

Тактика хирургического лечения осложненной катаракты у пациентов с аметропией высоких степеней.

Обзор литературы

Ю.В. Григорьева¹С.Ю. Копеев¹В.В. Мясникова²

¹ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Бескудниковский бульвар, 59а, Москва, 127486, Российская Федерация

²Краснодарский филиал ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Митрофана Седина, 4, Краснодар, 350063, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2024;21(4):658–667

Проведение фаноземульсификации на глазах с сопутствующей патологией — аметропией крайней степени требует индивидуального подхода ввиду особенностей переднезаднего размера глазного яблока и наличия сопутствующей патологии. Сложности возникают на этапах расчета переднезадней оси глаза, дооперационной диагностики, расчета оптической силы интраокулярной линзы, проведения фаноземульсификации и послеоперационного ведения. В дооперационном ведении пациентам с гиперметропией следует уделять внимание в отношении переднего отрезка глаза, угла передней камеры глаза, внутриглазного давления. Пациенты с миопией высокой степени требуют детального исследования глазного дна. Трудности в интраоперационном периоде у пациентов с короткой длиной глаза связаны с мелкой глубиной передней камеры, отсутствием пространства для манипуляций, пациенты с большой длиной глаза нуждаются в дополнительной анестезии для купирования болевых ощущений при наполнении глазного яблока ирригационной жидкостью. В послеоперационном периоде гиперметропам необходим контроль внутриглазного давления, миопам — офтальмоскопия глазного дна с проведением оптической когерентной томографии. Необходимо определять тактику лечения хирургии катаракты у пациентов с высокими степенями аметропии в соответствии с современными литературными данными. Для обзора были проанализированы источники информации, выявленные в базе PubMed, по ключевым словам «cataract», «high hyperopia», «high myopia» за период по 2023 год включительно. Анализ литературы показывает, что в последнее время все большее внимание уделяется проблеме аметропий высокой степени. Это связано с широким распространением, прогрессирующим течением заболевания, ранним развитием катаракты и других осложнений, существенно снижающих зрение.

Ключевые слова: гиперметропия высокой степени, миопия высокой степени, аметропии высоких степеней, осложненная катаракта, фаноземульсификация катаракты

Для цитирования: Григорьева Ю.В., Копеев С.Ю., Мясникова В.В. Тактика хирургического лечения осложненной катаракты у пациентов с аметропией высоких степеней. Обзор литературы. *Офтальмология*. 2024;21(4):658–667. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2024-4-658-667>

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

Конфликт интересов отсутствует.



Surgical Treatment of Complicated Cataract in Patients with High-Grade Ametropia (Literature Review)

Yu.V. Grigoryeva¹, S.Yu. Kopaev¹, V.V. Myasnikova²

¹ S.N. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Beskudnikovskiy Blvd, 59a, Moscow, 127486, Russian Federation

² Krasnodar branch of the S. N. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Mitrofana Sedina str., 4, Krasnodar, 350063, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2024;21(4):658-667

Carrying out phacoemulsification in eyes with concomitant pathology — extreme ametropia requires an individual approach due to the characteristics of the anteroposterior size of the eyeball and the presence of concomitant pathology. Difficulties arise at the stages of calculating the anterior-posterior axis of the eye, preoperative diagnosis, calculating the optical power of the intraocular lens, phacoemulsification and postoperative management. In the preoperative management of patients with hypermetropia, attention should be paid to the anterior eye segment, the angle of the anterior chamber of the eye, intraocular pressure; patients with high myopia require a detailed examination of the fundus. Difficulties in the intraoperative period in patients with short eye length are associated with the shallow depth of the anterior chamber, lack of space for manipulation; patients with long eyes require additional anesthesia to relieve pain when filling the eyeball with irrigation fluid. In the postoperative period, hyperopic patients need monitoring of intraocular pressure, myopic patients need fundus ophthalmoscopy with optical coherence tomography. To identify treatment tactics for cataract surgery in patients with high degrees of ametropia according to modern literature data. To perform the review, a search of literature sources was analyzed in the PubMed database using the keywords "cataract", "high hyperopia", "high myopia" and data from publications on the topic of the article for the period up to 2023 inclusive. The literature analysis has shown that recently more and more attention has been paid to the problem of high-grade ametropia. This is due to the widespread, progressive disease course, early cataracts development and other complications that significantly reduce vision.

Keywords: high degree hypermetropia, high myopia, high degree ametropia, complicated cataract, cataract phacoemulsification

For citation: Grigoryeva Yu.V., Kopaev S.Yu., Myasnikova V.V. Surgical Treatment of Complicated Cataract in Patients with High-Grade Ametropia (Literature Review). *Ophthalmology in Russia*. 2024;21(4):658-667. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2024-4-658-667>

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

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

Метод факоэмульсификации занимает ведущее положение в современной катарактальной хирургии [1, 2]. Наряду с достижениями в хирургических методах были усовершенствованы технологии замены хрусталика [3, 4]. В 60-х годах прошлого века в качестве стандарта была использована ультразвуковая факоэмульсификация, но из-за повреждающего действия ультразвука на соседние с хрусталиком структуры и невозможностью удаления плотной катаракты в качестве замены ультразвукового метода в 1980-х годах стали применять лазерное излучение. Новый метод был предложен в МНТК «Микрохирургия глаза» и основан на использовании полностью лазерной энергии с длиной волны 1,44 мкм, что позволяет удалять хрусталик любой плотности без дополнительных усилий и последствий. Усовершенствованная версия включала в себя применение комбинации эндодиссектора с Nd-YAG 1,44 мкм с гелий-неоновым лазером, что обеспечивает повышение репаративных свойств и функцию осветителя в полости глаза. В 2008 году вновь появился интерес к двухэтапной хирургии катаракты с использованием фемтосекундного лазера. В настоящее время ведутся дискуссии о целесообразности сопровождения

факоэмульсификации фемтосекундным лазером, включающие в себя вопросы финансовых затрат, безопасность и эффективность проведения операций.

Проведение ФЭК на глазах с сопутствующим диагнозом аметропии высокой степени представляет ряд сложностей не только на этапах хирургического лечения, но и при дооперационной диагностике, проведении анестезии и в послеоперационном периоде. Это связано с увеличенным или уменьшенным размером переднезадней оси (ПЗО) глаза, его расположением в орбите, а также с наличием сопутствующей глазной патологии.

Цель: провести анализ литературы, отражающей основные особенности диагностики, хирургического лечения и послеоперационного ведения пациентов с осложненной катарактой и высокими степенями аметропии.

