

Современный взгляд на использование гониоассоциированной трабекулотомии

Р.Р. Файзрахманов^{1, 2}, М.Е. Калинин², М.М. Шишкин^{1, 2}, О.А. Павловский¹

¹ФГБУ «Национальный медико-хирургический Центр им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва;

²Кафедра офтальмологии ИУВ ФГБУ «Национальный медико-хирургический Центр им. Н.И. Пирогова», Москва

РЕФЕРАТ

Цель. Предоставить данные об использовании гониоассоциированной транслюминальной трабекулотомии (gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy – GATT), отражающие ее эффективность и безопасность при применении данной техники у различных моделей пациентов. **Материал и методы.** Для выполнения обзора был осуществлен поиск источников литературы по реферативным базам PubMed и Scopus за период до 2021 г. включительно, с использованием ключевых слов «gonioassociated trabeculotomy», «minimally invasive glaucoma surgery», «primary open-angle glaucoma», «glaucoma», «secondary glaucoma». Всего было отобрано 19 статей, относящихся к теме обзора. Начало публикаций по этой теме – 2013 г. **Результаты.** GATT может применяться на различных стадиях глаукомы, но в то же время максимальный эффект снижения внутриглазного давления (ВГД) достигается у пациентов на начальной или средней стадии глаукомы. Также хорошие результаты по применению методики GATT по-

сле витреоретинальной хирургии отмечены при развитии вторичной глаукомы или офтальмогипертензии. Одним из преимуществ GATT является то, что все манипуляции выполняются в передней камере, что, в свою очередь, дает возможность при необходимости проведения реоперации после неудачной трабекулотомии ad-externo без повторной травматизации склеры и конъюнктивы. Стоит отметить, что основным осложнением во всех исследованиях является гифема, которая полностью рассасывается в течение нескольких дней. **Заключение.** На основании данных исследований можно заключить, что предложенная методика GATT является актуальной и отвечает всем современным стандартам малоинвазивной хирургии глаукомы (Minimally Invasive Glaucoma Surgery – MIGS): микроразрез, минимальная травматизация; способна эффективно снижать ВГД, имеет высокий уровень безопасности и быстрое восстановление.

Ключевые слова: глаукома, первичная открытоугольная глаукома, вторичная глаукома, гониоассоциированная трабекулотомия, малоинвазивная хирургия глаукомы, хирургическое лечение глаукомы ■

Для цитирования: Файзрахманов Р.Р., Калинин М.Е., Шишкин М.М., Павловский О.А. Современный взгляд на использование гониоассоциированной трабекулотомии. Офтальмохирургия. 2021;3: 77–82. <https://doi.org/10.25276/0235-4160-2021-3-77-82>.

ABSTRACT

Modern view of using gonioassociated trabeculotomy

R.R. Fayzrakhmanov^{1, 2}, M.E. Kalinin², M.M. Shishkin^{1, 2}, O.A. Pavlovskiy¹

¹Pirogov National Medical Surgical Center, Moscow, Russian Federation;

²Institute of Advanced Training of Physicians, Pirogov National Medical Surgical Center, Moscow, Russian Federation

Purpose. Provide data on the use of gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy (GATT), reflecting its effectiveness and safety when using this technique in various patient models. **Material and methods.** To perform the review, literature sources which were searched through the PubMed and Scopus databases up to and including 2021, using the keywords “gonioassociated trabeculotomy”, “minimally invasive glaucoma surgery”, “primary open-angle glaucoma”, “glaucoma”, “secondary glaucoma”. A total of 19 articles related to the topic of the review were selected. The beginning of publications on this topic dates back to 2013. **Results.** GATT can be used at various stages of glaucoma, but at the same time, the maximum

effect of lowering intraocular pressure (IOP) is achieved in patients with an early or middle stage of glaucoma. There are also good results of using the GATT technique after vitreoretinal surgery, with the development of secondary glaucoma or ophthalmic hypertension. One of the advantages of GATT is that all manipulations are performed in the anterior chamber, which in turn makes it possible, if necessary, to perform reoperation after an unsuccessful ad-externo trabeculotomy without re-traumatizing the sclera and conjunctiva. It should be noted that the main complication in all studies is the hyphema, which is completely absorbed within a few days. **Conclusion.** Based on these studies, it can be concluded that the proposed



GATT technique is relevant, and meets all modern standards of minimally invasive glaucoma surgery (MIGS): micro-incision, minimal trauma, is able to effectively reduce IOP, has a high level of safety and quick recovery.

