DOI: https://doi.org/10.17816/rpoj629264

Влияние различных факторов на эффективность трабекулэктомии у детей с врождённой глаукомой

Н.Н. Арестова[1, 2], Д.О. Арестов[1], А.Ю. Панова[1]

[1] НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца, Москва, Российская Федерация
[2] Научно-образовательный институт клинической медицины им. Н.А. Семашко Российского университета медицины, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Цель. Анализ влияния различных факторов на эффективность трабекулэктомии у детей с врождённой глаукомой.

Материал и методы. Проведён анализ результатов 945 трабекулэктомий (ТЭ), в том числе с различными модификациями и применением дренажей, у детей с врождённой глаукомой в отделе патологии глаз у детей НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца за период 1997–2023 гг.

Результаты. Эффективность трабекулэктомии у детей с врождённой глаукомой в ближайшие сроки (до 6 месяцев) после операции составляла 91,9–98,5%, в отдалённые сроки (через 5 лет) — 75,5–86,5%, при повторных операциях (до 3–4 операций) в течение наблюдения до 10 лет — 34,2–42,1%, что сопоставимо с данными литературы.

Заключение. Основными факторами, влияющими на эффективность трабекулэктомии у детей с врождённой глаукомой являются следующие: возраст детей на момент выявления и хирургического лечения врождённой глаукомы, их соматическое здоровье, стадия глаукомы и тяжесть деструктивных изменений глаза, особенно врождённых, наличие повторных операций, ошибочный выбор участка трабекулы, подлежащей иссечению при операции, травматичность выполнения трабекулэктомии (качество разреза конъюнктивы, склеры, травматичность коагуляции сосудов в ходе операции, мастерство хирурга), наличие интра- и послеоперационных осложнений, несвоевременное выявление и ИАГ-лазерное устранение заращения внутренней фистулы после трабекулэктомии, неадекватное ведение послеоперационного периода.

Ключевые слова: врождённая глаукома; синустрабекулэктомия; трабекулэктомия; дети.

Как цитировать:
Арестова Н.Н., Арестов Д.О., Панова А.Ю. Влияние различных факторов на эффективность трабекулэктомии у детей с врождённой глаукомой // *Российская педиатрическая офтальмология*. 2024. Т. 19. №2. С. 59–71. DOI: https://doi.org/10.17816/rpoj629264

Рукопись получена: 20.03.2024 **Рукопись одобрена:** 25.03.2024 **Опубликована:** 30.06.2024

Статья доступна по лицензии CC BY-NC-ND 4.0 International
© Эко-Вектор, 2024

DOI: https://doi.org/10.17816/rpoj629264

Influence of various factors on the efficiency of trabeculectomy in pediatric patients with congenital glaucoma

Nataliya N. Arestova[1, 2], Dmitry O. Arestov[1], Anna Yu. Panova[1]

[1] Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, Moscow, Russian Federation
[2] N.A. Semashko Scientific and Educational Institute of Clinical Medicine of the Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

AIM: The study aimed to analyze the influence of various factors on the efficiency of trabeculectomy in pediatric patients with congenital glaucoma.

MATERIAL AND METHODS: The results of 945 trabeculectomies, including those with various modifications and the use of drains, in pediatric patients with congenital glaucoma were analyzed in the Department of Pediatric Eye Pathology of the Helmholtz National Medical Research Center for Eye Diseases for 1997–2023.

RESULTS: The efficiency of trabeculectomy in pediatric patients with congenital glaucoma was 91.9%–98.5% in the immediate period (up to 6 months) after surgery, 75.5%–86.5% in the long term (after 5 years), and 34.2%–42.1% with repeated surgeries (up to 3–4 surgeries) during follow-up up to 10 years, which is comparable with literature data.

CONCLUSION: The main factors that influence the efficiency of trabeculectomy in pediatric patients with congenital glaucoma include age at the time of detection and surgical treatment of congenital glaucoma, their somatic health, glaucoma stage, and severity of destructive changes in the eye, particularly the congenital ones, presence of repeated surgeries, erroneous choice of the trabecular site subject to excision during surgery, injury rate of trabeculectomy (quality of incision of the conjunctiva, sclera, injury rate of vessel coagulation during surgery, and skill of the surgeon), presence of intra- and postoperative complications, untimely detection and YAG laser elimination of the internal fistula fusion after trabeculectomy, and inadequate management of the postoperative period.

Keywords: congenital glaucoma; sinustrabeculectomy; trabeculectomy; pediatric patients.

To cite this article:
Arestova NN, Arestov DO, Panova AYu. Influence of various factors on the efficiency of trabeculectomy in pediatric patients with congenital glaucoma. *Russian pediatric ophthalmology.* 2024;19(2):59–71. DOI: https://doi.org/10.17816/rpoj629264

Received: 20.03.2024 **Accepted:** 25.03.2024 **Published:** 30.06.2024

ECO•VECTOR

Article can be used under the CC BY-NC-ND 4.0 International License
© Eco-Vector, 2024

ВВЕДЕНИЕ

Врождённая глаукома (ВГ) — редкое заболевание, встречается 1 случай на 10–70 тыс. новорождённых. Это заболевание при отсутствии ранней диагностики и адекватного лечения приводит к необратимой потере зрения и ранней инвалидизации детей. Врождённая глаукома составляет 5–11,5% среди причин детской слепоты по зрению [1–4].

Современные достижения биохимии, генетики, внедрение новых диагностических методов, препаратов для снижения внутриглазного давления и усовершенствование хирургических методов привели к лучшему пониманию этого деструктивного заболевания и сохранению зрения у значительной части больных детей [4–7].

Из хирургических вмешательств, применяющихся при ВГ известны операции, улучшающие естественный отток внутриглазной жидкости (гониотомия, трабекулотомия), создающие искусственный путь оттока (трабекулэктомия, дренажная хирургия) и уменьшающие продукцию жидкости (циклодеструкции) [8].

В последние годы за рубежом в качестве первичной операции при первичной ВГ чаще выполняется гониотомия или синусотомия (трабекулотомия) ab externo (снаружи), причём круговая. Арсенал «ангулярных» операций весьма расширился, стали применять трабекулотомии с микрокатетером с подсветкой, эндоскопические гониотомии и др. [4, 9–17].

Однако в Российской Федерации эти операции пока не получили широкого распространения, поскольку достоверно не доказана их преимущественная эффективность и меньшая травматичность. Следует осторожно интерпретировать данные об эффективности операций, учитывая редкость ВГ, поскольку большинство исследований ретроспективны, нерандомизированы, имеют ограниченный размер выборки [4, 18]. По данным проведённого в 2020 году рандомизированного контролируемого исследования сравнительной эффективности и травматичности разных методов гониотомии, трабекулотомии и трабекулэктомии у 446 детей в возрасте до 5 лет (срок наблюдения 6–80 месяцев, Египет, Ближний Восток, Индия, США) преимущества отдельных методов оказались малодоказательны [19].

По данным сетевого мета-анализа (network meta-analysis — NMA) рандомизированных контролируемых исследований сравнительной эффективности 13 видов хирургических вмешательств при первичной врождённой глаукоме (ПВГ) у детей, было показано, что более эффективной, чем обычная частичная трабекулотомия, является микрокатетерная окружная трабекулотомия с подсветкой [20].

Дренажная хирургия чаще при ВГ применяется в случае неэффективности предшествующих операций и заведомо плохом прогнозе последующих [21–23].

Гипотензивная эффективность антиглаукоматозных операций при ВГ у детей составляет в среднем 55–92%. В ближайшие сроки, т.е. через 7–10 дней после операции, гипотензивный эффект операции составляет 92,3–100%, в отдалённые (от 6 месяцев до 2 и более лет) — 42–89,3% [8, 14, 18, 24–26].

В настоящее время в хирургии ВГ у детей в России основным традиционным методом лечения глаукомы у детей является трабекулэктомия (ТЭ). Это обосновано частым комбинированным характером поражения дренажной зоны, выраженными вторичными изменениями дренажной зоны, особенно в поздних стадиях ВГ, сравнительно высокой эффективностью ТЭ при невысокой частоте осложнений [13,14, 27–30].

Известны этнические и генетические факторы эффективности трабекулэктомии. Так, более высокая активность процессов послеоперационного рубцевания, снижающий прогноз фильтрующих операций отмечена у представителей арабских и африканских этносов, популяции словацких цыган [31, 32]. Более тяжёлым клиническим течением и менее благоприятным прогнозом отличается аутосомно-рецессивная первичная ВГ, вызванная мутациями гена P 450 B1 в локусе GLC3A [6, 33–37].

