

Выбор антиглаукомного компонента комбинированного хирургического вмешательства при катаракте и первичной открытоугольной глаукоме

Ю.Н. Юсеф¹А.С. Введенский¹М.Н. Иванов¹Н.Д. Фокина², Н.Ю. Школяренко¹, К.К. Кулиш¹

¹ ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней имени М.М.Краснова»
ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация

² ФБАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М.Сеченова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)
ул. Большая Пироговская, 2, стр. 4, Москва, 119991, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(3):500–506

В связи с увеличением продолжительности жизни и возрастанием контингента пациентов пожилого и старческого возраста повышается актуальность комбинированного хирургического лечения характерных для этого возрастного контингента заболеваний: катаракты и первичной открытоугольной глаукомы. Учитывая, что ультразвуковая факэмульсификация стала стандартом факохирургии, при планировании комбинированного вмешательства основной задачей хирурга является адекватный выбор антиглаукомного компонента операции у пациента с катарактой и первичной открытоугольной глаукомой. По данным литературы, наилучшие результаты обеспечивают патогенетически ориентированные методики антиглаукомного компонента комбинированного вмешательства. При этом важным этапом вмешательства является интраоперационное определение уровня ретенции оттоку внутриглазной жидкости на основе исследования в ходе комбинированной операции феномена ретроградного заполнения шлеммова канала кровью, что позволяет быстро и точно определять уровень ретенции и патогенетически ориентированный антиглаукомный компонент вмешательства.

Ключевые слова: катаракта, первичная открытоугольная глаукома, хирургия, уровень ретенции.

Для цитирования: Юсеф Ю.Н., Введенский А.С., Иванов М.Н., Фокина Н.Д., Школяренко Н.Ю., Кулиш К.К. Выбор антиглаукомного компонента комбинированного хирургического вмешательства при катаракте и первичной открытоугольной глаукоме. *Офтальмология*. 2025;22(3):500–506. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-500-506>

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

Конфликт интересов отсутствует.



Selection of the Antiglaucoma Component of Combined Surgery for Cataract and Primary Open-Angle Glaucoma

Yu.N. Yusef¹, A.S. Vvedenskiy¹, M.N. Ivanov¹, N.D. Fokina², N.Yu. Shkolyarenko¹, K.K. Kulish¹

¹ Krasnov Research Institute of Eye Disease
Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russian Federation

² Sechenov First Moscow State Medical University
Bol'shaya Pirogovskaya str., 2/4, Moscow, 119991, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(3):500-506

Due to the increase in life expectancy and the growth of the contingent of elderly and senile patients, the relevance of combined surgical treatment of diseases characteristic of this age group increases: cataracts and primary open-angle glaucoma. Considering that ultrasound phacoemulsification has become the standard of phaco surgery, when planning a combined surgery, the main task of the surgeon is an adequate choice of the antiglaucoma component of the operation in a patient with cataract and primary open-angle glaucoma. According to the literature the best results are achieved by pathogenetically oriented methods of the antiglaucoma component of the combined operation. In this case an important stage of the surgery is the intraoperative determination of the level of retention of the outflow of intraocular fluid based on the study of the phenomenon of retrograde filling of the Schlemm's canal with blood during the combined operation, which allows for quick and accurate determination of the retention level and identification of the pathogenetically oriented antiglaucoma component of the operation.

Keywords: cataract, primary open-angle glaucoma, surgery, level of retention

For citation: Yusef Yu.N., Vvedenskiy A.S., Ivanov M.N., Fokina N.D., Shkolyarenko N.Yu., Kulish K.K. Selection of the Antiglaucoma Component of Combined Surgery for Cataract and Primary Open-Angle Glaucoma. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(3):500-506. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-500-506>

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

В офтальмохирургии в последние годы можно наблюдать тенденцию к проведению одноэтапного комбинированного хирургического вмешательства при катаракте и первичной открытоугольной глаукоме (ПОУГ), что определяет возможность существенного уменьшения сроков реабилитации больных с сочетанной патологией [1–5]. Стоит учитывать, что многочисленные современные публикации содержат информацию о том, что проведение только одной ФЭ приводит к значительному снижению внутриглазного давления (ВГД) в среднем на 1–3 мм рт. ст. за счет расширения угла передней камеры [6–8].

При этом противопоказанием к проведению комбинированного одномоментного хирургического вмешательства принято считать исходный уровень внутриглазного давления более 26 мм рт. ст., определяемый с помощью тонометра iCare или же любого другого аналогичного прибора. По мнению большого числа офтальмохирургов, в подобных случаях с целью предупреждения весьма вероятных тяжелых осложнений важно разделение хирургического лечения на два основных этапа. Антиглаукомная операция в таком случае становится чаще всего первым из них [1, 3, 4, 9, 10].

При современном развитии офтальмохирургии ультразвуковая факоэмульсификация стала стандартом лечения катаракты. По этой причине главной задачей, стоящей перед хирургом, является грамотный подбор антиглаукомного компонента у пациента с катарактой и ПОУГ [1, 9, 11–13].