Key words: *glaucoma, primary open-angle glaucoma, secondary glaucoma, gonioassociated trabeculotomy, minimally invasive glaucoma surgery, surgical treatment of glaucoma* ■

For quoting: Fayzrahmanov R.R., Kalinin M.E., Shishkin M.M., Pavlovskiy O.A. Modern view of using gonioassociated trabeculotomy. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery*. 2021;3: 77–82. <https://doi.org/10.25276/0235-4160-2021-3-77-82>.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в хирургии глаукомы появилось множество инноваций и различных видов устройств, направленных на минимизацию повреждения тканей глаза и предупреждение осложнений, вызванных проникающими операциями. Они объединены под общим названием малоинвазивная хирургия глаукомы (Minimally Invasive Glaucoma Surgery – MIGS), представляют собой процедуры ab-interno лечения глаукомы, часто щадящие конъюнктиву и склеру, и считаются менее травматичными, чем стандартные хирургические процедуры при лечении глаукомы, а именно – трабекулеэктомия и имплантация различных видов шунтов и дренажей [1]. Хирургические вмешательства по снижению внутриглазного давления (ВГД) направлены на то, чтобы обойти традиционный путь оттока внутриглазной жидкости и улучшить его, удалив факторы, способствующие развитию заболевания. Основные пути оттока внутриглазной жидкости проходят через трабекулярную сеть в шлеммов канал и далее в эписклеральные выпускники либо по увеосклеральному пути оттока в супрахориоидальное и супрацилиарное пространства. Соппротивление оттоку внутриглазной жидкости могут оказывать трабекулярная сеть и внутренняя стенка шлеммова канала [2].

Процедуры MIGS объединяют пять важных факторов современного лечения глаукомы: микроразрез, минимальная травматизация, способность снижать ВГД, высокий уровень безопасности и быстрое восстановление. Поскольку конъюнктура и склера остаются в основном нетронутыми, эти операции не исключают в будущем традиционных хирургических вмешательств, таких как трабекулеэктомия или имплантация различных видов дренажей и шунтов ad-externo [3].

Одним из новых методов MIGS является гониоасцирированная транслюминальная трабекулотомия (gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy – GATT), метод впервые описанный в 2014 г. D.S. Grover и соавт. [5]. GATT представляет собой модификацию трабекуло-

томии с роговичным доступом ab-interno вместо традиционного ab-externo через конъюнктиву и склеру. Данная методика включает следующие подходы: после входа в переднюю камеру катетер вводится через трабекулярную сеть в шлеммов канал и проходит 360°, затем вытягивается для удаления трабекулярной сети и снятия передней стенки шлеммова канала, такая процедура представляет собой метод, не оказывающий влияние на склеру и конъюнктиву и эффективно снижающий ВГД [4].