Эффективность ТЭ и её многочисленных модификаций при врождённой глаукоме в отдалённые сроки (более 6 месяцев) колеблется в широких пределах — от 40 до 90%, причём в сроки более 2 лет гипотензивный эффект операции сохраняется лишь у 50–70% больных [18–20, 24, 27, 28]. Прямое сопоставление результатов по данным литературы невозможно в силу существенных различий в критериях оценки эффективности операций, использовавшихся авторами, а также различий в классификациях ВГ. Более низкий процент успешных операций ТЭ отмечают авторы, следующие жёстким международным критериям компенсации внутриглазного давления (ВГД). Полный успех характеризуется следующими показателями: тонометрическое ВГД по Маклакову составляет менее 25 мм рт. ст., Ро по Гольдману (истинное ВГД) — менее 21 мм рт. ст. без медикаментозных гипотензивных средств. Следует учесть, что помимо уровня ВГД, критерии эффективности хирургических операций при ВГ, как правило, включают исчезновение роговичного синдрома, стабилизацию диаметра роговицы, величину переднезадней оси и глаукоматозной экскавации, улучшение зрительных функций.

По данным исследований, проведённых в отделе патологии глаз у детей НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца до 1994 года, эффективность ТЭ у детей с врождённой глаукомой составляла в отдалённые сроки (3 года) 77,8% в начальной и развитой стадиях, 30,8% — в далеко зашедшей и терминальной; к 2023 году — 80% в начальной стадии, 57,9–57,1% — в развитой и далеко зашедшей стадиях.

Детскую глаукому обоснованно относят к рефрактерным глаукомам [8, 29, 30], поскольку для детского возраста особенно характерно заращение зоны фистулизирующей операции с избыточным рубцеванием созданных путей оттока внутриглазной жидкости (ВГЖ) [38–40]. Сложность

задачи предупреждения заращения зоны фистулизирующей операции заключается в том, что в ответ на любое повреждение организм мобилизует резервы на максимально возможно полное и быстрое восстановление структур. В то же время успех фистулизирующей операции зависит, напротив, от возможности дозированно подавить данную реакцию, учитывая весь комплекс гуморальных и местных тканевых процессов, происходящих в процессе репарации операционной раны [41–43].

Доказано, что основная причина рубцевания путей оттока заключается в повышенной пролиферативной активности фибробластов, синтезирующих коллаген и гликозаминогликаны [8, 38, 44–48].

Сохранение эффективности фистулизирующих антиглаукоматозных операций в отдалённые сроки зависит от сложной комбинации факторов, не всегда поддающихся объективному учёту и не связанных напрямую с типом операции [49].

Для угнетения пролиферации фибробластов в последние 25 лет в фистулизирующей антиглаукоматозной хирургии достаточно широко применялись препараты, модулирующие процесс заживления раны и препятствующие избыточному рубцеванию, такие как апробированные антипролиферативные препараты (арабинозид цитозина, блеомицин, доксорубицин, 5-флуороуридин 5-монофосфат, флюорооротат, гепарин, таксол, цитохалазин В, колхицин и иммунотоксины [50]. Кроме того, использовали бета-лучевую терапию [51], низкочастотный ультразвук [52].

Широкое применение при глаукомах у детей получили 5-фторурацил (5-ФУ) и митомицин-С (ММС). У детей 5-фторурацил чаще используют в виде субконъюнктивальных инъекций, интраоперационно или коротким курсом после ТЭ. Считается, что 5-ФУ показан только детям старшего возраста, причём только в случае реопераций и при появлении ранней несостоятельности фильтрационных подушек [25, 28, 53, 54]. ММС используется интраоперационно, 0,2–0,4 мг/мл на спонже 2 минуты с промыванием зоны операции 10 мл физиологического раствора. Отмечено поышение эффективности ТЭ до 52–82% [27, 55–58] при использовании ММС.

Однако использование антиметаболитов, особенно ММС, при врождённой глаукоме в разных клиниках мира постепенно сменилось осторожным отношением к их применению у детей, учитывая тенденцию к росту числа осложнений. Ранние осложнения применения ММС заключались в следующем: расхождение краёв разреза конъюнктивы с наружной фильтрацией ВГЖ, выраженная длительная персистирующая гипотония с макулопатией, мелкая передняя камера, гифема, лизис склеры, конъюнктивы, персистирующая наружная фильтрация; поздние осложнения (через 2 и более лет после операции): трофические дефекты тканей, кистозное перерождение фильтрационных подушек (7,5%). Через 2,5 года почти у всех детей после ТЭ с цитостатиком отмечаются фильтрационные подушки высокие, аваскулярные, с тонкими стенками, а у 20% выявлено нарушение их целостности. Отмечены случаи отслойки сетчатки, осложнённой катаракты и эндофтальмита [14, 19, 27, 50, 58 ,61]. Использование ММС считают небезопасным, но возможным в рефрактерных случаях на афакичных глазах и у детей старшего возраста [14, 18, 58, 59, 61, 62]. Следует учесть отсутствие официального разрешения к применению ММС у детей.

Цель. Анализ влияния различных факторов на эффективность трабекулэктомии у детей с врождённой глаукомой и пути предупреждения рубцевания созданных путей оттока.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проведён анализ результатов 945 случаев трабекулэктомии (ТЭ), в том числе с различными модификациями и применением дренажей, у детей с врождённой глаукомой (ВГ) в отделе патологии глаз у детей НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца за период 1997–2023 гг. Возраст детей от 3 месяцев до 17 лет.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Получены благоприятные показатели эффективности трабекулэктомии при врождённой глаукоме. Так, в ближайшие сроки (до 6 месяцев) после операции эффективность ТЭ составляла 91,9–98,5%, в отдалённые (через 5 лет) — 75,5–86,5%, при повторных операциях (до 3–4 операций) в течение наблюдения до 10 лет — 34,2–42,1%, что сопоставимо с данными литературы.

Проведён анализ влияния следующих факторов на эффективность трабекулотомии у детей с врождённой глаукомой.

1. Поздняя диагностика врождённой глаукомы, имеется в виду возраст детей при выявлении заболевания и при выполнении ТЭ. По нашим данным [7], худшие результаты лечения наблюдаются у детей, поздно обратившихся за помощью, с продолжительной некомпенсацией ВГД и главное — имеющих глаукому уже при рождении с врождёнными тяжёлыми деструктивными поражения глаз. Так, у большинства детей с первичной врождённой глаукомой (ПВГ) уже к рождению ребёнка глаукоматозный процесс достиг продвинутых стадий: в 71,1% случаев среди детей с ПВГ, выявленной к 1 месяцу жизни, и в 91,2% случаев при ПВГ, выявленной в возрасте от 1 до 12 месяцев.

2. Соматическое здоровье ребенка. Анализ исходного соматического здоровья детей с ВГ показал, что фактором, достоверно влияющим на эффективность ТЭ, было наличие острых и хронических воспалительных заболеваний, вторичного иммунодефицита.

Заращение внутренних фистул и фильтрационных подушек (ФП) после ТЭ происходило в 2 раза чаще (p <0,05)

у детей с частыми вирусными и респираторными заболеваниями перед и после операции, с врождённым и чаще со вторичным иммунодефицитом.

3. Клиническая форма ВГ, по нашим данным, не является достоверным фактором прогноза успеха антиглаукоматозной операции. Отмечены только особенности, характерные для разных форм ВГ, такие как склонность к образованию стафилом склеры у детей с некомпенсацией ВГ 1-й формы, особенно при далеко зашедших и терминальных стадиях. Выявлено значительное число осложнений ТЭ при 2-й форме ВГ, особенно при аниридии. Показана склонность к геморрагическим осложнениям ТЭ при синдроме Стерджа-Вебера (3-я форма ВГ), что необходимо иметь в виду хирургу. Чаще зарастали ФП на глазах с далеко зашедшими и терминальными стадиями 1-й клинической формы ВГ (86,7–100% случаев). Наличие тяжёлых деструктивных изменений глаза (буфтальма, стафиломы склеры, истончение оболочек) достоверно повышали вероятность рубцевания зоны операции, новых путей оттока (p <0,05).

4. Стадия ВГ. Отмеченная вариабельность клинических проявлений первичной ВГ не всегда соответствовала стадиям заболевания. Однако выявлена обратная корреляционная связь между стадией (как степенью тяжести) ВГ и эффективностью ТЭ (r_c= –0,438±0,075: r_c>3 mrc), особенно при исходном ВГД более 30 мм рт. ст.

5. Повторные гипотензивные вмешательства. Частота компенсации ВГ после повторных ТЭ (более двух) при всех клинических формах ВГ достоверно коррелировала с наличием предшествующих операций (r_c=0,385±0,079: r_c >3 mrc). Большинство детей с некомпенсацией ВГ (80% детей) перенесли ранее 1–4 антиглаукоматозные операции. ФП зарастали чаще на многократно оперированных глазах (p <0,05).