Многие годы синустрабекулэктомия, являющаяся антиглаукомным хирургическим вмешательством фистулизирующего типа, была базовой методикой при комбинированном лечении ПОУГ и катаракты. Синустрабекулэктомия имеет существенную эффективность в отношении гипотензивного эффекта как самостоятельное вмешательство, в том числе и при проведении двухэтапного лечения катаракты и ПОУГ, равно как и при одномоментном. При этом стоит учитывать, что эта операция, как всякое фистулизирующее вмешательство, сопровождается значительным числом разнообразных осложнений.

В соответствии с этим во многом синустрабекулэктомия потеряла свое значение на горизонте последних десяти лет при комбинированном хирургическом лечении катаракты и ПОУГ и уступила свое прежнее место непроникающей глубокой склерэктомии, а кроме того, и микроинвазивным методикам, которые стали часто выполняться в качестве антиглаукомного компонента при комбинированном вмешательстве [10, 14–17]. Таким образом, существующим в настоящее время стандартом антиглаукомного компонента комбинированного одномоментного вмешательства по поводу ПОУГ и катаракты является непроникающая глубокая склерэктомия. Благодаря тому что отсутствует какое-либо проникновение в переднюю камеру, можно наблюдать значительное снижение вероятности осложнений, которые зачастую возникают при проведении операций фистулизирующего типа.

В ходе непроникающей глубокой склерэктомии отмечается весьма стабильный и высокий гипотензивный эффект. Данное обстоятельство подтверждается результатами сравнительных исследований с некоторыми другими методиками антиглаукомных вмешательств. Помимо всего прочего, непроникающая глубокая склерэктомия также хорошо сочетается с ультразвуковой ФЭ, что важно и при использовании фемтосекундного лазера в ходе проведения подобных вмешательств [11, 18–21].

Однако важно понимать, что в подавляющем большинстве случаев непроникающая глубокая склерэктомия как антиглаукомный компонент комбинированного одномоментного вмешательства производится без определения уровня ретенции внутриглазной жидкости. Основным недостатком, таким образом, остается большая доля случаев проведения лазерной десцеметогониопунктуры во время послеоперационного периода. Эта доля, по данным Д.И. Иванова и соавт., может достигать почти двух третей, а именно 65 %, что требует постоянного тщательного наблюдения за больными, перенесшими операцию, на протяжении весьма продолжительного периода времени. Это необходимо в связи с тем, что несвоевременное выполнение лазерного вмешательства впоследствии может быть связано со значительным риском прогрессирования глаукомной оптической нейропатии [2, 22, 23].

М.М. Красновым была предложена система патогенетически ориентированной хирургии ПОУГ, которая была основана в первую очередь на выявлении уровня ретенции оттоку внутриглазной жидкости. Все эти патогенетически ориентированные вмешательства весьма значительно снижают риск осложнений и при лечении собственно ПОУГ, и при различных комбинированных операциях по поводу катаракты и ПОУГ. В соответствии с работами М.М. Краснова различают трабекулярный, склеральный и комбинированный виды ретенции. Именно по этой классификации патогенетически ориентированные вмешательства должны воздействовать конкретно на каждый из приведенных выше видов ретенции [24].

Внутриглазная жидкость оттекает из передней камеры через трабекулярную сеть и шлеммов канал в эпи- и интрасклеральные вены по градиенту давления. При операциях по удалению катаракты, а особенно при выполнении ультразвуковой ФЭ, из-за снижения внутриглазного давления может наблюдаться ретроградное заполнение кровью шлеммова канала, в то время как в норме из склеральных вен кровь не должна попадать в шлеммов канал [1, 25].

На основе факта ретроградного заполнения шлеммова канала кровью Б.Н. Алексеев предложил определять уровень ретенции при проведении комбинированного вмешательства, а именно экстракапсулярной экстракции катаракты, с соответствующим патогенетически ориентированным антиглаукомным компонентом. Однако в то время методика так и не нашла существенного внедрения в клиническую практику в первую очередь

в силу весьма значительной травматичности удаления катаракты с широким разрезом фиброзной оболочки глазного яблока. При всем этом дооперационные методы определения уровня ретенции травматичны в достаточной степени, а это отрицательно влияет на психоэмоциональное состояние перед операцией каждого конкретного пациента. По этим причинам данные методики и не нашли широкого применения в клинической практике на протяжении многих лет [25].

Широкое внедрение в практику новых малотравматичных методик ультразвуковой факоэмульсификации возобновило среди офтальмологов интерес к интраоперационному определению уровня ретенции оттоку внутриглазной жидкости для соответствующего выбора патогенетически ориентированного антиглаукомного компонента комбинированного одномоментного вмешательства, выбор которого при катаракте и ПОУГ определяется уровнем ретенции внутриглазной жидкости при помощи оценки феномена ретроградного заполнения кровью шлеммова канала [1, 9].

Выявление ретроградного заполнения шлеммова канала кровью может производиться после полного завершения первого этапа комбинированного вмешательства, а именно после ФЭ катаракты и имплантации интраокулярной линзы (ИОЛ) с использованием операционного гониоскопа. При выполнении ультразвуковой ФЭ в силу существенного снижения внутриглазного давления происходит заполнение шлеммова канала из эписклеральных и склеральных вен кровью ретроградно. Оценка данного феномена и на его основе определение методики антиглаукомного компонента комбинированного вмешательства, как правило, производятся согласно степени заполнения кровью склерального синуса. Предложено различать четыре характера выраженности феномена ретроградного заполнения кровью шлеммова канала: отрицательный, слабopоложительный, положительный и резко положительный. При полном сохранении функционирования склеральных путей оттока внутриглазной жидкости шлеммов канал при интраоперационной гониоскопии должен быть виден яркой красной сплошной линией. Данная картина считается резко положительным феноменом ретроградного заполнения кровью шлеммова канала.