ЦЕЛЬ

Предоставить данные об использовании методологии GATT, отражающие ее эффективность и безопасность при применении данной техники у различных моделей пациентов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для выполнения обзора был осуществлен поиск источников литературы по реферативным базам PubMed и Scopus за период до 2021 г. включительно с использованием ключевых слов «gonioassociated trabeculotomy», «minimally invasive glaucoma surgery», «primary open-angle glaucoma», «glaucoma», «secondary glaucoma». Всего было отобрано 19 статей, относящихся к теме обзора. Начало публикаций по этой теме – 2013 г.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Применение методики GATT при первичной открытоугольной глаукоме и вторичной глаукоме

Использование технологии GATT широко отражено в современной науке. Так, в своем исследовании 2018 г. D.S. Grover [5] продемонстрировал эффективность GATT технологии при различных типах глаукомы. В работу, основанную на широкой выборке, были включены пациенты старше 18 лет с признаками глаукомы и отсутствием какой-либо терапии в анамнезе. Всем пациентам была проведена операция по технологии GATT. В исследовании вошли пациенты с первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ) и вторичной глаукомой. При этом эффективность технологии GATT оценивалась в зависимости от наличия или отсутствия хирургии катаракты во всех группах.

Для корреспонденции:

Шишкин Михаил Михайлович, доктор медицинских наук, профессор
ORCID ID: 0000-0002-5917-6153. E-mail: mmshishkin@gmail.com

For correspondence:

Mikhail Shishkin, MD, professor
ORCID ID: 0000-0002-5917-6153. E-mail: mmshishkin@gmail.com

После проведения GATT у пациентов с ПОУТ через 24 месяца ВГД в среднем снизилось на 9,2 мм рт.ст., что составляет 37,3% от исходных значений. Количество инстилляций глазных капель у данной группы пациентов снизилось в 1,5 раза. В группе с вторичной открытоугольной глаукомой среднее снижение ВГД составило 14,1 мм рт.ст., что составляет 49,8%, от исходных значений. Количество инстилляций глазных капель у данной группы пациентов снизилось в 2 раза. Несмотря на высокую эффективность данной методики, из 198 пациентов, принимавших участие в исследовании, 44 пациентам потребовалась реоперация в течение 2 лет после проведения GATT. Также было отмечено, что пациенты, у которых была операция по поводу катаракты, как правило, имели более высокий процент повторных операций после 24 месяцев наблюдений. В свою очередь, оказалось, что эти пациенты старше, чем пациенты в других группах, и с худшим средним значением, отражающим снижение светочувствительности (mean deviation – MD) до операции. Авторы хотели получить более низкие целевые значения давления для этих пациентов, поэтому чаще выполняли реоперации для получения необходимых значений ВГД, несмотря на то что эта группа в целом имела довольно схожее послеоперационное среднее снижение ВГД по сравнению с другими группами пациентов. Другие авторы также сообщают, что пациенты, которые уже перенесли операцию по поводу катаракты с ПОУТ, как правило, имели результат хуже [6]. Остальные группы пациентов имели одинаковое снижение ВГД. Пациенты с более запущенной стадией глаукомы обычно значительно хуже переносят GATT по сравнению с пациентами с легкой и средней степенью тяжести глаукомы. Учитывая высокую вероятность гипфемы в раннем послеоперационном периоде, авторы не советуют выполнять операцию GATT пациентам, у которых нельзя отменить антикоагулянтную терапию.

Авторами были определены абсолютные и относительные противопоказания к проведению GATT. К абсолютным противопоказаниям относятся нестабильное положение интраокулярной линзы, трудности с визуализацией поиском шлеммова канала, обширные передние синехии, тяжелая эндотелиальная недостаточность и невозможность отменить антикоагулянтные препараты. Относительные противопоказания для этой операции включают сложность угла обзора из-за патологии роговицы или невозможность правильно определить анатомию угла передней камеры. Результаты успешности процедуры GATT как минимум эквивалентны ранее опубликованным исследованиям по поводу круговой трабекулотомии ab-externo.

В ходе исследования была отмечена высокая эффективность и перспективность данного метода с учетом отсутствия конъюнктивных и склеральных разрезов и рубцов, которые могут способствовать неудаче в случае реопераций по поводу улучшения фильтрации.