МАТЕРИАЛ И МЕТОД

Для написания обзорной статьи был выполнен поиск источников литературы по реферативным базам данных «PubMed», «Scopus» и «e-Library» за период с 1992 по 2023 год включительно с использованием следующих ключевых слов: «катаракта», «миопия высокой степени», «гиперметропия высокой степени», «cataract», «high hyperopia», «high myopia».

Yu.V. Grigoryeva, S.Yu. Kopaev, V.V. Myasnikova

Contact information: Grigoryeva Yulia V. prostoboss2202@bk.ru

Surgical Treatment of Complicated Cataract in Patients with High-Grade Ametropia...

РЕЗУЛЬТАТЫ

Патологию рефракции имеют около 1,6 млрд человек в мире [5]. Аметропии представляют собой увеличение или уменьшение клинической рефракции глаза вследствие несоответствия между оптическим и анатомическим компонентами. Наибольшую проблему коррекции, наличия сопутствующих осложнений и трудностей при хирургическом лечении представляют собой миопия и гиперметропия высоких степеней. С практической точки зрения данные заболевания чаще бывают осложненными [6]. Выраженные отклонения от нормальной рефракции глаза обусловлены несколькими вариантами: непосредственным увеличением или уменьшением ПЗО глаза, изменением оптической силы роговицы и хрусталика (например, при развитии катаракты).

Распространенность миопии у взрослых, по данным литературы, составляет в среднем 22,7–26,2 %, увеличиваясь с каждым годом [5]. По прогнозу В.А. Holden и соавт., численность пациентов с миопией в период с 2020 по 2050 г. в мире достигнет 2,5–4,8 млрд человек [7]. При этом в России с данной патологией насчитывается около 15 млн человек, и в 70 % случаев миопия встречается у людей молодого работоспособного возраста. Частота гиперметропии в общей структуре рефракционной патологии составляет от 28 до 64 % [8], при этом доля пациентов со средней и высокой степенью составляет 6–7 % [9].

Измерение ПЗО глаза

При постановке диагноза аметропии высокой степени важную роль играет длина глазного яблока. Средняя длина ПЗО глаза взрослого человека по разным источникам составляет от 23,0 до 24,4 мм [6]. Разброс нормативных показателей связан с методами измерения и особенностями преломляющей силы роговицы. При миопии высокой степени (МВС) отклонение рефракции составляет –6,25 D и более, при гиперметропии высокой степени (ГВС) +5,25 D и более [6]. Длина глаза при МВС, как правило, составляет более 26 мм [10], также в ряде работ был предложен критерий более 27 мм и даже 28 мм [10]. Миопии очень высокой (сверхвысокой/экстремальной) степени соответствует рефракция –10,0 D и выше, в ряде случаев длина глаза у таких пациентов может составлять 30 мм и более [11]. В работе М.В. Lee и соавт. было также показано, что при последовательном измерении ПЗО на глазах с миопией в течение 4 лет (с интервалом в 1 год) наблюдалось достоверное увеличение длины глаза, которое у пациентов с МВС было более выраженным [12].

При рассмотрении анатомии глазного яблока с уменьшенной ПЗО G.U. Auffarth и соавт. [13] выделяют такие понятия, как относительный передний, простой и сложный микрофтальм. Для дифференциации подтипов микрофтальма используются две переменные: осевая длина и размер переднего сегмента.

Относительный передний микрофтальм отражает несоответствие размеров хрусталика размеру глаза

в целом. Это сопровождается уменьшением глубины и сужением угла передней камеры (ПК), что приводит к нарушению оттока внутриглазной жидкости (ВГЖ). Простой микрофтальм определяется как ГВС двух вариантов: с нормальными размерами передних отделов глаза и уменьшением только заднего сегмента; с уменьшением всех отделов глазного яблока — микрофтальм. Сложный микрофтальм характеризуется недоразвитием органа зрения и снижением зрительных функций. Довольно часто эта патология сопровождается различными синдромами с сопутствующим недоразвитием других органов [13]. Таким образом, для ГВС характерно уменьшение длины глаза до 22 мм и менее [14], ПЗО ниже 20,5 мм говорит о наличии микрофтальма [15].

Аметропии высокой степени, помимо снижения остроты зрения, характеризуются нарушением гемо- и гидродинамики в тканях глаза, возникновением сопутствующей патологии с вовлечением стекловидного тела (СТ) и сетчатки, а также развитием помутнения хрусталика. При этом, независимо от увеличения или уменьшения ПЗО, устанавливаются диагнозы осложненной катаракты (ОК).

У пациентов с МВС катаракта встречается в 15–55 % случаев и развивается в среднем на 10 лет раньше, чем сенильная [3, 16]. Особенности течения ОК у пациентов с МВС связаны со строением миопического глаза: глубокая передняя камера, несостоятельность связочного аппарата хрусталика, снижение устойчивости к перепаду давления жидкости в камерах глаза, низкая прочность задней капсулы хрусталика, дегенеративные изменения заднего полюса и наличие стафиломы склеры [17].

Гиперметропическое строение глаза, помимо короткой аксиальной оси и мелкой ПК, сочетается с передним положением цилиарного тела и задним положением шлеммова канала [18, 19]. Закрытие угла ПК на дооперационном этапе у пациентов с ГВС диагностируется в среднем в 30 % случаев, псевдоэкзофолиативный синдром — примерно у 15 % пациентов [20].

Около 83 % глаз с короткой ПЗО имеют утолщенную форму хрусталика. Увеличение его размеров при развитии возрастной катаракты является основной причиной нарушения гидродинамики и повышения ВГД вследствие хрусталикового блока и закрытия угла ПК [21]. У пациентов с ОК и ГВС зачастую диагностируют узкоугольную или закрытоугольную глаукому, требующую проведения инстилляций гипотензивных средств, в случаях стойкой декомпенсации ВГД — хирургического лечения [18, 19].

Дооперационная диагностика

Ввиду имеющихся особенностей строения глаза при аметропиях высокой степени проведение операции ФЭК сопряжено с рядом трудностей. В первую очередь они возникают на этапе дооперационной диагностики, у пациентов не всегда удается точно измерить ПЗО и провести расчет оптической силы ИОЛ. Измерение ПЗО при помощи В-метода может давать погрешность около 0,1 мм, что приводит к рефракционной ошибке до 0,28–0,38 D [22].

При использовании А-метода погрешность в измерении может составлять до 0,14 –0,28 мм в зависимости от степени компрессии роговицы, причем отклонения в рефракции после имплантации ИОЛ у пациентов с ПЗО менее 21 мм более значимы, чем при ПЗО более 30,0 мм.

При МВС контактные ультразвуковые биометры не способны измерять расстояние до фовеа, если ее часть приходится на стафилому склеры. В соответствии с этим для измерения ПЗО миопических глаз предпочтение отдается бесконтактным оптическим биометрам, которые работают по принципу лазерной когерентной интерферометрии и позволяют измерять длину глаза до центральной ямки [23].

