma. *J Egypt Ophthalmol Soc*. 2014;107:142–7. doi: 10.4103/2090-0686.148114.
31. Pathak Ray V., Gulati I., Choudhari N. Intra-Operative Ostial Irido-Zonulo-Hyaloido-Vitreotomy with Primary Posterior Capsulectomy for Prevention of Post-Operative Aqueous Misdirection in Combined Phaco-Trabeculectomy in Primary Angle Closure Glaucoma. *Curr Eye Res*. 2019 Oct;44(10):1087–1090. doi: 10.1080/02713683.2019.1625409.
32. Grzybowski A., Kanclerz P. Acute and chronic fluid misdirection syndrome: pathophysiology and treatment. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2018 Jan;256(1):135–154. doi: 10.1007/s00417-017-3837-0.
33. Schmidt D.C., Kessel L., Pedersen K.B., Villumsen J.E., Bach-Holm D. Pars plana vitrectomy combined with hyaloido-zonula-iridectomy in treatment of patients with chronic aqueous misdirection: A systematic literature review and case series. *Acta Ophthalmol*. 2020 Aug 25. doi: 10.1111/aos.14580.
34. Shokoohi-Rad S., Karimi F., Zarei-Ghanavati S., Tireh H. Phacoemulsification, visco-goniosynechialysis, and goniotomy in patients with primary angle-closure glaucoma: A comparative study. *Eur J Ophthalmol*. 2021 Jan;31(1):88–95. doi: 10.1177/1120672119879331.
35. Wang L., Ren C., Lu P. Effects of Phacoemulsification Combined With Goniosynechialysis on Primary Angle-closure Glaucoma. *J Glaucoma*. 2020 Dec;29(12):e142. doi: 10.1097/IJG.0000000000001663.
36. Pathak-Ray V. Intermediate results of phaco-endocycloplasty in an exclusive cohort of angle closure glaucoma: potential for change. *Int Ophthalmol*. 2019 Oct;39(10):2257–2265. doi: 10.1007/s10792-018-01062-9.
37. Panse K., Le C., Hubbell M., Ayyala R.S. Surgical outcomes of phacoemulsification/goniosynechialysis with and without endocyclophotocoagulation in patients with chronic angle closure glaucoma. *Indian J Ophthalmol*. 2019;67:366–70.
38. Zhong Y., Guo X., Xiao H., Luo J., Zuo C., Huang X. Flat Anterior Chamber after Trabeculectomy in Secondary Angle-Closure Glaucoma with BEST1 Gene Mutation: Case Series. *PLoS ONE*. 2017;12(1):e0169395. doi: 10.1371/journal.pone.0169395.
39. Crowley C., Paterson R., Lamey T., McLaren T., De Roach J., Chelva E. Autosomal recessive bestrophinopathy associated with angle-closure glaucoma. *Doc Ophthalmol*. 129(1):57–63. doi: 10.1007/s10633-014-9444-z.
40. Xiao Q., Hartzell H.C., Yu K. Bestrophins and retinopathies. *Pflugers Arch*. 2010;460(2):559–69. doi: 10.1007/s00424-010-0821-5.
41. Hartzell H.C., Qu Z., Yu K., Xiao Q., Chien L.T. Molecular physiology of bestrophins: multifunctional membrane proteins linked to best disease and other retinopathies. *Physiol Rev*. 2008;88(2):639–72. doi: 10.1152/physrev.00022.2007.
42. Quigley H.A. What's the choroid got to do with angle closure? *Arch Ophthalmol*. 2009;127(5):693–4. doi: 10.1001/archophthalmol.2009.80.
43. Ritch R., Chang B.M., Liebmann J.M. Angle closure in younger patients. *Ophthalmology*. 2003;110(10):1880–9. doi: 10.1016/S0161-6420(03)00563-3.