Основное преимущество данного исследования – это широкая выборка пациентов, которая дает возможность оценить эффективность GATT у пациентов с различными типами глаукомы. Также стоит отметить небольшую процент реопераций и маленькую травматизацию конъюнктивы и склеры, что в будущем дает возможность проведения повторных оперативных вмешательств ad-externo. Проведение операций по технологии GATT требует тщательного отбора пациентов для ее проведения, вследствие чего повышается ее эффективность.

Проведение GATT после витреоретинальных вмешательств с газовой или силиконовой тампонадой

На сегодняшний день нередко после витреоретинальных вмешательств существует проблема офтальмогипертензии и развития вторичной открытоугольной глаукомы. В 2020 г. Ann V. Quan и соавт. [7] представили 8 клинических случаев применения GATT после витреоретинальной хирургии (ВРХ) с применением тампонады газовой или силиконовой смесью, в которых после ВРХ развились повышение ВГД более 30 мм рт.ст. и вторичная открытоугольная глаукома. Всем пациентам была проведена операция по технологии GATT, в дооперационном периоде ВГД пациентов составляло $32,7 \pm 5,1$ мм рт.ст., после операции ВГД снизилось до $13,6 \pm 1,8$ мм рт.ст. Количество препаратов, применяемых для снижения ВГД, до операции составляло $4,8 \pm 0,9$, а в послеоперационном периоде снизилось до $1,6 \pm 1,4$. Авторы из осложнений, кроме кратковременного повышения ВГД и гипфемы, в первом месяце после GATT, отдаленных осложнений не отметили.

Таким образом, в данных клинических случаях наглядно показана эффективность методики GATT при развитии офтальмогипертензии и вторичной открытоугольной глаукомы при различных видах тампонирующих веществ, однако нужно отметить, что в исследовании принимало участие всего 8 глаз, что может говорить о недостоверности полученных результатов и требует дальнейшего изучения.

Использование GATT как метода реоперативного вмешательства после неудачной трабекулотомии ad-externo

Нередко пациентам, перенесшим операцию по поводу глаукомы, требуется реоперация вследствие некомпенсации ВГД. В 2017 г. M.O. Cubuk и соавт. [8] оценили безопасность и эффективность применения технологии GATT пациентам, ранее перенесшим неудачную трабекулотомию ad-externo. В исследовании принимали участие 26 пациентов (возраст от 56 до 78 лет), у которых после трабекулотомии ad-externo прошло $42,5 \pm 4,7$ месяца, из них 12 пациентов были с ПОУТ, что составляло 46,2%, и 14 пациентов с псевдоэкссфолиативной глаукомой (ПЭГ), что составляло 53,8%. В ходе проведения операции 21 (80,8%) пациенту была проведена трабекуло-

томия на 360° и 5 (19,2%) – трабекулотомия на 270°. На 6-й месяц процент снижения ВГД после операции у пациентов с ПОУГ и ПЭГ был одинаковым, но пациенты с ПЭГ показали более высокие темпы снижения ВГД. После 12-месячного наблюдения снижение ВГД после GATT составило 25,3±5,4 мм рт.ст., а количество принимаемых лекарств снизилось до 1,2±0,8 соответственно. Окончательные значения ВГД были ниже у пациентов с ПЭГ, чем у пациентов с ПОУГ: 13,4±4,3 мм рт.ст. против 17,1±4,4 мм рт.ст.. Среднее количество принимаемых медикаментов снизилось с 3,8±0,4 до операции до 1,2±0,8 в послеоперационном периоде. Из осложнений в раннем послеоперационном периоде авторы отметили гифему, которая исчезла через 15,4±8,8 дня. Скачков ВГД не наблюдалось.

В результате этого исследования наглядно показана успешность проведения GATT при ПОУГ и ПЭГ после неудачной трабекулэктомии ad-externo, таким образом, можно отметить, что метод является малотравматичным, не требует повторного вмешательства через конъюнктиву и склеру и может являться актуальной технологией для проведения реопераций.