Те случаи, при которых заполнение кровью синуса происходит по всей окружности, однако с небольшой прерывистостью или же некоторым понижением интенсивности окрашивания в определенных местах, характеризуют как положительный феномен, что свидетельствует о трабекулярном виде ретенции оттоку внутриглазной жидкости и, следовательно, о весьма хорошей проходимости склеральных путей. В ином случае при существенной склеральной ретенции с учетом сохранения частичной проходимости интрасклеральных путей шлеммов канал в ходе интраоперационной гониоскопии выглядит прерывистой красной линией

со значительно неравномерной окраской. Все это говорит о слаболожительном феномене. И наконец, полное отсутствие заполнения шлеммова канала кровью по всей окружности указывает на полную непроходимость склеральных путей оттока внутриглазной жидкости. Это и считается отрицательным феноменом ретроградного заполнения кровью шлеммова канала [9].

Можно отметить, что способ интраоперационной оценки уровня ретенции оттоку внутриглазной жидкости обладает существенной информативностью и в значительной степени помогает при выборе патогенетически ориентированного антиглаукомного компонента одномоментного комбинированного вмешательства, а продолжительность операции при этом увеличивается крайне незначительно. Все это в целом понижает риск всех вероятных осложнений [1, 9].

При отрицательном феномене ретроградного заполнения кровью шлеммова канала, что свидетельствует об интрасклеральном уровне ретенции, патогенетически ориентированным антиглаукомным компонентом комбинированного вмешательства становится непроницающая глубокая склерэктомия (НГСЭ), широко применяющаяся в клинической практике, а также характеризующаяся в подобных ситуациях достаточно высокой гипотензивной эффективностью, и кроме того, весьма небольшим числом осложнений, особенно если сравнивать, например, с синустрабекулэктомией и иными операциями фистулизирующего типа [2, 11, 18, 26].

При использовании НГСЭ в качестве антиглаукомного компонента комбинированного вмешательства возникает существенная проблема, заключающаяся в значительной частоте случаев, которые требуют для предупреждения возможного прогрессирования глаукомной оптической нейропатии своевременного дополнительного проведения лазерной десцеметогониопунктуры. Возникают подобные случаи, прежде всего, из-за выполнения данного антиглаукомного компонента без какого-либо определения уровня ретенции внутриглазной жидкости. Учитывая это, при традиционно выполняемом комбинированном вмешательстве НГСЭ производится в том числе и при трабекулярном виде ретенции, на который она повлиять не может. Однако это приводит зачастую к необходимости дополнительных лазерных процедур [2, 23, 26–28].

Когда при интраоперационной гониоскопии происходит заполнение шлеммова канала кровью в виде сплошной красной линии или же в виде красной линии с небольшими не окрашенными кровью промежутками, это соответствует положительному или резко положительному феномену ретроградного заполнения шлеммова канала, что говорит прежде всего о наличии трабекулярного вида ретенции. В целях предотвращения типичных осложнений для фистулизирующих операций, в соответствии с патогенетически обоснованной хирургией, требуется изолированное воздействие на трабекулярную сеть. С точки зрения патогенетического подхода,

в подобных случаях наиболее обоснованной становится трабекулотомия *ab interno*, которая на данный момент имеет множество модификаций. Часть из них применяется также и как самостоятельные антиглаукомные операции [1, 29].

На сегодняшний день используются разнообразные устройства и многочисленные инструменты, применяемые и в рамках комбинированного вмешательства, и при проводимой отдельно антиглаукомной операции. В ходе комбинированной операции через основной клапанный разрез в переднюю камеру вводят нож для трабекулотомии с закругленным лезвием. Все это происходит под контролем операционного гониоскопа. При этом выполняется прерывистое, в виде нескольких отдельных разрезов, или же непрерывное рассечение трабекулы длиной до половины окружности угла передней камеры в противоположном основному клапанному разрезу секторе. Подобная методика показала высокую гипотензивную эффективность при минимальном числе осложнений [1, 29].

Впоследствии был предложен ирригационный трабекулотом, имеющий две боковые режущие кромки и тупой наконечник, для предупреждения зачастую возникающих небольших геморрагий из трабекулы [3].

В зарубежной офтальмологической практике для проведения трабекулотомии, в том числе при комбинированном одномоментном хирургическом лечении ПООУТ и катаракты, применяют специальный инструмент Kahook Dual Blade. Данный трабекулотом с изогнутым острым на конце наконечником имеет по краям рабочего конца две острые кромки с расположенной между ними выемкой. Имеющимся наконечником в нужном секторе вскрывают трабекулу, далее часть трабекулы удаляют на заданном протяжении. Однако существенным недостатком данного одноразового инструмента является значительная стоимость, что также ограничивает его применение. По мнению некоторых офтальмологов, полное удаление трабекулы эффективнее, нежели ее вскрытие [30–33].