6. Ошибочный выбор участка трабекулы, подлежащей иссечению при ТЭ. Проведённый нами ретроспективный гониоскопический анализ состояния зоны внутренней фистулы после ТЭ у детей с ВГ показал, что нередко хирурги во время операции неверно определяли зону проекции вершины угла передней камеры (УПК) на склеру. У детей первых лет жизни с некомпенсированной ВГ глазное яблоко значительно увеличивается в размере. На таких растянутых глазах, особенно с буфтальмом и мутной роговицей, визуально невозможно точно определить проекцию вершины УПК на склеру, поэтому необходимо уточнять положение её методом диафаноскопии [63].

7. Критерии травматичности ТЭ. Решающим фактором послеоперационного рубцевания в зоне операции является чрезмерная травматичность выполнения ТЭ, как и любой другой операции. Диапазон травматичности стандартной ТЭ в руках разных хирургов весьма велик. Нередко ТЭ, как технически несложную операцию, выполняют начинающие и малоопытные хирурги. Остановимся на отдельных этапах выполнения ТЭ. По нашим данным, неблагоприятными интраоперационными факторами, являются следующие.

Травматичный разрез конъюнктивы. Большое значение имеет выбор места разреза конъюнктивы. Лимбальный или форникальный разрез — дискутабельный вопрос. Часть офтальмохирургов предпочитают форникальный разрез в своде конъюнктивы, хотя многие выбирают лимбальный разрез, отслаивают субконъюнктиву от склеры не скребцом, а физраствором, отодвигая эписклеру, берегут тенонову капсулу. Мы предпочитаем форникальный разрез, хотя считаем, что хирург вправе выбрать другую локализацию разреза конъюнктивы. Главное, чтобы разрез конъюнктивы был точным, одномоментным, малотравматичным для теноновой оболочки [64]. Строго говоря, все операции со вскрытием конъюнктивы нельзя считать «миниинвазивными», но следует стремиться к минимизации операционной травмы.

Необходимо тщательное ушивание разреза конъюнктивы и субконъюнктивы для предупреждения врастания эпителия по неадаптированным краям разреза конъюнктивы и/или шовному каналу, особенно при использовании цитостатиков, замедляющих заживление разрезов с риском наружной фильтрации.

В ранних наших работах проведено изучение патоморфологического строения рубцовой ткани несостоятельных облитерированных фильтрационных подушек, иссечённых при повторной ТЭ у 3 детей с ВГ [65]. Впервые было выявлено врастание многослойного плоского эпителия: от сосочкового разрастания до цепочки из 2–3 пластов эпителия на всю толщу фрагмента. Причём, это помимо обычно выявляемой и ожидаемой грубой волокнистой соединительной ткани, состоящей из плотноупакованных пучков коллагеновых волокон, единичных клеточных элементов (фибробласты и фиброциты), новообразованных сосудов, местами с зонами гиалиноза. Таким образом, нами установлена возможность проникновения, врастания наружного эпителия по неадаптированным краям разреза конъюнктивы и\или шовному каналу у детей с ВГ после ТЭ. Эта находка, по нашему мнению, представляет особый интерес, т.к. в литературе случаи врастания эпителия в ткань ФП описаны только у взрослых больных с открытоугольной глаукомой, причём с наружной фильтрацией ВГЖ и резкой гипотонией [39], в отличие от наших наблюдений у детей с ВГ при гониоскопически состоятельных внутренних фистулах и отсутствии наружной фильтрации.

Недостаточное качество разрезов склеры. Учитывая известное коагулирующее, гемостатическое и прямое антипролиферативное действие низкочастотного ультразвука и наш опыт, желательно использовать не механические инструменты, а низкочастотные ультразвуковые. Рекомендуем применять УЗ микроскальпель и УЗ круглый нож (Ультразвуковой аппарат для микрохирургии глаза УЗХ-Ф-9102-ОФ «МЕДЭЛ», с частотой 44 кгц). Ультразвуковые инструменты достоверно обеспечивают лёгкость выполнения, дозируемость разреза склеры, позволяют

сформировать склеральный лоскут точно заданной формы, толщины и профиля с идеальными краями (p <0,05) по сравнению с аналогичными механическими инструментами [52, 66].

Чрезмерная коагуляция сосудов для гемостаза в ходе ТЭ. Нежный нетермический коагуляционный эффект — это важное звено атравматичности операции ТЭ. Гемостаз в ходе ТЭ нужен минимальный, щадящий, но тщательный, поэтому для этой цели также лучше использовать низкочастотную ультразвуковую или радиочастотную коагуляцию. Одномоментная с разрезом нетермическая ультразвуковая коагуляция сосудов эписклеры позволяет полностью отказаться от грубой диатермокоагуляции. Качество ультразвуковой нетермической коагуляции выше (p <0,05), чем диатермокоагуляции, что доказано патоморфологическими исследованиями фрагментов глубоких слоёв склеры, иссечённых при ультразвуковой ТЭ и стандартной ТЭ у детей с ВГ. Нежный нетермический коагуляционный эффект УЗ инструментов — это важное звено атравматичности операции ультразвуковой ТЭ.

8. Наличие интра- и послеоперационных осложнений ТЭ (воспалительных, геморрагических и др.) достоверно снижает эффективность операции (p <0,05). По нашим данным, интраоперационные кровотечения при выкраивании склерального лоскута УЗ инструментами отмечены в 5,4% случаев, т.е. в 5 раз реже, чем при стандартной ТЭ с использованием механических инструментов, как с применением цитостатика 5-ФУ после операции — 25%, так и без без него — 27,5% (p <0,05).

9. Ранняя ИАГ-лазерная рефистулизация для устранения столь частых у детей иридокорнеальных контактов, сращений в зоне внутренней фистулы после ТЭ — важный этап предупреждения и борьбы с рубцеванием путей оттока после ТЭ при ВГ у детей. Такая лазерная «чистка» восстанавливает функционирование фистулы, предупреждает восходящее рубцевание путей оттока. Методика лазерной рефистулизации отработана, применяется нами более 20 лет, запатентована [67, 68]. Реконструктивный эффект через 1–7 суток после лазерной рефистулизации достигается у 96–99% детей, а через 6 месяцев–15 лет — у 73,1% детей; гипотензивный эффект в эти сроки достигается в 98% и 70,5% случаев, соответственно.

Следует сделать акцент на необходимости ранней рефистулизации, т.е. до 1 месяца после ТЭ, что уменьшает частоту рецидивов блока фистулы до 4%. Рефистулизация позднее 1 года после ТЭ в 39% случаев сопровождается рецидивами блока. Особенно атравматична и эффективна рефистулизация до 7–10 дней после ТЭ, поэтому необходима обязательная гониоскопия до выписки детей из стационара и затем регулярно в ходе диспансерного наблюдения. Показания для лазерной рефистулизации: обтурация внутренней фистулы корнем радужки, экссудатом, кровью или пигментом. Противопоказанием к лазерной рефистулизации является выраженное ущемление радужки между краями внутренней фистулы.

10. Анализ эффективности разных модификаций ТЭ. Проведён сравнительный анализ гипотензивной эффективности и безопасности разработанного метода ультразвуковой трабекулэктомии (УЗТЭ) по сравнению со стандартной трабекулэктомией ТЭ с применением цитостатика 5-ФУ после операции (2 группа) и без него (3 группа) у детей с врожденной глаукомой. Возраст детей составлял от 2 месяцев до 15 лет. Доказана более высокая (p <0,05) итоговая частота компенсации глаукомы через 2 и более лет после разработанной операции ультразвуковой трабекулэктомии УЗТЭ (86,5%) по сравнению с ТЭ без УЗ (с диатермокоагуляцией) как с курсом 5-ФУ после операции (52,5%), так и без него (62,5%). После УЗТЭ хорошая ФП сохранялась в сроки более 2 лет почти вдвое чаще (83,8%), выраженное рубцевание ФП наблюдалось в 4 раза реже (8,1%), а выраженная аномальная васкуляризация ФП — реже в 6,5 раз (2,7%), чем после ТЭ без УЗ (суммарно 2-я и 3-я группы: 45%, p *<0,05*). Внутренняя фистула была функционально состоятельна в большинстве случаев после ТЭ во всех группах (86,7%, 72,5% и 67,5%, соответственно).

11. Применение антиметаболитов при ТЭ у детей с ВГ. По материалам нашего отдела, через 1–2 года после ТЭ с 5-ФУ внутренняя фистула сохраняется только у 67,5% детей с ВГ (после УЗТЭ — в 86,7%). Фильтрационная подушка функционирует только у 42,5% детей, после УЗТЭ вдвое лучше — 83,8%). Из осложнений ТЭ с 5-FU отмечали кератопатии (10%), дистрофии роговицы (7,5%), дислокации зрачка (15%), достоверно чаще кистозную ФП (12,5%), чем после стандартной ТЭ и УЗТЭ. Причём после ТЭ с 5-ФУ отмечена тенденция к формированию аваскулярных тонкостенных, а в 5 случаях — кистозных ФП.