Сравнение эффективности GATT и трабекулотомии ad-externo

Применение технологий трабекулотомии ad-externo широко используется как метод выбора при оперативном лечении глаукомы. В 2020 г. С.У. Guo и соавт. [9] предположили, что эффективность GATT по снижению ВГД теоретически должна быть эквивалентна трабекулотомии ad-externo, потому что оба метода снижают ВГД за счет трабекулотомии. Chin и соавт. [10] в ходе своих исследований описали, что общее снижение ВГД у взрослых пациентов с ОАГ при GATT составляет 9,81 мм рт.ст., а при трабекулотомии ad-externo ВГД 13,1 мм рт.ст. Также Girkin и соавт. [11] отметили снижение ВГД после трабекулотомии ad-externo при врожденной глаукоме, при которой ВГД снизились с 33,8±6,3 мм рт.ст. до операции до 18,3±3,5 мм рт.ст. после оперативного лечения. С.У. Guo предположил, что отток внутриглазной жидкости больше при трабекулотомии ad-externo из-за формирования склерального лоскута. Большинству пациентов с ОАГ после GATT по-прежнему были необходимы препараты для достижения целевых значений ВГД, но было показано снижение приема комбинированной терапии, которое составило 1,68 после GATT, что ниже, чем при трабекулотомии ad-externo на 12-м месяце после операции [10]. Хотя GATT уступает трабекулотомии ad-externo в снижении ВГД, нельзя отрицать, что метод является многообещающим в лечении глаукомы, учитывая его малотравматичность, не вызывает рубцевание конъюнктивы и не нарушает целостность склеры. Таким образом, GATT может стать методом выбора первой линии лечения ОАГ, поскольку операции, направленные на улучшения фильтрации ad-externo, могут быть выполнены после GATT, если потребуются реоперация, вследствие декомпенсации. Из минусов стоит отметить, что GATT чуть менее эффективна, чем трабекулотомия ad-externo, но тут

вопрос остается открытым, и стоит выбирать – пожертвовать малотравматичностью и возможностью реоперации или более значимой травматичностью и немного лучшей эффективностью.

Применение GATT у пациентов с различными видами глаукомы с применением проленовой нити 6.0

Одним из вариантов применения технологии GATT является ее вариация с использованием проленовой нити 6.0 вместо катетера i-Track (Ellex). В 2019 г. Z. Aktas и соавт. [12] представили результаты исследований по поводу проведения GATT с использованием проленовой нити 6.0. В исследование вошли 65 пациентов с ПОУГ, что составляло 62,5% от общего числа пациентов, 25 (24%) пациентов с ПЭГ, у 14 были другие типы глаукомы (пигментная/увеальная/стероидная глаукома) 13,5%. В ходе работы была представлена широкая выборка пациентов, которые получали лечение по поводу глаукомы на протяжении от 1 года до 7 лет, в нее были включены пациенты, средний возраст которых составлял 58,9±19,5 года (от 15 до 87 лет), средние значения ВГД перед оперативным вмешательством находилось в диапазоне от 16 до 44 мм рт.ст. Всем пациентам проведена операция по технологии GATT, после операции ВГД составило 15,9±4,3 мм рт.ст., также отмечалось снижение количества приема лекарственных препаратов до 1,2±0,5. Что касается частоты осложнений, наиболее распространенными были: гифема у 29 пациентов, что составило 28,3% от исходного количества, подъем ВГД больше 25 мм рт.ст. в раннем послеоперационном периоде встречался у 16 пациентов, что составляет 15,4%. У пациентов повышение ВГД немедленно компенсировали внутривенной инфузией 20% маннитола и местного применения антиглаукомных капель, повышение ВГД отмечалось не дольше 1 дня. Реоперация потребовалась только в 2 случаях после GATT.