Кроме ранее описанных инструментов для выполнения трабекулотомии *ab interno*, также применяется и особый аппарат, который получил название Trabectome. В нем имеется острый инструмент, перфорирующий внутреннюю стенку шлеммова канала. Используя гониоскопический контроль, в дальнейшем биполярным электродом особой конструкции производят абляцию трабекулы заданной длины. Эта длина чаще всего составляет от одной четверти до одной трети окружности угла передней камеры [4, 31, 34–36].

В целом клинические исследования показали равную эффективность этих описанных технологий при комбинированном вмешательстве по поводу катаракты и ПООУТ [31].

Сравнительные исследования выполненной режущим инструментом, а также с помощью кругового разрыва трабекулы введенной в шлеммов канал нитью показали практически аналогичные результаты и по числу

осложнений, и в плане гипотензивного эффекта [37]. В настоящее время в офтальмологической практике стала применяться методика кругового вскрытия внутренней стенки шлеммова канала, в англоязычной офтальмологической литературе получившая название Gonioscopy-Assisted Transluminal Trabeculotomy (GATT) или же 360-degree suture trabeculotomy *ab interno*. В рамках этой методики вскрывают трабекулу трабектомом (или каким-либо режущим инструментом), используя гониоскоп, а в образовавшееся отверстие в склеральный синус вводят катетер-световод. Затем его продвигают по всей окружности канала и, соответствующим образом вытягивая катетер, получают круговое вскрытие трабекулы [4, 38, 39].

Многие офтальмологи вместо катетера-световода применяют нить нейлон 5-0, с помощью которой осуществляют вскрытие трабекулы по всей окружности угла передней камеры, вытягивая ее с помощью пинцетов. При этом, учитывая большую протяженность вскрытия, основным осложнением данного антиглаукомного вмешательства, несмотря на использование вискоэластика, становится существенная частота гипеми. Однако, вопреки этому, такая методика нашла достаточно широкое применение и как антиглаукомный компонент комбинированной операции по поводу катаракты и ПОУГ, и самостоятельно при ПОУГ. Важно добавить, что многочисленные исследования данных методик проводились без точного определения уровня ретенции. В некоторых же случаях трабекулярный вид ретенции определялся до операции при помощи гониоскопа, что не могло отражаться положительно на ее эффективности [4, 38, 39].

При наблюдении в течение 2 лет было отмечено существенное снижение внутриглазного давления. В наибольшей степени внутриглазное давление снижалось при применении методики в качестве антиглаукомного компонента комбинированного одномоментного вмешательства по поводу ПОУГ и катаракты. Все это косвенно доказывает положительное влияние на уровень офтальмотонуса самой ультразвуковой ФЭ [40].

В ходе другого исследования было выявлено, что снижение в послеоперационном периоде уровня офтальмотонуса при комбинированном вмешательстве ФЭ с GATT было в среднем в 2,5 раза больше, чем в случаях после введения *ab interno* шунта iStent в качестве антиглаукомного компонента комбинированного вмешательства [41].

В настоящее время в хирургическом лечении ПОУГ важное место стала занимать, так называемая, «минимально инвазивная глаукомная хирургия (МИГХ)» (в англоязычной литературе — MIGS). Как правило, данные вмешательства производят *ab interno*. Однако это возможно лишь на начальной и развитой стадиях глаукомы. Определение уровня ретенции в данных случаях не выполняют. Большинство методов МИГХ на данный момент применяется уже и в качестве антиглаукомного

компонента комбинированного хирургического лечения глаукомы и катаракты [14, 42, 43].

При вискоканалостомии, а в сочетании с ФЭ катаракты — факовискоканалостомии, вводят тонкой канюлей в шлеммов канал вискоэластик, в том числе доступом *ab interno*. Причем при факовискоканалостомии отмечен более высокий гипотензивный результат [42, 44, 45].

В ходе каналоластики через катетер ITrack вводят в шлеммов канал проленовую нить 10-0, далее после удаления катетера дополнительно — вископрепарат. Затем происходит натяжение внутренней стенки синуса за счет связывания концов нити, благодаря этому впоследствии улучшается отток внутриглазной жидкости. У данного метода существует и отрицательная сторона, а именно значительный риск разрыва шлеммова канала, поэтому способ используется преимущественно при комбинированном лечении катаракты и ПОУГ [46, 47].

Помимо описанных ранее методик МИГХ (MIGS) в комбинированной одномоментной хирургии значимую нишу занимают вмешательства с имплантацией многочисленных моделей стентов (шунтов). Среди них наиболее часто используются iStent, Microbypass, Baerveldt XEN, Suppass, Hydrus Microstent, имплантацию в шлеммов канал которых осуществляют в подавляющем большинстве случаев доступом *ab interno*. Во многих исследованиях показан более высокий гипотензивный эффект от использования стентов при комбинированной хирургии катаракты и глаукомы. Применение всех шунтов, в том числе и в качестве антиглаукомного компонента комбинированного вмешательства, несмотря на незначительное число осложнений, ограничено начальной и развитой стадиями ПОУГ в связи с их достаточно умеренным гипотензивным эффектом и исходным уровнем внутриглазного давления — менее 25 мм рт. ст. [14, 28, 41, 43, 48].