У пациентов с плотной ОК точность измерения ПЗО при помощи оптической биометрии удалось повысить благодаря появлению новых приборов с усовершенствованным SNR-алгоритмом с подавлением шума и повышением уровня сигнала [24]. В работе Н. Shammas и соавт. показано повышение результативности исследования с применением оптической низко-когерентной рефлектометрии (прибор Lenstar, Haag-Streit Diagnostics, Швейцария) в режиме «Плотная катаракта» [24].

Тем не менее в ряде случаев плотность катаракты не позволяет лазерному лучу, исходящему от когерентного биометра, пройти через помутневший хрусталик до заднего полюса глаза. Применение оптической биометрии в ряде случаев ограничено у пациентов с плотной задней субкапсулярной катарактой, в том числе в сочетании с ядерной катарактой, у пациентов со зрелой катарактой. В таких случаях приходится полагаться на показатели ПЗО, полученные методом ультразвуковой биометрии. В работе Q. Yang было показано, что измерение ПЗО у пациентов с МВС и ОК при помощи иммерсионного В-сканирования является более точным, чем при А-сканировании, при этом не уступает в точности измерения прибору IOL Master [25]. В работе X.G. Wang и соавт. проводился сравнительный анализ точности измерения ПЗО при помощи двух оптических биометров (Lenstar и IOL Master) и контактного ультразвукового исследования (А-скан) у пациентов с миопией ($n = 49$), в том числе высокой степени [26]. Авторами было показано, что приборы Lenstar и IOL Master имели более высокую точность измерения, чем ультразвуковая биометрия ($p < 0,001$). Однако все три инструмента продемонстрировали близкие значения при измерении ПЗО.

В работе А. Мiao и соавт. была изучена связь между биометрией переднего сегмента глаза и МВС у пациентов с катарактой, по результатам которой было показано, что сочетание ОК и МВС ассоциировалось с уплощением роговицы, усилением общего роговичного астигматизма, увеличением размера ПК и повышением внутриглазного давления [27].

Расчет оптической силы ИОЛ. Стандартные формулы для расчета ИОЛ не дают достаточно точного результата при высоких степенях аметропии. Все формулы учиты-

вают соотношение длины ПЗО глаза и положение ИОЛ (передняя или задняя камеры, область зрачка). Величина ошибки прогнозирования (ОП) при расчете ИОЛ растет с увеличением отклонения аксиальной длины глаза от нормы. У пациентов с аметропиями при расчете оптической силы ИОЛ предпочтение отдается формулам, которые учитывают дополнительные параметры и позволяют более точно прогнозировать результат. В современных оптических биометрах расчет ИОЛ проводится по формулам нового поколения: SRK, SRK II, SRK/T, Holladay, Hoffer Q, Haigis, Binkhorst, Camellin-Calossi («History» & «Non-History»), Shammas-PL, Kane, Ladas, Hill-RBF, Barrett Universal II (BU-II) и др. При сравнении результатов измерений оптической биометрии и прогнозирования рефракции у пациентов с катарактой и МВС с использованием приборов OA-2000 и IOL Master 500 было показано, что оба прибора имеют высокую степень прогнозирования расчета ИОЛ, однако прибор OA-2000 показал меньший процент отклонений в измерении ПЗО [28]. При сравнении точности расчета оптической силы ИОЛ по формуле SRK II с применением биометров Lenstar и IOL Master никакой существенной разницы между показателями приборов обнаружено не было [26].

В работе G.F. Roessler и соавт. было исследовано применение оптического биометра IOL Master при расчете ИОЛ у пациентов с МВС (ПЗО 26,50–35,52 мм). Авторы показали, что точность в расчете снижается при увеличении длины глаза более 30 мм, при этом формула Haigis обеспечила лучшую предсказуемость послеоперационного рефракционного результата в сравнении с формулами SRK/T и Holladay I [29].

В 2021 году в своем ретроспективном исследовании J. Bernardes и соавт. поставили целью сравнение формул расчета оптической силы ИОЛ при МВС со средней ПЗО [30]. Всем пациентам ($n = 82$) была проведена ФЭК с имплантацией ИОЛ AcrySof MA60MA. Оптическая биометрия проводилась на приборах IOL Master 500, IOL Master 700 и Allegro Biograph, а послеоперационный сферический эквивалент (СЭ) имплантированной ИОЛ был рассчитан с использованием формул SRK/T, Holladay 1 (скорректированные по Ванг-Коху), Haigis, BU-II, а также по формулам Kane, Ladas и Hill-RBF2.0. По результатам исследования, наименьшую медиану ОП показали расчеты, произведенные по формулам BU-II, Kane и Hill-RBF2.0, а также формулы SRK/T и Holladay 1, скорректированные по Ван-Коху.

В еще одном ретроспективном исследовании М. Mo-shirfar и соавт. при сравнении нескольких формул для расчета ИОЛ на глазах с МВС (ПЗО > 28,0 мм) было показано, что самую низкую точность прогнозирования имела формула Holladay 1. Формула SRK/T с поправкой Кука имела самую высокую точность прогнозирования результата, а новые формулы BU-II, EVO, Hill-RBF3.0 и Kane были одинаково предсказуемы у пациентов с МВС.

Схожие данные были получены в ретроспективном исследовании 370 глаз с МВС, в котором при расчете ИОЛ самую низкую ОП показали формулы Kane, Hill-RBF3.0, BU-II, H1-WK и H1-MWK, статистически отличаясь от формул EVO, SRK/T-MWK, SRK/T-WK и Haigis [31]. В ретроспективном исследовании L. Lin и соавт. при расчете ИОЛ у пациентов с МВС наименьшую ОП и наилучшую прогностическую точность показали формулы Kane и EVO2.0 в сравнении с Haigis, Kane и SRK/T. Метаанализ Q. Wang и соавт. продемонстрировал превосходство формулы BU-II над Holladay 2, SRK/T, Hoffer Q и Holladay 1 в прогнозировании силы ИОЛ на длинных глазах [32].

Работу по исследованию точности прогнозирования формул для расчета ИОЛ у пациентов с МВС при помощи искусственного интеллекта провели M. Omoto и соавт. в 2022 году [33]. Было проведено сравнение пяти формул: Hill-RBF3.0, Kane, BU-II, Haigis, и SRK/T. Наименьший показатель ОП был отмечен у формул Hill-RBF3.0 и Kane, который статистически отличался от формул BU-II, Haigis и SRK/T. При вычислении точности прогнозирования с применением искусственного интеллекта формулы Hill-RBF3.0 и Kane также показали высокую точность, существенно не отличаясь друг от друга.