В результате исследования были показаны эффективность и безопасность проведения GATT с использованием проленовой нити 6.0. Из плюсов можно отметить стоимость расходных материалов, которые делают эту операцию доступной, ее малоинвазивность и перспективность развития ввиду ее стоимости. Также показана эффективность в лечении различных типов глаукомы. Отмечен маленький процент послеоперационных осложнений, основным из которых является гифема.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основной целью лечения глаукомы является достижение целевых значений ВГД для сохранения качества жизни пациентов за счет поддержания остроты зрения, полей зрения с минимальным количеством применяемых лекарственных препаратов [13]. В этом на сегодняшний день могут помочь процедуры MIGS [14], направленные

ные на снижение ВГД. Они отличаются низким уровнем осложнений и минимальными повреждениями тканей в сравнении со стандартной трабекулотомией [15]. MIGS направлены в первую очередь на уменьшение травматизации конъюнктивы и склеры, также развитие хирургических вмешательств без образования кистозных изменений фильтрационной подушки конъюнктивы, которые снижают качество жизни пациентов [16]. Исследования подчеркнули важность экономической составляющей MIGS и их эффективность [17].

D.S. Grover и соавт. представили свои положительные результаты по проведению процедуры GATT в лечении пациентов с ПОУГ [4–5] с первичной врожденной глаукомой и ювенильной открытоугольной глаукомой [10], а также у больных, у которых уже была операция по поводу глаукомы [11].

C.Y. Guo и соавт. сравнили GATT с трабекулотомией ad-externo. Они отмечают, что одним из преимуществ GATT является выполнение всех манипуляций в передней камере без повреждения конъюнктивы и склеры, что, в свою очередь, дает возможность при необходимости проведения повторной реоперации ad-externo. Авторы предположили, что эффективность GATT для снижения ВГД теоретически должна быть эквивалентна трабекулотомии ad-externo, так как оба метода снижают ВГД за счет трабекулотомии. Однако в результате они получили, что общее снижение ВГД в случае трабекулотомией ad-externo было больше [10].

Ann V. Quan и соавт. [7] показали хорошие результаты по применению методики GATT после ВРХ, при развитии вторичной глаукомы и офтальмогипертензии, но в исследовании приняли участие всего 8 глаз. Это направление требует дальнейшего изучения и наблюдений и является дискуссионным, а проблема вторичной глаукомы после витреоретинальных вмешательств является актуальной на сегодняшний день.

Z. Aktas и соавт. [12] показали, что GATT может применяться на различных стадиях глаукомы, но в то же время максимальный эффект снижения ВГД получается у пациентов на начальной или средней стадии глаукомы, это исследование показывает важность подбора пациентов с целью повышения эффективности GATT и достижения максимального эффекта.

M.O. Cubuk и соавт. [8] успешно применяли методику GATT после неудачной трабекулотомии ad-externo. GATT дает возможность снизить ВГД, без повторной травматизации склеры и конъюнктивы. Хотя большинству пациентов с ОАГ после GATT по-прежнему необходимы препараты от глаукомы для достижения целевых значений ВГД, но объединенные результаты показали значительное снижение приема лекарств после GATT. Также в этом исследовании было показано, что снижение комбинированной терапии было ниже после GATT, чем после ad-externo круговой трабекулотомии на 12-м месяце после операции [10]. Стоит отметить, что основным осложнением во всех исследованиях является гифема, которая

полностью рассасывается в течение нескольких дней.

На основании данных исследований можно заключить, что предложенная методика GATT является актуальной и отвечает всем современным стандартам MIGS: микроразрез, минимальная травматизация; способна эффективно снижать ВГД, имеет высокий уровень безопасности и быстрое восстановление. GATT менее травматична, чем стандартная трабекулотомия ad-externo, но сравнима по эффективности. При проведении данной методики отсутствует необходимость повреждения склеры и конъюнктивы, что дает возможность при необходимости провести стандартную трабекулотомию ad-externo. Также снижается риск послеоперационных осложнений, обеспечивается положительный анатомический и функциональный послеоперационный результат. Стоит отметить высокую доступность операции при использовании проленовой нити 6.0. Требуется дальнейшее изучение данной методики для различных моделей пациентов с глаукомой в сочетании с различной витреоретинальной патологией и возможность использования GATT как метод первой линии лечения ПОУГ.