Степень выраженности и частота осложнений между имплантацией iStent Inject W и трабекулотомией *ab interno* при комбинированном одномоментном хирургическом лечении катаракты и глаукомы, по результатам специального исследования, не имели значимых различий [49].

Результаты исследований показывают определенное ограничение возможностей применения современных технологий МИГХ (MIGS) в комбинированной одномоментной хирургии катаракты и глаукомы, несмотря на достаточно низкий уровень выявленных осложнений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данные офтальмологической литературы показывают клиническую значимость определения уровня ретенции оттоку внутриглазной жидкости при выборе антиглаукомного компонента комбинированного одномоментного хирургического лечения катаракты и ПОУГ. Наиболее перспективным на сегодняшний день является патогенетически обоснованный подход, базирующийся на интраоперационной оценке феномена ретроградного заполнения шлеммова канала кровью

как оптимального метода определения уровня ретенции, который позволяет выбирать антиглаукомный компонент комбинированного вмешательства, изолированно воздействующий на трабекулярный или склеральный вид ретенции, что повышает эффективность операции и способствует снижению числа осложнений. Однако многочисленность технологий антиглаукомного компонента комбинированного хирургического вмешательства по поводу катаракты и глаукомы свидетельствует

о неудовлетворенности специалистов известными методами, а также о необходимости дальнейших разработок в этом направлении.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Юсеф Н. Юсеф — концепция и дизайн, научное редактирование; Введенский А.С. — сбор и обработка материала, научное редактирование; Иванов М.Н. — сбор и обработка материала, написание текста; Фокина Н.Д. — сбор и обработка материала, написание текста; Школяренко Н.Ю. — сбор и обработка материала; Кулиш К.К. — сбор и обработка материала; написание текста.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Мамиконян ВР, Юсеф ЮН, Введенский АС, Татевосян АА. Алгоритм комбинированного хирургического лечения глаукомы у пациентов с катарактой. Глаукома. 2010;9(2):38–42. Mamikonyan VR, Yusef YuN, Vvedenskiy AS, Tatevosyan AA. Algorithm of combined surgical glaucoma treatment with cataract patients. *Glaucoma*. 2010;9(2):38–42 (In Russ.).
2. Mercieca K, Shevade B, Anand N. Outcomes of combined phacoemulsification and deep sclerectomy: a 10-year UK single-centre study. *Eye*. 2015;29:1495–1503. doi: 10.1038/eye.2015.163.
3. Иванов ДИ, Никулин МЕ. Трабекулотомия *ab interno* в комбинированной хирургии катаракты и глаукомы. Пути оптимизации. Национальный журнал глаукома. 2020;19(4):21–32. Ivanov DI, Nikulin ME. Trabeculotomy *ab interno* in combined cataract and glaucoma surgery. Results of the optimization. *Russian journal of glaucoma*. 2020;19(4):21–32 (In Russ.). doi: 10.25700/NJG.2020.04.03.
4. Meshksar A, Razeghinejad MR, Azimi A. *Ab-interno* Trabeculotomy Procedures: A Review. *J Curr Ophthalmol*. 2023;35(2):110–124. doi: 10.4103/joco.joco_45_23.
5. Neuhann TH, Neuhann RT, Hornbeak DM. Ten-Year Effectiveness and Safety of Trabecular Micro-Bypass Stent Implantation with Cataract Surgery in Patients with Glaucoma or Ocular Hypertension. *Ophthalmol Ther*. 2024;13(8):2243–2254. doi: 10.1007/s40123-024-00984-1.
6. Young CEC, Seibold LK, Kahook MY. Cataract surgery and intraocular pressure in glaucoma. *Curr Opin Ophthalmol*. 2020;31(1):15–22. doi: 10.1097/ICU.0000000000000623.
7. Mansberger SL, Gardiner SK, Gordon M, Kass M, Ramulu P; Ocular Hypertension Treatment Study group. Cataract Surgery Lowers Intraocular Pressure and Medication Use in the Medication Group of the Ocular Hypertension Treatment Study. *Am J Ophthalmol*. 2022;236:53–62. doi: 10.1016/j.ajo.2021.07.008.
8. Антонов АА, Хдери Х, Берсункаев МК, Патеюк ЛС. Влияние фазоэмульсификации возрастной катаракты на уровень офтальмотонуса и параметры иридокорнеального угла при первичной открытоугольной глаукоме. Вестник офтальмологии. 2023;139(6):60–68. Antonov AA, Khderi K, Bersunkaev IS, Pateyuk LS. The effect of phacoemulsification of age-related cataract on intraocular pressure and iridocorneal angle parameters in primary open-angle glaucoma. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2023;139(6):60–68 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202313906160.
9. Юсеф НЮ, Введенский АС, Алексеев БН, Юсеф СН, Мутонен НВ, Шарнина ТВ. Определение ретенции во время фазоэмульсификации катаракты с имплантацией интраокулярной линзы ИОЛ у больных с открытоугольной глаукомой. Вестник офтальмологии. 2005;121(4):3–5. Yusef NYu, Vvedenskiy AS, Alekseev BN, Yusef SN, Mutonen NV, Sharmina TV. Determination of retention during phacoemulsification with IOL in patients with open-angle glaucoma. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2005;121(4):3–5 (In Russ.).
10. Rao A, Cruz R. Trabeculotomy: Does it have future? *Cureus*. 2022;14(8):e27834. doi: 10.7759/cureus.27834.
11. Анисимов СИ, Анисимова СЮ, Арутюнян ЛЛ, Вознюк АП, Анисимова НС. Современные подходы к хирургическому лечению сочетанной патологии глаукомы и катаракты. Национальный журнал глаукома. 2019;18(4):86–95. Anisimov SI, Anisimova SYu, Arutyunyan LL, Voznyuk AP, Anisimova NS. Modern approaches to surgical treatment of combined pathology of glaucoma and cataract. *Russian journal of glaucoma*. 2019;18(4):86–95 (In Russ.). doi: 10.25700/NJG.2019.04.07.