В работе J. Liu и соавт. наименьшую ОП при расчете ИОЛ у пациентов с МВС показали формулы BU-II и Hill-RBF3.0, формулы Haigis, Holladay 1 и SRK/T давали небольшой гиперметропический сдвиг рефракции. Однако при использовании корректирующей формулы Ванг-Коха сдвиг, напротив, был минимальным [34].

Исследование Y. Chen и соавт. было направлено на сравнение точности прогнозирования расчета ИОЛ при МВС среди четырех формул: Kane, Hill-RBF2.0, BU-II и EVO [35]. Формула Hill-RBF2.0 показала наилучший прогностический результат на глазах в группе с длиной ПЗО 28–30 мм, а также в группе с ПЗО более 30 мм. Наихудший прогностический результат имела формула EVO. При оценке факторов, влияющих на ошибки рефракции, было выявлено, что на точность формул Kane и Hill-RBF2.0 влияли кривизна роговицы и А-константа, на точность формул BU-II и EVO дополнительно влияла длина ПЗО глаза.

Относительно расчета оптической силы ИОЛ у пациентов с короткой длиной глаза также нет единого мнения, касающегося использования определенных формул. Метаанализ относительно точности формул расчета на коротких глазах был проведен в 2018 году Q. Wang и соавт. и включал в себя 10 обсервационных исследований (1161 глаз) и 11 формул, в том числе, Haigis, Holladay 2, Hoffer Q, Holladay 1, SRK/T и SRK II [36]. По результатам исследования, наименьшая медиана ОП была выявлена у формулы Holladay 2, однако разница с другими формулами не была статистически значимой. При этом статистически значимая разница была выявлена между формулой Haigis и тремя другими — Hoffer Q, SRK/T, SRK II. Авторы подтвердили превосходство формулы Haigis в прогнозировании мощности ИОЛ на коротких глазах.

Другой метаанализ по исследованию точности расчета силы ИОЛ на коротких глазах, проведенный A.K. Shrivastava и соавт. в 2022 году, включал 15 исследований (2395 глаз) и 11 формул (BU-II, метод Full Monte, Haigis, Hill-RBF, Hoffer Q, Holladay 1, Holladay 2, Olsen, Super Formula, SRK/T и T2) [37]. Самый низкий показатель ОП и медианы ОП был у формулы BU-II, однако он статистически не отличался от остальных. У формул Holladay 1 и Hill-RBF был самый высокий процент глаз с погрешностью рефракции в пределах $\pm 0,50$ D и $\pm 1,0$ D, однако их сравнение с остальными формулами также не дало статистически значимых результатов.

По результатам ряда исследований не было выявлено существенных различий при расчете силы ИОЛ у пациентов с ГВС между следующими формулами: Hoffer Q, Barret Universal II, Haigis, Holladay 2 и RBF1.0 [38].

Д.Ф. Беловым и В.П. Николаенко в 2022 году был предложен альтернативный метод расчета силы ИОЛ на коротких глазах [39]. Для расчета ПЗО использовалась ультразвуковая биометрия (Tomey Biometer A1-100) и кератометрия (Topcon-8800), расчет силы ИОЛ производился по формулам SRK/T и Haigis. Для расчета по формулам Barrett Universal II и Hill RBF к измеренному ПЗО добавляли 0,2 мм. Предложенный метод показал более высокую точность современных формул BU-II и Hill-RBF.

В крупной работе K.J. Hoffer и соавт. был проведен анализ исследований, опубликованных за последние 50 лет, по расчету силы ИОЛ как на коротких, так и длинных глазах [40]. Авторами было показано, что формулы Haigis, Hoffer Q и Holladay 2 являются предпочтительными для прогнозирования силы ИОЛ на коротких глазах (ПЗО < 22 мм). Для длинных глаз (ПЗО > 26 мм) наиболее точные результаты обеспечивают формулы BU-II, Haigis (с оптимизированными константами), Olsen и SRK/T.

Таким образом, наиболее точными формулами для расчета оптической силы ИОЛ у пациентов с МВС, по данным литературы, являются: стандартные формулы — SRK/T и Holladay I, скорректированные по Ван-Кохи, SRK/T с поправкой Кука; новые формулы — Kane, Hill-RBF2.0 и Hill-RBF3.0, BU-II, EVO2.0. Наименьшую прогностическую точность показали формулы SRK/T и Holladay I без поправок. У пациентов с ГВС авторы ряда работ отдают предпочтение формулам Haigis, BU-II, Hoffer Q и Holladay 2. Неоднозначные результаты указывают на то, что при расчете оптической силы ИОЛ на глазах с аметропиями высоких степеней имеет смысл использовать несколько формул и сравнивать их между собой.

Необходимо также принимать во внимание актуальность имплантации индивидуально изготовленных ИОЛ пациентам с аметропиями высоких степеней ввиду ограниченного выбора у ведущих производителей ИОЛ с диоптрийным рядом от -5 до -35 D, от $+6$ до $+30$ D с шагом 0,5 D и невозможность изготовления ИОЛ с нестандартной оптической силой [41].

Анестезиологическое пособие

Важным этапом любого хирургического вмешательства является проведение адекватной анестезии, обеспечивающей хороший интраоперационный анальгетический эффект без побочных реакций и функционально-органических изменений. В настоящее время операция ФЭК зачастую выполняется под местной анестезией с применением анестетиков в виде капель (лидокаин, новокаин, бупивакаин, проксиметакаин или ропивакаин). Это бывает достаточно для блокады нервных окончаний тройничного нерва, расположенных в роговице и конъюнктиве. Применяют также субтеноновое введение анестетиков. У пациентов с МВС ввиду истончения склеральной оболочки повышается риск перфорации склеры, что необходимо учитывать в технике субтеноновой анестезии [42]. С целью блокады длинных сенсорных окончаний цилиарного ганглия и избегания боли при внутриглазных манипуляциях также описано интраоперационное введение анестетика (лидокаина, маркаина) в ПК глаза во время ФЭК [43]. Такой вид анестезии достаточно эффективен и безопасен, однако он не блокирует болевые ощущения, вызванные смещением иридохрусталиковой диафрагмы в процессе наполнения глаза ирригационной жидкостью [44].

В ряде случаев объемы хирургического вмешательства могут быть расширены из-за сопутствующей патологии (глаукома, отслойка сетчатки (ОС), гемофтальм и др.). В таких случаях необходимо проведение ретро- или парабульбарной анестезии. Ретробульбарная анестезия проводится также при экстракапсулярной экстракции катаракты. Однако даже на глазах с нормальной ПЗО такая анестезия сопряжена с риском многочисленных осложнений: формированием ретро- и парабульбарных гематом, повышением офтальмотонуса, стойкого послеоперационного мидриаза, послеоперационной диплопией, птозом верхнего века. К более серьезным осложнениям относятся: перфорация склеральной капсулы, механическое повреждение зрительного нерва, окклюзия центральной артерии сетчатки.