Вклад авторов в работу:

Р.Р. Файзрахманов: существенный вклад в концепцию и дизайн работы, сбор, анализ и обработка материала, написание текста, редактирование, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации.

М.Е. Калинин: существенный вклад в концепцию и дизайн работы, сбор, анализ и обработка материала, статистическая обработка данных, написание текста, редактирование.

М.М. Шишкин: существенный вклад в концепцию и дизайн работы, сбор, анализ и обработка материала, написание текста, редактирование.

О.А. Павловский: существенный вклад в концепцию и дизайн работы, сбор, анализ и обработка материала, написание текста, редактирование.

Authors contribution:

R.R. Fayzrakhmanov: substantial contributions to the conception and design of the work, acquisition, analysis and processing of the material, writing text, editing, final approval of the version to be published.

M.E. Kalinin: substantial contributions to the conception and design of the work, acquisition, analysis and processing of the material, statistical data processing, writing text, editing.

M.M. Shishkin: a significant contribution to the conception and design of the work, acquisition, analysis and processing of the material, writing text, editing.

O.A. Pavlovskiy: significant contribution to the concept and design of the work, collection, analysis and processing of the material, writing the text, editing.

Финансирование: Авторы не получали конкретный грант на это исследование от какого-либо финансирующего агентства в государственном, коммерческом и некоммерческом секторах.

Авторство: Все авторы подтверждают, что они соответствуют действующим критериям авторства ICMJE.

Согласие пациента на публикацию: Письменного согласия на публикацию этого материала получено не было. Он не содержит никакой личной идентифицирующей информации.

Конфликт интересов: Отсутствует.

ORCID ID: Шишкин М.М. 0000-0002-5917-6153

Funding: The authors have not declared a specific grant for this research from any funding agency in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Authorship: All authors confirm that they meet the current ICMJE authorship criteria.

Patient consent for publication: No written consent was obtained for the publication of this material. It does not contain any personally identifying information.

Conflict of interest: There is no conflict of interest.

ORCID ID: Shishkin M.M. 0000-0002-5917-6153

ЛИТЕРАТУРА

1. Ansari E. An update on implants for minimally invasive glaucoma surgery (MIGS). *Ophthalmol Ther.* 2017;6(2): 233–241. doi: 10.1007/s40123-017-0098-2
2. Fellman RL, Mattox C, Singh K, Flowers B, Francis BA, Robin AL, Butler MR, Shah MM, Giacconi JA, Sheybani A, Song BJ, Stein JD. American glaucoma society position paper: microinvasive glaucoma surgery. *Ophthalmol Glaucoma.* 2020;3(1): 1–6. doi: 10.1016/j.ogla.2019.12.003
3. Saheb H, Ahmed II. Micro-invasive glaucoma surgery: current perspectives

and future directions. *Curr Opin Ophthalmol.* 2012;23(2): 96–104. doi: 10.1097/ICU.0b013e32834ff1e7

4. Grover DS, Godfrey DG, Smith O, Feuer WJ, Montes de Oca I, Fellman RL. Gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy, ab interno trabeculotomy: technique report and preliminary results. *Ophthalmology.* 2014;121(4): 855–861. doi: 10.1016/j.ophtha.2013.11.001

5. Grover DS, Smith O, Fellman RL, Godfrey DG, Gupta A, Montes de Oca I, Feuer WJ. Gonioscopy-assisted Transluminal Trabeculotomy: An ab interno circumferential trabeculotomy: 24 monthsf-up. *J Glaucoma.* 2018;27(5): 393–401. doi: 10.1097/IJG.0000000000000956

6. Takihara Y, Inatani M, Ogata-Iwao M, Kawai M, Inoue T, Iwao K, Tanihara H. Trabeculectomy for open-angle glaucoma in phakic eyes vs in pseudophakic eyes after phacoemulsification: a prospective clinical cohort study. *JAMA Ophthalmol.* 2014;132(1): 69–76. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2013.5605