12. Tognetto D, Cirigliano G, Gougoux S, Grotto A, Guerin P, Inferra L, Marangoni D. Long-term outcomes of canaloplasty and phaco-canaloplasty in the treatment of open angle glaucoma: a single-surgeon experience. *Int Ophthalmol*. 2024;44(1):317–321. doi: 10.1007/s10792-024-03174-x.
13. Barkander A, Nolan A, Johannesson G, Economou M. Influence of Laser Trabeculoplasty on Combined Phacoemulsification/Kahook Dual Blade Goniotomy. *Clin Ophthalmol*. 2024;18:1811–1817. doi: 10.2147/OPTH.S468809.
14. Петров СЮ, Вострухин СВ, Асламазова АЭ, Шерстнева ЛВ. Современная микроинвазивная хирургия глауком. Вестник офтальмологии. 2016;132(3):96–102. Petrov S.Yu, Vostrukhin SV, Aslamazova AE, Sherstneva LV. Modern methods of minimally invasive glaucoma surgery. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2016;132(3):96–102 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2016132396-102.
15. Ting JL, Rudnisky CJ, Damji KF. Prospective randomized controlled trial of phacotrabectome versus phaco-trabectulotomy in patients with open angle glaucoma. *Can J Ophthalmol*. 2018;53(6):588–594. doi: 10.1016/j.jco.2018.01.033.
16. Gallardo M, Sarkisian S Jr, Vold S, Singh I, Flowers B, Campbell A, Dhamdhare K, Samuelson T. Canaloplasty and Trabeculotomy Combined with Phacoemulsification in Open-Angle Glaucoma: Interim Results from the GEMINI Study. *Clin Ophthalmol*. 2021;10:15481–489. doi: 10.2147/OPTH.S296740.
17. Barbosa RC. Trabeculectomy Vs Non-penetrating Deep Sclerectomy for the Surgical Treatment of Open-Angle Glaucoma: A Long-Term Report of 201 Eyes. *Clin Ophthalmol*. 2023;17:1619–1627. doi: 10.2147/OPTH.S405837.
18. Козлов ВИ, Багров СН, Анисимова СЮ, Осипов АВ, Могилицев ВВ. Непроницающая глаукома склерэктомия с коллагенопластикой. Офтальмохирургия. 1990;3:44–46. Kozlov VI, Bagrov SN, Anisimova SYu, Osipov AV, Mogilevsev VV. Nonpenetrating deep sclerectomy with collagen. *Fiodorov Journal of Ophthalmic Surgery*. 1990;3:44–46 (In Russ.).
19. Funnell CL, Clowes M, Anand N. Combined cataract and glaucoma surgery with mitomycin C: phacoemulsification-trabeculectomy compared to phacoemulsification-deep sclerectomy. *Br J Ophthalmol*. 2005;89(6):694–698. doi: 10.1136/bjo.2004.055319.
20. Slagle G, Groth S, Montelongo M, Sponsel W. Nonpenetrating Deep Sclerectomy for Progressive Glaucoma: Long-term (5-year) Follow-up of Intraocular Pressure Control and Visual Field Survival. *J Curr Glaucoma Pract*. 2020;14(1):3–9. doi: 10.5005/jp-journals-10078-1273.
21. Richardson-May J, Alnuaimi R, Elbably A, Walker L, Thulasidharan S, Dacombe R, Jacob A. Our Experience of Deep Sclerectomy at a Tertiary Center in the United Kingdom Over 14 Years. *Cureus*. 2023;15(8):e43366. doi: 10.7759/cureus.43366.
22. Yuen NSY, Chan OCC, Hui SP, Ching RHY. Combined phacoemulsification and non-penetrating deep sclerectomy in the treatment of chronic angle-closure glaucoma with cataract. *Eur J Ophthalmol*. 2007;17(2):208–215. doi: 10.1177/112067210701700210.
23. Иванов ДИ, Никулин МЕ. Сравнительный анализ результатов трабекулотомии *ab interno* и микроинвазивной непроницающей глубокой склерэктомии в комбинированной хирургии катаракты и глаукомы. Национальный журнал глаукома. 2016;15(1):52–60. Ivanov DI, Nikulin ME. Comparative analysis of *ab interno* trabeculotomy and microinvasive deep sclerectomy as a hypotensive component in combined surgery of cataract and glaucoma. *Russian journal of glaucoma*. 2016;15(1):52–60 (In Russ.).
24. Краснов ММ. Микрохирургия глауком. М.: Медицина, 1980. Krasnov MM. *Mikrohirurgiya glaukom*. Moscow: Meditsina, 1980 (In Russ.).
25. Алексеев БН, Ермолаев АП. Трабекулотомия *ab interno* в комбинации с одномоментной экстракцией катаракты. Вестник офтальмологии. 2003;119(4):7–10. Alekseev BN, Ermolaev AP. Trabeculotomy *ab interno* combined with extracapsular cataract extraction and IOL implantation. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2003;119(4):7–10 (In Russ.).
26. Xiao J-Y, Liang A-Y, Wang Y-L, Cheng G-W, M-F. Efficacy and safety of non-penetrating glaucoma surgery with phacoemulsification versus non-penetrating glaucoma surgery: a Meta-analysis. *Int J Ophthalmol*. 2021;14(12):1970–1978. doi: 10.18240/ijo.2021.12.24.
27. Funnell CL, Clowes M, Anand N. Combined cataract and glaucoma surgery with mitomycin C: phacoemulsification-trabeculectomy compared to phacoemulsification-deep sclerectomy. *Br J Ophthalmol*. 2005;89(6):694–698. doi: 10.1136/bjo.2004.055319.
28. Theillac V, Blumen-Ohana E, Akesbi J, Hamard P, Sellam A, Brasnu E, Baudouin C, Labbe A, Nordmann J-P. Cataract and glaucoma combined surgery: XEN® gel stent versus nonpenetrating deep sclerectomy, a pilot study. *BMC Ophthalmol*. 2020;20:231. doi: 10.1186/s12886-020-01492-z.
29. Мамиконян ВР, Юсеф НЮ, Введенский АС, Юсеф СН, Казарян ЭЭ, Галоян НС, Татевосян АА. Результаты комбинированного хирургического лечения пациентов с сочетанием открытоугольной глаукомы и катаракты. Вестник офтальмологии. 2010;126(4):3–6. Mamikonyan VR, Yusef NYu, Vvedenskiy AS, Yusef SN, Kazaryan EE, Galoyan NS, Tatevosyan AA. Results of combination surgical treatment for open-angle glaucoma and cataract. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2010;126(4):3–6 (In Russ.).
30. Seibold L, SooHoo J, Ammar D, Kahook M. Preclinical Investigation of *Ab Interno* Trabeculectomy Using a Novel Dual-Blade Device. *Am J Ophthalmol*. 2013;155(3):524–529. doi: 10.1016/j.ajo.2012.09.023.
31. Flney G, Kim E, Sarwana M, Wong S, Tania Tai T-Y, Liu J, Sarrafpour S, Chadha N, Teng C. Kahook Dual Blade versus Trabectome (KVT): Comparing Outcomes