Наш опыт применения цитостатиков, антиметаболитов для предупреждения заращения созданных при ТЭ путей оттока ВГЖ позволяет согласиться с разумным ограничением использования этих препаратов у детей, особенно раннего возраста. Считаем, что 5-ФУ показан детям старшего возраста, причём особенно в случае реопераций в виде субконъюнктивальных инъекций интраоперационно 50 мг/мл, а также при появлении ранней несостоятельности ФП коротким курсом — 2–5 инъекций с 3–15 дня после ТЭ. Учитывая известную тяжесть последствий использования ММС, не считаем целесообразным его применение в практике хирургии ВГ у детей, особенно младшего возраста, тем более, что нет официального разрешения к его использованию в детской офтальмохирургии.

По нашему мнению, более перспективно использование низкочастотных УЗ инструментов при ТЭ и современная дренажная хирургия, при их неэффективности целесообразно применять циклодеструктивную хирургию. Микроимпульсная модификация циклодеструкции обсуждается в качестве первичного вмешательства при глаукоме у детей.

В результате исследования выявлены следующие особенности течения послеоперационного периода детей с врожлённой глаукомой после трабекулэктомии:

- склонность к гипотонии в ранние сроки после ТЭ и коллапсу глазного яблока из-за повышенной эластичности склеры и иридокапсулярной диафрагмы у детей;
- вялотекущий прогрессирующий фибропластический процесс с образованием гониосинехий, периферических иридокорнеальных сращений, заращением внутренней фистулы и ФП после столь частых экссудативных реакций;
- выраженная «прилипчивость» радужки с подпаиванием ножек колобомы к краям фистулы, ростом новообразованных сосудов, особенно при синдроме Стерджа-Вебера;
- нередкая дислокация зрачка из-за склонности незрелой радужки к смещению в зону внутренней фистулы при чрезмерном оттоке ВГЖ в первые дни после ТЭ;
- склонность к образованию стафилом склеры из-за патологической тонкости ее, особенно при далекозашедших стадиях ВГ;
- увеличение риска осложнений из-за беспокойного поведения детей, особенно младшего возраста, после операции;
- после ТЭ у детей с ВГ сравнительно редки цилиохориоидальная отслойка менее 0,5% и кератопатии до 5%, без учёта имевшегося при ВГ помутнения роговицы.

Рациональное ведение послеоперационного периода детей с врождённой глаукомой после трабекулэктомии

Считаем обоснованными следующие принципы рационального ведения послеоперационного периода детей с ВГ после ТЭ: пролонгированный сон детям после операции, активное ведение раннего послеоперационного периода с использованием кортикостероидов, своевременным нидлингом в зоне операции; контролем ВГД, обязательной гониоскопией до выписки ребёнка из стационара. Необходимы ранняя ИАГ-лазерная рефистулизация, рациональное медикаментозное сопровождение. Залогом успеха лечения являются общеоздоровительные мероприятия, профилактика ОРЗ; индивидуальный поиск причин соматического нездоровья, оценка иммунитета ребёнка и индивидуальный подход к показаниям для профилактических прививок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Трабекулэктомия (ТЭ) при врождённой глаукоме у детей имеет хороший гипотензивный эффект, обеспечивая анатомическую и функциональную сохранность внутренней фистулы. Эффективность ТЭ у детей с врождённой глаукомой в ближайшие сроки (до 6 месяцев) после операции составляет 91,9–98,5%, в отдалённые (через 5 лет) — 75,5–86,5%, при повторных операциях (до 3–4 операций) в течение наблюдения до 10 лет — 34,2–42,1%, что сопоставимо с данными литературы.

Доказана более высокая (p <0,05) итоговая частота компенсации глаукомы через 2 и более лет после разработанной операции ультразвуковой трабекулэктомии (УЗТЭ) (86,5%) по сравнению с ТЭ без ультразвука (с диатермокоагуляцией), как с курсом 5-ФУ после операции (52,5%), так и без него (62,5%). После УЗТЭ хорошая ФП сохранялась в сроки более 2 лет почти вдвое чаще (83,8%), выраженное рубцевание ФП наблюдалось в 4 раза реже (8,1%).

Выявлено, что после УЗТЭ выраженная аномальная васкуляризация ФП отмечалась реже в 6,5 раз (2,7%), чем после ТЭ без ультразвука (45%, p <0,05). Внутренняя фистула сохраняла анатомическую и функциональную состоятельность в большинстве случаев после ТЭ во всех группах (86,7%, 72,5% и 67,5% соответственно).

По нашим данным, основными факторами, влияющими на эффективность ТЭ у детей с ВГ, являются следующие: возраст детей на момент выявления и хирургического лечения ВГ, их соматическое здоровье, стадия глаукомы и тяжесть деструктивных изменений глаза, наличие повторных операций, выбор участка трабекулы, подлежащей иссечению при ТЭ, травматичность выполнения ТЭ, наличие интра- и послеоперационных осложнений, несвоевременное выявление и ИАГ-лазерное устранение заращения внутренней фистулы после ТЭ, неадекватное ведение послеоперационного периода.

Учёт перечисленных факторов, особенностей выполнения ТЭ, течения и ведения послеоперационного периода необходимы для повышения эффективности ТЭ у детей с ВГ.

Исход современной ТЭ, выполненной на новом высокотехнологичном уровне, в значительной мере определяется степенью травматичности операции, использованием обоснованных и отработанных технологий и мастерством хирурга.

Для снижения травматичности ТЭ необходимо совершенствование хирургического лечения, т.е. технологии операционных разрезов, коагуляции сосудов, наложения швов. Целесообразно использование низкочастотных ультразвуковых микрохирургических инструментов (УЗ скальпель и УЗ круглый нож) для ТЭ, достоверно снижающих травматичность операции, обеспечивая точность, лёгкость выполнения и бескровность операционных разрезов склеры за счёт коагулирующего и гемостатического эффектов, прямого антипролиферативного воздействия низкочастотного ультразвука.

Отечественные низкочастотные терапевтические и хирургические аппараты весьма востребованы и широко применяются в медицине. Ультразвуковой аппарат для микрохирургии глаза УЗХ-Ф-9102-ОФ «МЕДЭЛ» с частотой 44 кгц, с 6 сменными ультразвуковыми насадками (микроскальпель, круглый нож, брюшистый скальпель,

аппликатор, игла, костная пилка) выпускал ООО МЕДЭЛ с 1991 до 2022 года. В настоящее время аналогичные аппараты выпускаются другими отечественными изготовителями.

Как реальный путь повышения эффективности хирургии ВГ у детей безусловно необходим поиск новых, менее токсичных антипролиферативных средств, активное внедрение дренажной хирургии, индивидуальный подход к ребёнку: оптимальный план операции, активное ведение послеоперационного периода, адекватная медикаментозная терапия.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Вклад распределён следующим образом: Н.Н. Арестова — разработка дизайна исследования, редактирование и утверждение окончательной версии статьи; Д.О. Арестов — обследование пациентов, сбор, анализ, статистическая обработка и интерпретация данных, написание текста статьи; А.Ю. Панова — редактирование, подготовка окончательной версии статьи.

ADDITIONAL INFO

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Author contribution. All authors confirm that their authorship complies with the international ICMJE criteria (all authors made a significant contribution to the development of the concept, research and preparation of the article, read and approved the final version before publication). The largest contribution is distributed as follows: Natalya N. Arestova — conception and development of the study design, treatment, writing the text and editing the article; Dmitry O. Arestov — examination of patients, collection, analysis of data, writing the text of the article; Anna Yu. Panova — editing, preparation of the final version of the article.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gilbert C.E., Rahi J.S., Quinn G.E. Visual impairment and blindness in children. Johnson G.J., Minassian D.C., Weale R.A., West S.K., editors. The Epidemiology of Eye Disease. 3nd ed. London: Edward Arnold Ltd., 2003. P. 260–285.

2. Biglan A.W. Glaucoma in children: Are we making progress? // J Am Assoc Pediatr Ophthalmol Strabismus. 2006. Vol. 10, N. 7. P. 21. doi: 10.1016/j. jaapos.2005.10.001

3. Fung D.S., Roensch M.A., Kooner K.S., et al. Epidemiology and characteristics of childhood glaucoma: results from the Dallas Glaucoma Registry // Clin Ophthalmol. 2013. Vol. 7. P. 1739–1746. doi: 10.2147/opth.s45480

4. Badawi A.H., Al-Muhaylib A., Al-Owaifeer A.A., et al. Primary congenital glaucoma: An updated review // Saudi J Ophthalmol. 2019. Vol. 33, N. 4. P. 382–388. doi: 10.1016/J.SJOPT.2019.10.002.20

5. Papadopoulos M., Edmunds B., Fenerty C., Khaw P.T. Childhood glaucoma surgery in the 21st Century // Eye. 2014. Vol. 28, N. 8. P. 931–943. doi: 10.1038/eye.2014

6. Mocan M.C., Mehta A.A., Aref A.A. Update in Genetics and Surgical Management of Primary Congenital Glaucoma // Turk J Ophthalmol. 2019. Vol. 49, N. 6. P. 347–355. doi: 10.4274/tjo.galenos.2019.28828

7. Катаргина Л.А., Сорокин А.А., Арестова Н.Н., и др. Спектр клинических проявлений первичной врожденной глаукомы по данным обращаемости в ФГБУ НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца // Российский офтальмологический журнал. 2022. Т. 15, № 3. С. 26–33. doi: 10.21516/2072-0076-2022-15-3-26-33

8. Сидоров Э.Г., Мирзаянц М.Г. Врождённая глаукома и её лечение. Москва: Медицина, 1991. 208 с.