7. Quan AV, Yannuzzi NA, Chen J, Wang YE, Townsend JH, Chang TC. Gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy (GATT) in patients with secondary open-angle glaucoma following vitreoretinal surgery. *J Glaucoma.* 2020;29(4): e23–e25. doi: 10.1097/IJG.0000000000001461

8. Cubuk MO, Ucgul AY, Unsal E. Gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy as an option after failed trabeculectomy. *Int Ophthalmol.* 2020;40(8): 1923–1930. doi: 10.1007/s10792-020-01364-x

9. Guo CY, Qi XH, Qi JM. Systematic review and meta-analysis of treating open angle glaucoma with gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy. *Int J Ophthalmol.* 2020;13(2): 317–324. doi: 10.18240/ijo.2020.02.17

10. Chin S, Nitta T, Shinmei Y, Aoyagi M, Nitta A, Ohno S, Ishida S, Yoshida K. Reduction of intraocular pressure using a modified 360-degree suture trabeculectomy technique in primary and secondary open-angle glaucoma: a pilot study. *J Glaucoma.* 2012;21(6): 401–407. doi: 10.1097/IJG.0b013e318218240c

11. Girkin CA, Marchase N, Cogen MS. Circumferential trabeculotomy with an illuminated microcatheter in congenital glaucomas. *J Glaucoma.* 2012;21(3): 160–163. doi: 10.1097/IJG.0b013e31822af350

12. Aktas Z, Ucgul AY, Bektas C, Sahin Karamert S. Surgical outcomes of prolene gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy in patients with moderate to advanced open-angle glaucoma. *J Glaucoma.* 2019 Oct;28(10): 884–888. doi: 10.1097/IJG.0000000000001331

13. Janz NK, Wren PA, Lichter PR, Musch DC, Gillespie BW, Guire KE. Quality of life in newly diagnosed glaucoma patients: the collaborative initial glaucoma treatment study. *Ophthalmology.* 2001;108(5): 887–898. doi: 10.1016/s0161-6420(00)00624-2

14. Bar-David L, Blumenthal EZ. Evolution of glaucoma surgery in the last 25 years. *Rambam Maimonides Med J.* 2018;9(3): e0024. doi: 10.5041/RMMJ.10345

15. Smith R. A new technique for opening the canal of Schlemm. Preliminary report. *Br J Ophthalmol.* 1960;44(6): 370–373. doi: 10.1136/bjo.44.6.370

16. Mastropasqua L, Agnifili L, Mastropasqua R, Fasanella V. Conjunctival modifications induced by medical and surgical therapies in patients with glaucoma. *Curr Opin Pharmacol.* 2013;13(1): 56–64. doi: 10.1016/j.coph.2012.10.002

17. Junoy Montolio FG, Müskens RPHM, Jansonius NM. Influence of glaucoma surgery on visual function: a clinical cohort study and meta-analysis. *Acta Ophthalmol.* 2019;97: 193–199. doi: 10.1111/aos.13920

18. Grover DS, Smith O, Fellman RL. Gonioscopy assisted transluminal trabeculotomy: an Ab interno circumferential trabeculotomy for the treatment of primary congenital glaucoma and juvenile open angle glaucoma. *Br J Ophthalmol.* 2015;99: 1092–1096. doi: 10.1136/bjophthalmol-2014-306269

19. Grover DS, Godfrey DG, Smith O, Shi W, Feuer WJ, Fellman RL. Outcomes of gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy (GATT) in eyes with prior incisional glaucoma surgery. *J Glaucoma.* 2017;26(1): 41–45. doi: 10.1097/IJG.0000000000000564

Поступила: 12.04.2021

Переработана: 31.05.2021

Принята к печати: 22.08.2021

Originally received: 12.04.2021

Final revision: 31.05.2021

Accepted: 22.08.2021