По причине увеличения ПЗО на глазах с МВС риск перфорации глазного яблока при пара- и перибульбарной анестезии увеличивается [44]. В частности, у пациентов с ПЗО более 30 мм и наличием стафиломы склеры при проведении ретробульбарной анестезии имеется высокий риск перфорации глазного яблока. Вкол иглы обычно осуществляют в нижне-наружной области, глаз при этом отводит вверх-внутри, при этом стафилома заднего полюса обращается книзу, где должна пройти инъекционная игла. У пациентов с уменьшенной ПЗО при ГВС увеличивается риск повреждения зрительного нерва во время ретробульбарной анестезии. В соответствии с этим в настоящее время перед операцией ФЭК хирурги отдают предпочтение аппликационной и внутрикамерной анестезии.

Хирургическое лечение

У пациентов с аметропиями высокой степени даже такая малотравматичная операция несет риск развития интраоперационных и послеоперационных осложнений, связанных с самой ОК, особенностями ПЗО и возможной сопутствующей патологией. Современные методы в офтальмохирургии позволяют снизить количество интраоперационных осложнений благодаря щадящему режиму воздействия ультразвука (УЗ), имплантации внутрикапсульных колец и использованию вискоэластиков (ВЭ) [45].

При МВС к основным осложняющим факторам относятся: наличие большого и плотного ядра хрусталика, ослабленный связочный аппарат, истонченная задняя капсула, наличие витреохориоретинальных дистрофий, деструкция СТ, дегенерация макулы и заднего полюса и др. Исходное наличие задней отслойки стекловидного тела (ЗОСТ) диагностируется более чем в 90 % случаев у пациентов с МВС. Согласно литературе, увеличение ПЗО на 1 мм относительно нормальной длины глаза повышает частоту осложнений при ФЭК в 1,2 раза [46], наличие МВС повышает риск интра- и послеоперационных осложнений в среднем в 1,5–2,5 раза [47]. К ним относятся: гемофтальм, отслойка сетчатки, формирование макулярных геморрагий, субретиальной неоваскулярной мембраны и т.д.

В большинстве случаев при установке блефаростата у пациентов с МВС отмечается более выраженная протрузия глазного яблока, что требует изменения рабочего угла наклона. У пациентов с МВС также имеется анатомическая особенность орбиты: выступание надбровных дуг при наличии глубоко посаженных глаз [47]. Дополнительное сочетание узкой глазной щели и плотных «мясистых» век у народов Севера создает ряд трудностей для хирурга при избыточном скоплении ирригационной жидкости в пространстве глазной щели.

В работе Н. Fesharaki и соавт. был проведен сравнительный анализ осложнений ФЭК на глазах с нормальной длиной глаза ($n = 709$) и МВС ($n = 157$, ПЗО $27,83 \pm 1,82$ мм) [48]. Авторами было показано, что увеличение возраста пациентов на 1 год достоверно увеличивало частоту интраоперационных осложнений в 1,04 раза в обеих группах. Такие осложнения, как разрыв задней капсулы хрусталика, выпадение стекловидного тела, смещение ИОЛ и дислокация фрагментов ядра хрусталика в заднюю камеру, чаще встречались в группе с МВС.

В метаанализ, проведенный Y. Yao и соавт., было включено 28 исследований и 19 586 глаз с МВС, которым была выполнена операция ФЭК [49]. При МВС достоверно чаще наблюдались следующие осложнения: разрыв задней капсулы хрусталика, отслойка сетчатки, прогрессирующая миопическая тракционная макулопатия, вторичная катаракта, вывих ИОЛ и преходящее повышение ВГД.

На этапе выполнения роговичного тоннельного разреза у пациентов со значительным истончением роговицы формируются короткие разрезы, требующие впоследствии наложения шва. У ряда пациентов после ношения контактных линз отмечается краевая васкуляризация роговицы, что может приводить к кровотечению в ПК при формировании разрезов. Рекомендуется проводить предварительную коагуляцию сосудов краевой сосудистой сети [47].

Внутриглазные манипуляции при проведении ФЭК у пациентов с МВС сопряжены с риском смещения иридохрусталиковой диафрагмы и опасного колебания глубины ПК до 5,0 мм и более из-за ослабленного связочного аппарата хрусталика и наличия деструкции СТ. В ряде случаев в ходе операции у таких пациентов может происходить отрыв цинновых связок (ЦС), разрыв капсульного мешка и люксия хрусталика (либо его фрагментов) в витреальную полость. При наличии подвывиха хрусталика 1–2-й степени и неравномерного натяжения волокон ЦС проведение капсулорексиса может привести к дополнительному диализу волокон. На этапах гидродиссекции и гидроделинции при наличии плотного ядра хрусталика отмечается дополнительное повышение гидродинамической нагрузки на капсульный мешок. Имплантация внутрикапсульного кольца пациентам с катарактой и МВС может интраоперационно стабилизировать капсулу хрусталика и снизить риск разрыва ЦС, а также в дальнейшем ингибировать пролиферацию и миграцию эпителиальных клеток хрусталика с развитием вторичной катаракты.

Снижение уровня подачи ирригационной жидкости, применение вискодисперсионных ВЭ, введение минимального количества физиологического раствора в субкапсулярное пространство (не более 0,5 мл) позволяют поддерживать постоянный объем ПК, уменьшать нагрузку на связочный аппарат хрусталика и избегать излишнего тракционного воздействия на СТ [47].

Значительными трудностями сопровождается этап ультразвуковой факофрагментации: плотные фрагменты хрусталика могут дислоцироваться в ПК, где интенсивное применение УЗ приводит к повреждению эндотелия роговицы. Было отмечено, что увеличение вакуума и использование торсионного УЗ приводит к более легкому внедрению ультразвукового наконечника в вещество хрусталика [47]. В проспективном когортном исследовании К. Yang и соавт. ($n = 44$) было проведено сравнение техник «pre-chor» и «stop-and-chor» на глазах с МВС и ядерной ОК [50]. Авторы говорят о том, что у таких пациентов при ОК III–IV степени применение техники «pre-chor» с использованием обратного чоппера обеспечивает более эффективную защиту заднего эпителия роговицы, что способствует улучшению остроты зрения.

Частота возникновения осложнений на глазах с МВС на этапах аспирации хрусталиковых масс и имплантации ИОЛ достоверно не отличается от глаз с нормальной

длиной [50]. При этом положительным моментом при проведении ФЭК на глазах с МВС является снижение риска вставления радужной оболочки в тоннельный разрез благодаря глубокой ПК и хорошему мидриазу [47].