9. Kulkarni S.V., Damji K.F., Fournier A.V., et al. Endoscopic goniotomy: early clinical experience in congenital glaucoma // J Glaucoma. 2010. Vol. 19, N. 4. P. 264–269. doi: 10.1097/IJG.0b013e3181b21ede

10. Girkin C.A., Marchase N., Cogen M.S. Circumferential trabeculotomy with an illuminated microcatheter in congenital glaucomas // J Glaucoma. 2012. Vol. 21, N. 3. P. 160–163. doi: 10.1097/IJG.0b013e31822af350

11. Chen T.C., Chen P.P., Francis B.A., et al. Pediatric glaucoma surgery: a report by the American Academy of Ophthalmology // Ophthalmology. 2014. Vol. 121, N. 11. P. 2107–2115. doi: 10.1016/j.ophtha.2014.05.010

12. Dao J.B., Sarkisian S.R. Jr., Freedman S.F. Illuminated microcatheter-facilitated 360-degree trabeculotomy for refractory aphakic and juvenile open-angle glaucoma // J Glaucoma. 2014. Vol. 23, N. 7. P. 449–454. doi: 10.1097/IJG.0b013e31829484df

13. Khan A.O. A Surgical Approach to Pediatric Glaucoma // The Open Ophthalmology Journal, 2015. Vol. 9. P. 104–112. doi: 10.2174/1874364101509010104

14. Scuderi G., Iacovello D., Pranno F., et al. Pediatric Glaucoma: A Literature's Review and Analysis of Surgical Results // Biomed Res Int. 2015. Vol. 2015. P. 393670. doi.org/10.1155/2015/393670

15. Temkar S., Gupta S., Sihota R., et al. Illuminated microcatheter circumferential trabeculotomy versus combined trabeculotomy-trabeculectomy for primary congenital glaucoma: a randomized controlled trial // Am J Ophthalmol. 2015. Vol. 159, N. 3. P. 490–497. doi: 10.1016/j.ajo.2014.12.001

16. Huang J.L., Huang J.J., Zhong Y.M., et al. Surgical outcomes of trabeculotomy in newborns with primary congenital glaucoma // Chin Med J. 2016. Vol. 129. P. 2178–2183. doi: 10.4103/0366-6999.189925

17. Grehn F. New horizons in congenital glaucoma surgery // Acta Ophthalmol. 2018. Vol. 96, N. 1. P. 7–8. doi: 10.1111/aos.13589

18. Dureau P., Dollfus H., Cassegrain C., et al. Long-term results of trabeculectomy for congenital glaucoma // J Pediatr Ophthalmol. Strabismus. 1998. Vol. 35, N. 4. P. 198–202. doi: 10.3928/0191-3913-19980701-05

19. Gagrani M., Garg I., Ghate D. Surgical interventions for primary congenital glaucoma // Cochrane Database Syst Rev. 2020. Vol. 8, N. 8. P. CD008213. doi: 10.1002/14651858.CD008213.pub3
20. Lee Y.J., Ha A., Kang D., Shim S.R., et al. Comparative efficacies of 13 surgical interventions for primary congenital glaucoma in children: a network meta-analysis of randomized clinical trials // Int J Surg . 2023. Vol. 109, N. 4. P. 953–962. doi: 10.1097/JS9.0000000000000283
21. Садовникова Н.Н., Присич Н.В., Бржеский В.В., и др. Дренажные устройства в хирургии глаукомы у детей // Современные технологии в офтальмологии. 2019. № 3. С. 170–174. doi: 10.25276/2312-4911-2019-3-170-174. doi: 10.25276/2312-4911-2019-3-170-174
22. Chen A., Yu F., Law S.K., et al. Valved glaucoma drainage devices in pediatric glaucoma. Retrospective long-term outcomes // JAMA Ophthalmol. 2015. Vol. 133, N. 9. P. 1030–1035. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2015.1856
23. Pakravan M., Esfandiari H., Yazdani S., et al. Clinical outcomes of Ahmed glaucoma valve implantation in pediatric glaucoma // Eur J Ophthalmol. 2018. Vol. 29, N. 1. P. 1–8. doi: 10.1177/1120672118761332
24. Al-Hazmi A., Awad A., Zwaan J., et al. Correlation between surgical success rate and severity of congenital glaucoma // Br J Ophthalmol. 2005. Vol. 89. P. 449–453. doi: 10.1136/bjo.2004.047761
25. Khaw P.T. What is the best primary surgical treatment for infantile glaucoma // Br J Ophthalmol. 1996. Vol. 80, N. 6. P. 495–496. doi: 10.1136/bjo.80.6.495
26. O'Malley, Schotthoefer E., Yanovitch T.L., et al. Aqueous drainage device surgery in refractory pediatric glaucomas: I. Long- term outcomes // J Am Assoc Pediatric Ophthalmol Strabismus. 2008. Vol. 12. P. 33–39. doi: 10.1016/j.jaapos.2007.07.002
27. Sidoti P.A., Belmonte S.J., Liebmann J.M., Ritch R. Trabeculectomy with mitomycin-C in the treatment of pediatric glaucomas // Ophthalmology. 2000. Vol. 104. P. 422–429. doi: 10.1016/s0161-6420(99)00130-x
28. Giampani J.Jr, Borges-Giampani A.S., Carani J.C., et al. Efficacy and safety of trabeculectomy with mitomycin C for childhood glaucoma: a study of results with long-term follow-up // Clinics (Sao Paulo). 2008. Vol. 63, N. 4. P. 421–426. doi: 10.1590/s1807-59322008000400002
29. Лазарева А.К., Кулешова О.Н., Айдагулова С.В., и др. Особенности детской глаукомы: обзор литературы // Национальный журнал глаукома. 2019. Т. 18, № 2. С. 102–112. doi: 10.25700/NJG.2019.02.11
30. Садовникова Н.Н., Бржеский В.В., Зерцалова М.А., и др. Структура «детской» глаукомы – результаты 20-летнего наблюдения // Национальный журнал глаукома. 2023. Т. 22, № 2. С. 71–80. doi: 10.53432/2078-4104-2023-22-2-71-80
31. Elder M.J. Congenital glaucoma in the West Bank and Gaza Strip // Br J Ophthalmology. 1993. Vol. 77, N. 7. P. 413–416. doi: 10.1136/bjo.77.7.413
32. Plasilova M., Feráková E., Kádasi L., et al. Linkage of autosomal recessive primary congenital glaucoma to the GLC3A locus in Roms (Gypsies) from Slovakia // Hum-Hered. 1998. Vol. 48, N. 1. P. 30–33. doi: 10.1159/000022778
33. Dietlein T.S., Jacobi P.C., Krieglstein G.K. Prognosis of primary ab externo surgery for primary congenital glaucoma // Br J Ophthalmology. 1999. Vol. 83, N. 3. P. 317–322. doi: 10.1136/bjo.83.3.317
34. Bejjani B.A., Lewis R.A., Tomey K.F., et al. Mutations in CYP1B1, the gene for cytochrome P4501B1, are the predominant cause of primary congenital glaucoma in Saudi Arabia // Am J Hum Genet. 1998. Vol. 62, N. 2. P. 325–333. doi: 10.1086/301725
35. Reis L.M. Reis L.M., Tyler R.C., et al. Analysis of CYP1B1 in pediatric and adult glaucoma and other ocular phenotypes // Mol Vis. 2016. Vol. 22. P. 1229–1238.
36. Lewis C.J., Lewis C.J., Hedberg-Buenz A., et al. Primary congenital and developmental glaucomas // Hum Mol Genet. 2017. Vol. 26, N. 1. P. 28–36. doi: 10.1093/hmg/ddx205
37. Mauri L., Uebe S., Sticht H., et al. Expanding the clinical spectrum of COL1A1 mutations in different forms of glaucoma // Orphanet J Rare Diseases. 2016. Vol. 11, N. 1. P. 108. doi: 10.1186/s13023- 016-0495-y
38. Лебедев О.И. Концепция избыточного рубцевания тканей глаза после антиглаукоматозной операции // Вестник офтальмологии. 1993. № 1. С. 36–39. EDN: YNYQGG
39. Azuara-Blanco A., Katz L.J. Dysfunctional filtering blebs // Surv Ophthalmol. 1998. Vol. 43, N. 2. P. 93–126. doi: 10.1016/s0039-6257(98)00025-3
40. Maumenee A.K. External filtering operations for glaucoma: the mechanism of function and failure // Tram Am Ophthalmol Soc. 1960. Vol. 58. P. 319–328.
41. Балашова Л.М. Иммуногемостатические механизмы первичной открытоугольной глаукомы // Вестник офтальмологии. 1992. № 3. С. 3–5.
42. Chang M.R, Cheng Q., Lee D.A. Basic science and clinical aspects of wound healing in glaucoma filtering surgery // J Ocul Pharmacol Ther. 1998. Vol. 14, N. 1. P. 75–95. doi: 10.1089/jop.1998.14.75
43. Daniels J.T., Occleston N.L., Crowston J.G., et al. Understanding and controlling the scarring response: the contribution of histology and microscopy // Microsc Res Tech. 1998. Vol. 42, N. 5. P. 317–333. doi: 10.1002/(SICI)1097-0029(19980901)42:5<317::AID-JEMT3>3.0.CO;2-M
44. Кулешова О.Н., Непомнящих Г.И., Айдагулова С.В. Анализ морфологических изменений юкстаканаликулярной ткани и склеры по операционному материалу при первичной ювенильной и открытоугольной глаукоме // Офтальмохирургия. 2008. Т. 3. С. 12–15. EDN: NBPPHD
45. Addicks E.M., Quigley H.A., Green W.R., Robin A.L. Histologic characteristics of filtering blebs in glaucomatous eyes // Arch Ophthalmol. 1983. Vol. 101, N. 5. P. 795–798. doi: 10.1001/archopht.1983.01040010795021
46. Terraciano A.J., Sidoti P.A. Management of refractory glaucoma in childhood // Curr Opin Ophthalmol. 2002. Vol. 13, N. 2. P. 97–102. doi: 10.1097/ 00055735-200204000-00008
47. Tanimoto S.A., Brandt J.D. Options in pediatric glaucoma after angle surgery has failed // Curr Opin Ophthalmol. 2006. Vol. 17, N. 2. P. 132–137. doi: 10.1097/01.icu.0000193091.60185.27
48. Tung I., Marcus I., Thiamthat W., Freedman S.F. Second glaucoma drainage devices in refractory pediatric glaucoma: failure by fibrovascular ingrowth // Am J Ophthalmol. 2014. Vol. 158, N. 1. P. 113–117. doi: 10.1016/j. ajo.2014.03.017
49. Джалиашвили О.А., Игнатьев А.Н., Жоржос Х. Возможные причины повышения внутриглазного давления после трабекулэктомии и пути ее устранения // Вестник офтальмологии. 1997. № 2. С. 42–44.
50. Allingham R.R. Congenital glaucoma. In: Allingham R.R., Damji K.F., Freedman S., Mori S.E., Shafranov G., editors. Shields'