- in Combination with Cataract Surgery. *Clin Ophthalmol.* 2023;10(17):145–154. doi: 10.2147/OPTH.S391527.
32. Barkander A, Nolan A, Jóhannesson G, Economou M. Influence of Laser Trabeculoplasty on Combined Phacoemulsification/Kahook Dual Blade Goniotomy. *Clin Ophthalmol.* 2024;18:1811–1817. doi: 10.2147/OPTH.S468809.
33. Wagner IV, Nithya Boopathiraj N, Lentz C, Dorairaj EA, Draper C, Kumar D, Checo L, Miller D.D, Krambeer C, Dorairaj S. Long-Term Efficacy of Successful Excisional Goniotomy with the Kahook Dual Blade. *Clin Ophthalmol.* 2024;18:713–721. doi: 10.2147/OPTH.S451002.
34. Minkler D, Baerveldt G, Alfaro M, Francis B. Clinical results with the Trabectome for treatment of open-angle glaucoma. *Ophthalmology.* 2005;1129(9):1540–1544. doi: 10.1016/j.ophtha.2004.12.43.
35. Дмитриев СК, Душенчук ТВ, Лазарь ЮМ, Кондратьева ЕИ. Эффективность аб интрито трабекулеэктомии с использованием операционной системы «Трабектостом» у больных с первичной открытоугольной глаукомой и катарактой. *Офтальмохирургия.* 2013;2:6–9. Dmitriyev SK, Dushenchuk TV, Lasar YuM, Kondratyeva EI. Efficiency of ab interno trabeculotomy using the “Trabectome” operation system in patients with primary open-angle glaucoma and cataract. *Fiodorov Journal of Ophthalmic Surgery.* 2013;2:6–9 (In Russ.).
36. Bussel II, Kaplowitz K, Schuman JS, Loewen NA. Outcomes of ab interno trabeculotomy with the trabectome by degree of angle opening. *Br J Ophthalmol.* 2015;99(7):914–919. doi: 10.1136/bjophthalmol-2014-305577.
37. Ayub G, De Francesco TVP. Bent ab interno needle goniotomy versus gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy in primary open-angle glaucoma: study protocol of a randomized clinical trial. *Trials.* 2024;25:300. doi: 10.1186/s13063-024-08134-5.
38. Sato T, Kawaji T, Hirata A, Mizoguchi T. 360-degree suture trabeculotomy ab interno with phacoemulsification in open-angle glaucoma and coexisting cataract: a pilot study. *BMJ Open Ophthalmology.* 2018;3:e000159. doi: 10.1136/bmjophth-2018-000159.
39. Tekcan H, İmamoglu S. Anterior Segment Changes and Refractive Outcomes after Cataract Surgery Combined with Gonioscopy-Assisted Transluminal Trabeculotomy in Open-Angle Glaucoma. *Turk J Ophthalmol.* 2023;53(6):369–376. doi: 10.4274/tjo.galenos.2023.36080.
40. Wan Y, Cao K, Wang J. Gonioscopy-assisted Transluminal Trabeculotomy (GATT) combined phacoemulsification surgery: Outcomes at a 2-year follow-up. *Eye.* 2023;37:1258–1263. doi: 10.1038/s41433-022-02087-2.
41. Hamze H, Mohite AA, Pandey P, Sung VCT, Masood I. Comparison of 1-year surgical outcomes of combined cataract surgery and gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy (GATT) versus cataract surgery and iStent Inject. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2021;259(10):3035–3044. doi: 10.1007/s00417-021-05133-z.
42. Soltani-Moghadam R, Azaripour E, Alizadeh Y, Behboudi H, Moravvej Z, Medghalchi A, Dourandeesh M. Clinical outcomes of viscocanalostomy and phacoviscocanalostomy in primary open angle glaucoma: Two years follow-up. *Eur J Ophthalmol.* 2022 Sep; 32(5):2880–2885. doi: 10.1177/11206721211064003.
43. Balas M, Mathew DJ. Minimally Invasive Glaucoma Surgery: A Review of the Literature. *Vision (Basel).* 2023;7(3):54. doi: 10.3390/vision7030054.
44. Stangos AN, Mavropoulos A, Phacoviscocanalostomy for open-angle glaucoma with concomitant age-related cataract. *Clin Ophthalmol.* 2007;1(4):497–504.
45. Lyons CM, Oehring D, Mathews D. Viscocanalostomy and combined phacoemulsification with viscocanalostomy: A five-year follow-up. *Indian J Ophthalmol.* 2022;70(1):153–157. doi: 10.4103/ijo.IJO_588_21.
46. Koerber N, Ondrejka S. Four-Year Efficacy and Safety of iTrack Ab-interno Canaloplasty as a Standalone Procedure and Combined with Cataract Surgery in Open-Angle Glaucoma. *Klin Monbl Augenheilkd.* 2023;240(12):1394–1404. doi: 10.1055/a-1737-4149.
47. Szurman P. Advances in Canaloplasty — Modified Techniques Yield Strong Pressure Reduction with Low Risk Profile. *Clin Med.* 2023;12(8):3031. doi: 10.3390/jcm12083031.
48. Кумар В, Фролов МА, Божок ЕВ, Душина ГН. Новый спиральный экспандер шлеммова канала в хирургии открытоугольной глаукомы. *Национальный журнал глаукома.* 2014;13(2):43–51. Kumar V, Frolov MA, Bozhok EV, Dushina GN. A new stainless steel spiral schlemm's canal expander in surgical treatment open-angle glaucoma. *Russian journal of glaucoma.* 2014;13(2):43–51 (In Russ.).
49. Asoaka R, Nakakura S, Mochizuki T, Ishida A, Fujino Y, Ishii K, Obana A, Tanito M, Kiuchi Y. Which is More Effective and Safer? Comparison of Propensity Score-Matched Microhook Ab Interno Trabeculotomy and iStent Inject. *Ophthalmol Ther.* 2023;12(5):2757–2768. doi: 10.1007/s40123-023-00777-y.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Юсеф Наим Юсеф
доктор медицинских наук, директор
<https://orcid.org/0000-0003-4043-456X>