Интраоперационные и послеоперационные осложнения при ФЭК на глазах с ГВС зачастую связаны с мелкой ПК. Оперативное вмешательство сопровождается потерей клеток заднего эпителия роговицы (ЗЭР) и послеоперационным отеком. D.M. Stanila и соавт. установили, что количество клеток ЗЭР в гиперметропических глазах после ФЭК снижается на 267 клеток/мм^2 , а толщина роговицы увеличивается на 13 мкм [51].

Была также зафиксирована зависимость потери количества эндотелиальных клеток от глубины передней камеры. В среднем пациенты с мелкой ПК теряли от 11 до 13 % всех эндотелиальных клеток, в то время как у пациентов с нормальной камерой данный процент был значительно ниже. Техника Arshinoff «Soft-Shell», основанная на одновременном введении дисперсионного и когезивного ВЭ в ПК, позволяет улучшить защиту заднего эпителия и создать необходимый объем в камере у пациентов с ГВС. Дисперсионный ВЭ образует защитную пленку на эндотелии, изолируя его тем самым от турбулентного тока жидкости и ультразвуковой энергии, когезивный — обеспечивает стабильную глубину ПК [52].

Интраоперационно у пациентов с ГВС также встречаются сложности, связанные с недостаточным расширением зрачка, наличием задних синехий и псевдоэкзофолиативного синдрома (ПЭС). При таком сочетании неизбежна механическая дилатация зрачка с помощью ретракторов или расширителей (кольца Малюгина, Канабравы). Правильное использование расширителей радужной оболочки может уменьшить степень потери клеток заднего эпителия роговицы [13].

У пациентов с ГВС высок риск «вставления» радужной оболочки в основной доступ [13]. С целью снижения риска отека роговицы, выпадения радужки, разрыва капсулы хрусталика, дислокации фрагментов ядра хрусталика в СТ и повышения ВГД рекомендовано выполнение этапа ирригации-аспирации в щадящем режиме при высоте ирригационной емкости 30–60 см, величине вакуума 120–240 мм рт. ст., скорости аспирации $22\text{--}24 \text{ см}^3/\text{мин}$, мощности УЗ 10–80 % [53].

Уменьшение размера переднего сегмента глаза увеличивает риск разрыва задней капсулы, так как зачастую хирург инстинктивно пытается защитить эндотелий и удаляет хрусталиковые массы вблизи задней капсулы. A.R. Vasavada и соавт. предложили возможное решение — технику «step-down», при которой одновременно снижаются сила вакуума, энергия аспирации и поток жидкости [54]. На этапе имплантации ИОЛ на глазах с короткой ПЗО предпочтительно расширять основной доступ на 0,1–0,2 мм, поскольку ИОЛ имеет большие толщину и оптическую силу в сравнении со стандартными случаями [13].

В ряде случаев у пациентов с мелкой ПК при ГВС хирургу приходится переходить с операции ФЭК на экстракапсулярную экстракцию катаракты из-за неконтролируемого измельчения ПК и развития интраоперационного зрачкового блока. В литературе описаны приемы разрешения синдрома зрачкового блока путем приподнятия радужки над капсулой хрусталика дополнительным инструментом в момент подачи ирригационной жидкости. Такие манипуляции требуют определенных хирургических навыков, так как при резком введении жидкости диаметр зрачка значительно сокращается в результате выхода простагландинов при сильном растяжении цилиарного тела.

Таким образом, при наличии аметропий высоких степеней у пациентов с ОК необходим тщательный выбор тактики хирургического лечения в зависимости от плотности ядра хрусталика, размера ПК, выраженности дистрофических изменений сетчатки, СТ и сосудистой оболочки. Щадящие режимы ультразвука позволяют минимизировать энергетическое воздействие на измененные ткани глаза.

Послеоперационный период

Особенностью протекания раннего послеоперационного периода у пациентов с МВС является наличие ответной реакции на операционную травму [55]. При длительном применении УЗ во время факоэмульсификации плотной катаракты развивается локальный отек роговицы. В течение 1–1,5 месяца может проявиться макулярный отек, который купируется инстилляцией стероидных противовоспалительных средств. При снижении зрения в послеоперационном периоде также диагностируется формирование ЗОСТ в 2,8 % случаев и, как следствие, тракционной отслойки нейроэпителия сетчатки в среднем в 1,12 % случаев [47]. Данное осложнение за счет исчезновения прямого контакта с антиоксидантной системой СТ способствует резкому ухудшению метаболической защиты сетчатки от повреждающего действия перекисного окисления. Оперативное лечение отслойки нейроэпителия включает проведение субтотальной витрэктомии с удалением тракций задней гиаловидной мембраны.

У пациентов с МВС после ФЭК помутнение задней капсулы в послеоперационном периоде диагностируется в среднем в 25,0–25,4 % случаев, а разрывы сетчатки, требующие лазерного лечения, в среднем в 4,0–11,0 % случаев. Частота возникновения кистозного макулярного отека через 2 месяца после неосложненной операции по удалению катаракты на глазах с МВС составляет около 9 % [56]. При сравнении прогрессирования ЗОСТ после операции по удалению катаракты на глазах с МВС и глазах с нормальной ПЗО было установлено, что данное осложнение значительно быстрее прогрессирует в глазах с МВС, а относительный риск полной ЗОСТ у пациентов с МВС выше в 1,68 раза.

Развитие атрофической макулопатии после ФЭК на глазах с МВС отмечается в среднем в 1,7 % случаев,

а прогрессирование прогностически опасных форм периферической витреоретинопатии — в 2,2 % случаев. В редких случаях в отдаленном послеоперационном периоде диагностируются микрогеморрагии в субфовеальной области с умеренным макулярным отеком [47].

Несмотря на усовершенствованные методы профилактики осложнений, высокий риск ОС сохраняется как в интраоперационном, так и в послеоперационном периоде. Данное осложнение обусловлено наличием витреоретинальных тракций в результате прогрессирования деструктивных изменений и движения СТ в процессе факоэмульсификации. В ряде исследований было показано, что ОС у пациентов с МВС после операции ФЭК в отдаленном послеоперационном периоде развивается в среднем в 1,5–4,0 % случаев [57]. По данным литературы, данный показатель у пациентов с нормальной осевой длиной глаза составляет 0,5–1,0 %.

У пациентов с коротким задним сегментом повышается риск синдрома увеального выпота после ФЭК, однако интраоперационная ОС возникает очень редко [13]. Зачастую при ГВС после ФЭК отмечается повышение ВГД, что требует проведения инстилляций гипотензивных капель, а при их неэффективности — проведение фильтрующих операций. Отмечают также развитие таких осложнений, как ирит с задними синехиями, преходящее хориоидальное кровоизлияние, помутнение задней капсулы.