Textbook of Glaucoma. 5th edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2005. P. 235–252.

51. Miller M.H., Rice N.S. Trabeculectomy combined with beta irradiation for congenital glaucoma // Br J Ophthalmology. 1991. Vol. 75, N. 10. P. 584–590. doi: 10.1136/bjo.75.10.584

52. Арестов Д.О. Хирургические аспекты ультразвуковой трабекулэктомии в лечении врожденной глаукомы у детей // Российская педиатрическая офтальмология. 2014. № 1. С. 5–11. EDN: RWULJZ

53. Fu G.L., Alexander J.L., Saeedi O.J. Persistent corneal edema associated with subconjunctival 5-fluorouracil in an infant with primary congenital glaucoma // J Pediatric Ophthalmol Strabismus. 2016. Vol. 22, N. 53. P. 54–57. doi: 10.3928/01913913-20161003-01

54. Арестов Д.О., Хватова А.В. Сравнительная эффективность ультразвуковой и традиционной трабекулэктомии при врожденной глаукоме у детей // Российская педиатрическая офтальмология. 2014. Т. 9. № 3. С. 31–31. doi: 10.17816/rpoj37609

55. Freedman S.F., McCormick K, Cox T.A. Mitomycin C-augumented trabeculectomy with postoperative wound modulation in pediatric glaucoma // JAAPOS. 1999. Vol. 3, N. 2. P. 117–124. doi: 10.1016/s1091-8531(99)70082-0

56. Chen C.W., Huang H.T., Bair J.S., Lee C.C. Trabeculectomy with simultaneous topical application of mitomycin-C in refractory glaucoma // J Ocul Pharmacol. 1990. Vol. 6, N. 3. P. 175–182. doi: 10.1089/jop.1990.6.175

57. Azuara-Blanco A., Wilson R.P., Spaeth G.L., et al. Filtration procedures supplemented with mitomycin C in the management of childhood glaucoma // Br J Ophthalmol. 1999. Vol. 83, N. 2. P. 151–156. doi: 10.1136/bjo.83.2.151

58. Jayaram H., Scawn R., Pooley F., et al. Long-term outcome of trabeculectomy augmented with mitomycin C undertaken within the first two years of life // Ophthalmology. 2015. Vol. 122, N. 11. P. 2216–2222. doi: 10.1016/j.ophtha.2015.07.028

59. al-Hazmi A., Zwaan J., Awad A., et al. Effectiveness and complications of mitomycin C use during pediatric glaucoma surgery // Ophthalmology. 1998. Vol. 105, N. 10. P. 1915–1920. doi: 10.1016/S0161-6420(98)91041-7

60. Freedman S.F., McCormick K., Cox T.A. Mitomycin C-augumented trabeculectomy with postoperative wound modulation in pediatric glaucoma // JAAPOS. 1999. Vol. 3, N. 2. P. 117–124. doi: 10.1016/s1091-8531(99)70082-0

61. Mandal A.K., Prasad K., Naduvilath T.J. Surgical results and complications of mitomycin C augmented trabeculectomy in refractory developmental glaucoma // Ophthalmic Surg Lasers. 1999. Vol. 30, N. 6. P. 473–480.

62. Dave P, Senthil S., Choudhari N., Sekhar G.C. Outcomes of Ahmed valve implant following a failed initial trabeculotomy and trabeculectomy in refractory primary congenital glaucoma // Middle East Afr J Ophthalmol. 2015. Vol. 22, N. 1. P. 64–68. doi: 10.4103/0974-9233.148351

63. Арестова Н.Н., Панова А.Ю., Плескова А.В., Сорокин А.А. К вопросу о причинах неэффективности синустрабекулэктомии у детей с врождённой глаукомой // Российская педиатрическая офтальмология. 2022. Т. 17, № 1. С. 19–24. doi: 10.21516/2072-0076-2022-15-3-26-33

64. Lerner S.F. Small incision trabeculectomy avoiding Tenon's capsule. A new procedure for glaucoma surgery // Ophthalmology. 1997. Vol. 104, N. 8. P. 1237–1241. doi: 10.1016/s0161-6420(97)30152-3

65. Хватова А.В., Захарова Г.П., Арестов Д.О. Особенности морфологии рубцовой ткани несостоятельных фильтрационных подушек при врожденной глаукоме у детей. В кн.: Сборник тезисов докладов I Международной научно-практической конференции «Пролиферативный синдром в офтальмологии», 29–30 ноября 2000 г. Москва, 2000. С. 9–10.

66. Патент РФ на изобретение РФ № 2199295/ 27.02.2003. Бюл. № 6. Кодзов М.Б., Арестов Д.О. Способ хирургического лечения врожденной глаукомы у детей путем комбинированной ультразвуковой трабекулэктомии. Режим доступа: https://new.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=ed5955212ba7280611eb8bfaa2389ed1 EDN: MRVXRF

67. Патент РФ на изобретение РФ №2633342 С/ 11.10.2017. Бюл. №29. Катаргина Л.А., Арестова Н.Н., Денисова Е.В., Егиян Н.С., Ибейд Б.Н.А. Способ ИАГ-лазерной рефистулизации при блокаде внутренней фистулы после синустрабекулэктомии у детей с постувеальной глаукомой. Режим доступа: https://new.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=b280cf66b21821e11b531f4e5871953a EDN: MTXBAV

68. Арестова Н.Н. Результаты, показания и оптимальные сроки ИАГ-лазерной реконструктивной хирургии переднего отдела глаза у детей // Вестник офтальмологии, 2009. Т. 125, № 3. С. 38–45. EDN: KVTWMZ

REFERENCES

1. Gilbert CE, Rahi JS, Quinn GE. Visual impairment and blindness in children. Johnson GJ, Minassian DC, Weale RA, West SK, editors. The Epidemiology of Eye Disease. 3nd ed. London: Edward Arnold Ltd; 2003. P. 260–285