Введенский Андрей Станиславович
доктор медицинских наук, старший научный сотрудник
<https://orcid.org/0000-0002-8134-8089>

Иванов Михаил Николаевич
доктор медицинских наук, заместитель директора по научной работе
<https://orcid.org/0000-0002-2001-9310>

Фокина Наталья Дмитриевна
кандидат медицинских наук, доцент кафедры глазных болезней
<https://orcid.org/0000-0003-2450-0395>

Школяренко Наталья Юрьевна
кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник
<https://orcid.org/0000-0003-4899-174X>

Кулиш Кристина Константиновна
клинический ординатор
<https://orcid.org/0000-0001-7412-0994>

ABOUT THE AUTHORS

Yusef Naim Yusef
MD, director
<https://orcid.org/0000-0003-4043-456X>

Vvedenskiy Andrej S.
MD, senior researcher
<https://orcid.org/0000-0002-8134-8089>

Ivanov Michail N.
MD, deputy director
<https://orcid.org/0000-0002-2001-9310>

Fokina Natalia D.
PhD, Assistant Professor of the Ophthalmology department
<https://orcid.org/0000-0003-2450-0395>

Shkolyarenko Natalia Yu.
PhD, senior researcher
<https://orcid.org/0000-0003-4899-174X>

Krasnov Research Institute of Eye Disease
Kulish Kristina K.
clinical resident
<https://orcid.org/0000-0001-7412-0994>