Послеоперационный период у пациентов с ГВС нуждается в профилактике витреального блока. С этой целью назначают гипотензивные капли, а также выполняют переднюю витрэктомию и вводят пузырек воздуха в ПК.

Учитывая возможность формирования у пациентов с аметропиями высоких степеней различных осложнений в послеоперационном периоде после ФЭК, рекомендовано их длительное диспансерное наблюдение. На контрольных визитах необходимо проводить измерение ВГД, углубленное исследование заднего полюса глаза, а также экваториальных и периферических отделов сетчатки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, анализ данных литературы отражает повышенное внимание к проблеме ФЭК при аметропиях высоких степеней. Это связано с широким распространением МВС и ГВС, склонностью к прогрессивному течению заболеваний, раннему развитию катаракты и развитием ряда осложнений, значительно снижающих зрительные функции. На сегодняшний день ФЭК с имплантацией заднекамерной эластичной ИОЛ является предпочтительным методом хирургии ОК при миопии и гиперметропии высоких степеней. Результат хирургии может быть успешным только при индивидуальном клиническом подходе к диагностике сопутствующих состояний, расчетам, проведению факоэмульсификации и профилактике послеоперационных осложнений.

Традиционный стандартный подход к лечению аметропий приводит к осложнениям, и требуется

индивидуальный алгоритм ведения пациентов с аметропиями на всех этапах от диагностики до клинического выздоровления. На дооперационном этапе высокую точность выполнения расчетов необходимой оптической силы ИОЛ подтверждают формулы SRK/T и Hoffer Q для «длинных» и «коротких» глаз. Рекомендована также предварительная оценка анатомических параметров глазного яблока при помощи УБМ с целью прогнозирования возможности имплантации ИОЛ стандартного диаметра в капсульный мешок, при необходимости — изготовление индивидуальной ИОЛ. Хирургическое лечение катаракты у пациентов с аметропиями крайних