2. Biglan AW. Glaucoma in children: Are we making progress? *J Am Assoc Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 2006;10(7):21. doi: 10.1016/j. jaapos.2005.10.001

3. Fung DS, Roensch MA, Kooner KS, et al. Epidemiology and characteristics of childhood glaucoma: results from the Dallas Glaucoma Registry. *Clin Ophthalmol*. 2013;7:1739–1746. doi: 10.2147/opth.s45480

4. Badawi AH, Al-Muhaylib AA, Al Owaifeer AM, et al. Primary congenital glaucoma: An updated review. *Saudi J Ophthalmol*. 2019;33(4):382–388. doi: 10.1016/j.sjopt.2019.10.002

5. Papadopoulos M, Edmunds B, Fenerty C, Khaw PT. Childhood glaucoma surgery in the 21st century. *Eye (Lond)*. 2014;28(8):931–943. doi: 10.1038/eye.2014.140

6. Mocan MC, Mehta AA, Aref AA. Update in Genetics and Surgical Management of Primary Congenital Glaucoma. *Turk J Ophthalmol*. 2019;49(6):347–355. doi: 10.4274/tjo.galenos.2019.28828

7. Katargina LA, Sorokin AA, Arestova NN, et al. The spectrum of clinical manifestations of primary congenital glaucoma according to the data of referrals to the National Medical Research Center of Eye Diseases. *Russian Ophthalmological Journal*. 2022;15(3):26–33. (in Russ.) doi: 10.21516/2072-0076-2022-15-3-26-33

8. Sidorov EG, Mirzayants MG. Congenital glaucoma and its treatment. Moscow: Medicina; 1991. 208 p. (in Russ.)

9. Kulkarni SV, Damji KF, Fournier AV, et al. Endoscopic goniotomy: early clinical experience in congenital glaucoma. *J Glaucoma.* 2010;19(4):264–269. doi: 10.1097/IJG.0b013e3181b21ede
10. 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
11. Chen TC, Chen PP, Francis BA, et al. Pediatric glaucoma surgery: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology*. 2014;121(11):2107–2115. doi: 10.1016/j.ophtha.2014.05.010
12. Dao JB, Sarkisian SR Jr, Freedman SF. Illuminated microcatheter-facilitated 360-degree trabeculotomy for refractory aphakic and juvenile open-angle glaucoma. *J Glaucoma*. 2014;23(7):449–454. doi: 10.1097/IJG.0b013e31829484df
13. Khan AO. A Surgical Approach to Pediatric Glaucoma. *Open Ophthalmol J*. 2015;9:104–112. doi: 10.2174/1874364101509010104
14. Scuderi G, Iacovello D, Pranno F, et al. Pediatric Glaucoma: A Literature's Review and Analysis of Surgical Results. Biomed Res Int. 2015;2015:393670. doi: 10.1155/2015/393670
15. Temkar S, Gupta S, Sihota R, et al. Illuminated microcatheter circumferential trabeculotomy versus combined trabeculotomy-trabeculectomy for primary congenital glaucoma: a randomized controlled trial. *Am J Ophthalmol*. 2015;159(3):490–497. doi: 10.1016/j.ajo.2014.12.001
16. Huang JL, Huang JJ, Zhong YM, et al. Surgical outcomes of trabeculotomy in newborns with primary congenital glaucoma. *Chin Med J.* 2016;129:2178–2183. doi: 10.4103/0366-6999.189925
17. Grehn F. New horizons in congenital glaucoma surgery. *Acta Ophthalmol*. 2018;96(1):7–8. doi: 10.1111/aos.13589
18. Dureau P, Dollfus H, Cassegrain C, Dufier JL. Long-term results of trabeculectomy for congenital glaucoma. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 1998;35(4):198–202. doi: 10.3928/0191-3913-19980701-05
19. Gagrani M, Garg I, Ghate D. Surgical interventions for primary congenital glaucoma. *Cochrane Database Syst Rev*. 2020;8(8):CD008213. doi: 10.1002/14651858.CD008213.pub3
20. Lee YJ, Ha A, Kang D, et al. Comparative efficacies of 13 surgical interventions for primary congenital glaucoma in children: a network meta-analysis of randomized clinical trials. *Int J Surg*. 2023;109(4):953–962. doi: 10.1097/JS9.0000000000000283
21. Sadovnikova NN, Prisich NV, Brzhesky VV, et al. Drainage devices in glaucoma surgery in children. *Modern technologies in ophthalmology*. 2019;(3):170–174 (in Russ.) doi: 10.25276/2312-4911-2019-3-170-174
22. Chen A, Yu F, Law SK, et al. Valved glaucoma drainage devices in pediatric glaucoma. Retrospective long-term outcomes. *JAMA Ophthalmol.* 2015;133(9):1030–1035. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2015.1856
23. Pakravan M, Esfandiari H, Yazdani S, et al. Clinical outcomes of Ahmed glaucoma valve implantation in pediatric glaucoma. *Eur J Ophthalmol*. 2019;29(1):44–51. doi: 10.1177/1120672118761332
24. Al-Hazmi A, Awad A, Zwaan J, et al. Correlation between surgical success rate and severity of congenital glaucoma. *Br J Ophthalmol*. 2005;89:449–453. doi: 10.1136/bjo.2004.047761
25. Khaw PT. What is the best primary surgical treatment for infantile glaucoma. *Br J Ophthalmol*. 1996;80(6):495–496. doi: 10.1136/ bjo.80.6.495
26. O'Malley, Schotthoefer E, Yanovitch TL, et al. Aqueous drainage device surgery in refractory pediatric glaucomas: I. Long-term outcomes. *J Am Assoc Pediatric Ophthalmol Strabismus.* 2008;12:33–39. doi: 10.1016/j.jaapos.2007.07.002
27. Sidoti PA, Belmonte SJ, Liebmann JM, Ritch R. Trabeculectomy with mitomycin-C in the treatment of pediatric glaucomas. *Ophthalmology*. 2000;104:422–429. doi: 10.1016/s0161-6420(99)00130-x
28. Giampani J Jr, Borges-Giampani AS, Carani JC, et al. Efficacy and safety of trabeculectomy with mitomycin C for childhood glaucoma: a study of results with long-term follow-up. *Clinics (Sao Paulo).* 2008;63(4):421–426. doi: 10.1590/s1807-59322008000400002
29. Lazareva AK, Kuleshova ON, Aidagulova SV, et al. Features of childhood glaucoma: review of the literature. *Nacional Journal Glaukoma*. 2019;18(2):102–112 (in Russ.) doi: 10.25700/NJG.2019.02.11
30. Sadovnikova NN, Brzhesky VV, Zertsalova MA, et al. The structure of "childhood" glaucoma – the results of a 20-year observation. *Nacional Journal Glaukoma*. 2023; 22(2):71–80 (in Russ.) doi: 10.53432/2078-4104-2023-22-2-71-80
31. Elder MJ. Congenital glaucoma in the West Bank and Gaza Strip. *Br J Ophthalmology.* 1993;77(7):413–416. doi: 10.1136/bjo.77.7.413
32. Plásilová M, Feráková E, Kádasi L, et al. Linkage of autosomal recessive primary congenital glaucoma to the GLC3A locus in Roms (Gypsies) from Slovakia. *Hum Hered*. 1998;48(1):30–33. doi: 10.1159/000022778
33. Dietlein TS, Jacobi PC, Krieglstein GK. Prognosis of primary ab externo surgery for primary congenital glaucoma. *Br J Ophthalmol*. 1999;83(3):317–322. doi: 10.1136/bjo.83.3.317
34. Bejjani BA, Lewis RA, Tomey KF, et al. Mutations in CYP1B1, the gene for cytochrome P4501B1, are the predominant cause of primary congenital glaucoma in Saudi Arabia. *Am J Hum Genet*. 1998;62(2):325–333. doi: 10.1086/301725
35. Reis LM, Reis LM, Tyler RC, et al. Analysis of CYP1B1 in pediatric and adult glaucoma and other ocular phenotypes. *Mol Vis.* 2016;22:1229–1238.
36. Lewis CJ, Lewis CJ, Hedberg-Buenz A, et al. Primary congenital and developmental glaucomas. *Hum Mol Genet*. 2017;26(1):28–36. doi: 10.1093/hmg/ddx205
37. Mauri L, Uebe S, Sticht H, et al. Expanding the clinical spectrum of COL1A1 mutations in different forms of glaucoma. *Orphanet J Rare Dis*. 2016;11(1):108. doi: 10.1186/s13023-016-0495-y
38. Lebedev OI. The concept of excessive scarring of eye tissue after antiglaucomatous surgery. *Vestnik ofthalmologii*.1993;(1):36–39 (in Russ.) EDN: YNYQGG
39. Azuara-Blanco A, Katz LJ. Dysfunctional filtering blebs. *Surv Ophthalmol*. 1998;43(2):93–126. doi: 10.1016/s0039-6257(98)00025-3
40. Maumenee AK. External filtering operations for glaucoma: the mechanism of function and failure. *Tram Am Ophthalmol Soc*. 1960;58:319–328.
41. Balashova LM. Immunohemostatic mechanisms of primary open-angle glaucoma. *Vestnik ofthalmologii*. 1992;(3):3–5. (in Russ.)
42. Chang MR, Cheng Q, Lee DA. Basic science and clinical aspects of wound healing in glaucoma filtering surgery. *J Ocul Pharmacol Ther*. 1998;14(1):75–95. doi: 10.1089/jop.1998.14.75

43. Daniels JT, Occleston NL, Crowston JG, et al. Understanding and controlling the scarring response: the contribution of histology and microscopy. *Microsc Res Tech*. 1998;42(5):317–333. doi: 10.1002/(SICI)1097-0029(19980901)42:5<317::AID-JEMT3>3.0.CO;2-M

44. Kuleshova ON, Nepomnyashchikh GI, Aidagulova SV. Analysis of morphological changes in juxtacanalicular tissue and sclera based on surgical material in primary juvenile and open-angle glaucoma. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery*. 2008;3:12–15. (in Russ.) EDN: NBPPHD

45. Addicks EM, Quigley HA, Green WR, Robin AL. Histologic characteristics of filtering blebs in glaucomatous eyes. *Arch Ophthalmol*. 1983;101(5):795–798. doi: 10.1001/archopht.1983.01040010795021

46. Terraciano AJ, Sidoti PA. Management of refractory glaucoma in childhood. *Curr Opin Ophthalmol*. 2002;13(2):97–102. doi: 10.1097/ 00055735-200204000-00008

47. Tanimoto SA, Brandt JD. Options in pediatric glaucoma after angle surgery has failed. *Curr Opin Ophthalmol*. 2006;17(2):132–137. doi: 10.1097/01.icu.0000193091.60185.27

48. Tung I, Marcus I, Thiamthat W, Freedman SF. Second glaucoma drainage devices in refractory pediatric glaucoma: failure by fibrovascular ingrowth. *Am J Ophthalmol*. 2014;158(1):113-117. doi: 10.1016/j.ajo.2014.03.017

49. Dzhaliashvili OA, Ignatiev AN, Zhorzhos H. Possible causes of increased intraocular pressure after trabeculectomy and ways to eliminate it. *Vestnik ofthalmologii*. 1997;(2):42–44. (In Russ.)

50. Allingham RR. Congenital glaucoma. In: Allingham RR, Damji KF, Freedman S, Mori SE, Shafranov G, editors. *Shields' Textbook of Glaucoma*. 5th edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2005. P. 235–252.

51. Miller MH, Rice NS. Trabeculectomy combined with beta irradiation for congenital glaucoma. *Br J Ophthalmology*. 1991;75(10):584–590. doi: 10.1136/bjo.75.10.584

52. Arestov DO. Surgical aspects of ultrasound trabeculectomy in the treatment of congenital glaucoma in children. *Russian Pediatric ophthalmology*. 2014;(1):5–11. (in Russ.) EDN: RWULJZ

53. Fu GL, Alexander JL, Saeedi OJ. Persistent corneal edema associated with subconjunctival 5-fluorouracil in an infant with primary congenital glaucoma. *J Pediatric Ophthalmol Strabismus*. 2016;22(53):54–57. doi: 10.3928/01913913-20161003-01

54. Arestov DO, Khvatova AV. Comparative effectiveness of ultrasound and traditional trabeculectomy for congenital glaucoma in children. *Russian Pediatric ophthalmology*. 2014;9(3):3. (In Russ.) doi: 10.17816/rpoj37609

55. Freedman SF, McCormick K, Cox TA. Mitomycin C-augumented trabeculectomy with postoperative wound modulation in pediatric glaucoma. *JAAPOS* 1999;3(2):117–124. doi: 10.1016/s1091-8531(99)70082-0

56. Chen CW, Huang HT, Bair JS, Lee CC. Trabeculectomy with simultaneous topical application of mitomycin-C in refractory glaucoma. *J Ocul Pharmacol*. 1990;6(3):175–182. doi: 10.1089/jop.1990.6.175

57. Azuara-Blanco A, Wilson RP, Spaeth GL, et al. Filtration procedures supplemented with mitomycin C in the management of childhood glaucoma. *Br J Ophthalmol*. 1999;83(2):151–156. doi: 10.1136/bjo.83.2.151

58. Jayaram H, Scawn R, Pooley F, et al. Long-term outcome of trabeculectomy augmented with mitomycin C undertaken within the first two years of life. *Ophthalmology*. 2015;122(11):2216–2222. doi: 10.1016/j.ophtha.2015.07.028

59. al-Hazmi A, Zwaan J, Awad A, et al. Effectiveness and complications of mitomycin C use during pediatric glaucoma surgery. *Ophthalmology*. 1998;105(10):1915–1920. doi: 10.1016/S0161-6420(98)91041-7

60. Freedman SF, McCormick K, Cox TA. Mitomycin C-augumented trabeculectomy with postoperative wound modulation in pediatric glaucoma. *J AAPOS*. 1999;3(2):117–124. doi: 10.1016/s1091-8531(99)70082-0

61. Mandal AK, Prasad K, Naduvilath TJ. Surgical results and complications of mitomycin C-augmented trabeculectomy in refractory developmental glaucoma. *Ophthalmic Surg Lasers*. 1999;30(6):473–480.

62. Dave P, Senthil S, Choudhari N, Sekhar GC. Outcomes of Ahmed valve implant following a failed initial trabeculotomy and trabeculectomy in refractory primary congenital glaucoma. *Middle East Afr J Ophthalmol*. 2015;22(1):64–68. doi: 10.4103/0974-9233.148351

63. Arestova NN, Panova AYu, Pleskova AV, Sorokin AA. On the question of the reasons for the ineffectiveness of sinustrabeculectomy in children with congenital glaucoma. *Russian pediatric ophthalmology*. 2022;17(1):19–24 (In Russ.) doi: 10.21516/2072-0076-2022-15-3-26-33

64. Lerner SF. Small incision trabeculectomy avoiding Tenon's capsule. A new procedure for glaucoma surgery. *Ophthalmology*. 1997;104(8):1237–1241. doi: 10.1016/s0161-6420(97)30152-3

65. Khvatova AV, Zakharova GP, Arestov DO. Features of the morphology of scar tissue of incompetent filtration cushions in congenital glaucoma in children. In: Proceedings of the I International Scientific and Practical Conference "Proliferative Syndrome in Ophthalmology". Moscow, 2000 Nov 29–30. Moscow; 2000. P. 9–10. (In Russ.)

66. Patent RUS №2199295/ 27.02.2003. Byul. №6. Kodzov MB, Arestov DO. *Method of surgical treatment of congenital glaucoma in children using combined ultrasound trabeculectomy*. Available from: https://new.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=ed5955212ba7280611eb8bfaa2389ed1 (In Russ.) EDN: MRVXRF

67. Patent RUS №2633342 C/ 11.10.2017. Byull. №29. Katargina LA, Arestova NN, Denisova EV, Egiyan NS, Ibeid BNA. A method of YAG laser re-fistulization for blocking an internal fistula after sinustrabeculectomy in children with postveal glaucoma. Available from: https://new.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=b280cf66b21821e11b531f4e5871953a (In. Russ.) EDN: MTXBAV

68. Arestova NN. Results, indications and optimal timing of YAG laser reconstructive surgery of the anterior eye in children. *Vestnik Ophthalmologii*, 2009;125(3):38–45. (In Russ.) EDN: KVTWMZ

ОБ АВТОРАХ

*** Арестова Наталия Николаевна,** д.м.н.;
адрес: Россия, 105062, Москва,
ул. Садовая-Черногрязская, 14/19;
ORCID: 0000-0002-8938-2943;
eLibrary SPIN: 4875-6288;
e-mail: arestovann@gmail.com

Арестов Дмитрий Олегович, к.м.н.;
Author ID: 490940;
eLibrary SPIN: 7396-8551

Панова Анна Юрьевна, к.м.н.;
ORCID: 0000-0003-2103-1570;
eLibrary SPIN: 9930-4813.
e-mail: annie_panova18@mail.ru

AUTHORS INFO

*** Nataliya N. Arestova,** MD, Dr. Sci. (Med.);
address: 14/19, Sadovaya Chernogryazskaya St.,
105062 Moscow, Russia;
ORCID: 0000-0002-8938-2943;
eLibrary SPIN: 4875-6288;
e-mail: arestovann@gmail.com

Dmitry O. Arestov, MD, Cand. Sci. (Med.);
Author ID: 490940;
eLibrary SPIN: 7396-8551

Anna Yu. Panova, MD, Cand. Sci. (Med.);
ORCID: 0000-0003-2103-1570;
eLibrary SPIN: 9930-4813;
e-mail: annie_panova18@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author