степеней представляет собой многоэтапный и комплексный процесс. Следующим этапом у пациентов с миопией необходим осмотр периферии глазного дна с целью лазеркоагуляции витреретинальных дистрофий, гиперметропам необходима передняя витрэктомия для профилактики синдрома капсульного блока.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Копаяев С.Ю. — существенный вклад в концепцию и дизайн работы, статистическая обработка данных, редактирование, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации;
Григорьева Ю.В. — существенный вклад в концепцию и дизайн работы, сбор, анализ и обработка материала, написание текста;
Мясникова В.В. — существенный вклад в концепцию и дизайн работы, сбор, анализ и обработка материала.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Бранчевский СЛ, Малугин БЭ. Распространенность нарушения зрения вследствие катаракты по данным исследования RAAB в Самаре. Офтальмохирургия. 2013;3:82–85. Brancheskiy SL, Malyugin BE. Incidence of visual impairment due to cataract according to the RAAB study in Samara. Ophthalmosurgery. 2013;3:82–85 (In Russ.).
2. Малугин БЭ. Хирургия катаракты и интраокулярная коррекция на современном этапе развития офтальмохирургии. Вестник офтальмологии. 2014;130(6):80–88. Malyugin BE. State-of-the-art cataract surgery and intraocular optical correction. Annals of Ophthalmology. 2014;130(6):80–88 (In Russ.).
3. Кишкина ВЯ, Тимошкина НТ, Малугин БЭ, Захлюк МИ, Анподистова ЛН. Состояние микроциркуляции переднего сегмента миопических глаз. Офтальмохирургия. 1998;2:47–51. Kishkina VYa, Timoshkina NT, Malyugin BE, Zahlyuk MI, Anpodistova LN. Microcirculation of the myopic eyes anterior segment. Ophthalmosurgery. Ophthalmosurgery. 1998;2:47–51 (In Russ.).
4. Соколов КВ. Особенности хирургического лечения катаракты у пациентов с дегенеративной миопией. Тихоокеанский медицинский журнал. 2016;3:54–57. Sokolov KV. Features of cataracts surgical treatment in patients with degenerative myopia. Pacific Medical Journal. 2016;3:54–57 (In Russ.).
5. Апрелев АЕ, Черкасов СВ, Апрелев АА, Черкасова ПС, Серебрякова ПЕ. Распространенность миопии и эпидемиологические факторы, обуславливающие ее развитие. Российский офтальмологический журнал. 2022;15(4):144–149. Aprelev AE, Cherkasov SV, Aprelev AA, Cherkasova PS, Serebryakova PE. Prevalence of myopia and epidemiological factors contributing to its development. Russian Ophthalmological Journal. 2022;15(4):144–149 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2022-15-4-144-149.
6. Егоров ЕА, Эскина ЭН, Гветадзе АА, Белогурова АВ, Степанова МА, Рабаданова МГ. Морфометрические особенности глазного яблока у пациентов с близорукостью и их влияние на зрительные функции. Российский медицинский журнал. Клиническая офтальмология. 2015;4:186–190. Egorov EA, Eskina EN, Gvetadze AA, Belogurova AV, Stepanova MA, Rabadanova MG. Morphometric features of the eyeball in patients with myopia and their effect on visual functions. Russian Medical Journal. Clinical Ophthalmology. 2015;4:186–190 (In Russ.).
7. Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, Jong M, Naidoo KS, Sankaridurg P, Wong TY, Naduvilath TJ, Resnikoff S. Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050. Ophthalmology. 2016 May;123(5):1036–1042. doi: 10.1016/j.ophtha.2016.01.006.
8. Данилов ОВ, Сорокин ЕЛ, Марченко АН, Савченко НВ, Пашенцев ЯЕ. Морфометрические параметры переднего отрезка глаз с гиперметропией средней и высокой степеней в возрастном аспекте. Современные технологии в офтальмологии. 2017;2(15):181–183. Danilov OV, Sorokin EL, Marchenko AN, Savchenko NV, Pashentsev YE. Morphometric parameters of the eye anterior segment with moderate and high degrees of hypermetropia in the age aspect. Modern technologies in ophthalmology. 2017;2(15):181–183 (In Russ.).
9. Ивашина АИ, Гудечков ВБ, Бессарабов АН. Выбор метода хирургической коррекции гиперметропии. Офтальмохирургия. 1996;1:58–61. Ivashina AI, Gudachkov VB, Bessarabov AN. Choosing a method for surgical correction of hypermetropia. 1996;1:58–61 (In Russ.).
10. Song AP, Yu T, Wang JR, Liu W, Sun Y, Ma SX. Multifocal electroretinogram in non-pathological myopic subjects: correlation with optical coherence tomography. Int J Ophthalmol. 2016 Feb 18;9(2):286–291. doi: 10.18240/ijo.2016.02.21.
11. Шпак АА. Осевые аметропии высокой степени. Вестник офтальмологии. 2018;134(2):109–111. Shpak AA. Axial ametropias of very high degree. Vestnik Oftalmologii. 2018;134(2):109–111 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma20181342109-111.
12. Lee MW, Lee SE, Lim HB, Kim JY. Longitudinal changes in axial length in high myopia: a 4-year prospective study. Br J Ophthalmol. 2020 May;104(5):600–603. doi: 10.1136/bjophthalmol-2019-314619.
13. Auffarth GU, Naujokaitis T, Hammer M. Die Kataraktchirurgie und das kleine Auge: Relativer anteriorer Mikrophthalmus, hohe Hyperopie und Nanophthalmus [Cataract surgery and the small eye: relative anterior microphthalmos, high hyperopia and nanophthalmos]. Ophthalmologie. 2022 Jan;119(1):89–93. German. doi: 10.1007/s00347-021-01483-5.
14. Hoffer KJ, Savini G. IOL Power Calculation in Short and Long Eyes. Asia Pac J Ophthalmol (Phila). 2017 Jul-Aug;6(4):330–331. doi: 10.22608/APO.2017338.
15. Auffarth GU, Blum M, Faller U, Tetz MR, Völcker HE. Relative anterior microphthalmos: morphometric analysis and its implications for cataract surgery. Ophthalmology. 2000 Aug;107(8):1555–1560. doi: 10.1016/s0161-6420(00)00240-2.
16. Першин КБ, Пашинова НФ, Цыганков АЮ, Легких СЛ. Факоэмульсификация с имплантацией ИОЛ при экстремально высокой миопии. Катарактальная и рефракционная хирургия. 2015;15(3):14–21. Pershin KB, Pashinova NF, Cygankov AY, Legkih SL. Phacoemulsification with IOL implantation for extremely high myopia. Cataract and refractive surgery. 2015;15(3):14–21 (In Russ.).
17. Мамиконян В.Р., Юсеф Ю.Н., Юсеф С.Н. Факоэмульсификация катаракты у пациентов с высокой степенью миопии. Вестник офтальмологии. 2004;120(6):3–5. Mamikonyan V.R., Yusef Yu.N., Yusef S.N. Phacoemulsification of cataracts in patients with high myopia. Annals of Ophthalmology 2004;120(6):3–5 (In Russ.).
18. Сорокин ЕЛ, Марченко АН, Пашенцев ЯЕ. Факоэмульсификация в профилактике острого приступа закрытоугольной глаукомы. Вестник офтальмологии. 2022;138(2):37–46. doi: 10.17116/oftalma202213802137.
19. Сорокин ЕЛ, Марченко АН, Пашенцев ЯЕ. Факоэмульсификация в профилактике острого приступа закрытоугольной глаукомы. Вестник офтальмологии. 2022;138(2):37–46 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202213802137.
19. Самохвалов НВ, Сорокин ЕЛ, Марченко АН, Пашенцев ЯЕ. Анатомо-морфометрические особенности структур переднего сегмента глаза при гиперметропии и риск развития первичной закрытоугольной глаукомы. Вестник офтальмологии. 2022;138(5):22–28. Samokhvalov NV, Sorokin EL, Marchenko AN, Pashentsev YE. Anatomical and morphometric features of anterior eye segment structures in hyperopia and the risk of developing primary angle-closure glaucoma. Annals of Ophthalmology. 2022;138(5):22–28 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202213805122.
20. Jünemann A, Kühle M, Händel A, Naumann GO. Kataraktchirurgie bei Nanophthalmus mit einer Bulbuslänge unter 20,5 mm [Cataract surgery in nanophthalmic eyes with an axial length of less than 20.5 mm]. Klin Monbl Augenheilkd. 1998 Jan;212(1):13–22. German. doi: 10.1055/s-2008-1034825.
21. Марченко АН, Сорокин ЕЛ, Пашенцев ЯЕ. Эффективность системы прогнозирования риска развития острого приступа закрытоугольной глаукомы. Вестник офтальмологии. 2019;135(1):47–52. doi: 10.17116/oftalma201913501147.
21. Marchenko AN, Sorokin EL, Pashentsev YE. The effectiveness of the risk prediction system for developing an acute attack of angleclosure glaucoma. Annals of Ophthalmology. 2019;135(1):47–52 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma201913501147.
22. Бессарабов АН, Пантелеев ЕН. Адаптивный расчет оптической силы ИОЛ для рефракционной линзэктомии (часть II). Офтальмохирургия. 2001;1:40–50. Bessarabov AN, Panteleev EN. Adaptive calculation of IOL power for refractive lensectomy (Part II). Ophthalmosurgery. 2001;1:40–50 (In Russ.).
23. Rose LT, Moshegov CN. Comparison of the Zeiss IOL Master and applanation A-scan ultrasound: biometry for intraocular lens calculation. Clin Exp Ophthalmol. 2003 Apr;31(2):121–124. doi: 10.1046/j.1442-9071.2003.00617.x.
24. Shammam HJ, Wetterwald N, Potvin R. New mode for measuring axial length with an optical low-coherence reflectometer in eyes with dense cataract. J Cataract Refract Surg. 2015 Jul;41(7):1365–1369. doi: 10.1016/j.jcrs.2014.10.032.
25. Yang Q, Chen B, Peng G, Li Z, Huang Y. [Accuracy of immersion B-scan ultrasound biometry in high myopic patients with cataract]. Zhonghua Yan Ke Za Zhi. 2014 Jan;50(1):32–36. Chinese.
26. Wang XG, Dong J, Pu YL, Liu HJ, Wu Q. Comparison axial length measurements from three biometric instruments in high myopia. Int J Ophthalmol. 2016 Jun 18;9(6):876–880. doi: 10.18240/ijo.2016.06.15.

Ю.В. Григорьева, С.Ю. Копаяев, В.В. Мясникова

Контактная информация: Григорьева Юлия Валериевна prostoboss2202@bk.ru

Тактика хирургического лечения осложненной катаракты у пациентов с аметропией...

27. Miao A, Tang Y, Zhu X, Qian D, Zheng T, Lu Y. Associations between anterior segment biometry and high axial myopia in 3438 cataractous eyes in the Chinese population. *BMC Ophthalmol.* 2022 Feb 12;22(1):71. doi: 10.1186/s12886-022-02300-6.
28. Du YL, Wang G, Huang HC, Lin LY, Jin C, Liu LF, Liu XR, Zhang MZ. Comparison of OA-2000 and IOL Master 500 using in cataract patients with high myopia. *Int J Ophthalmol.* 2019 May 18;12(5):844–847. doi: 10.18240/ijo.2019.05.23.
29. Roessler GF, Dietlein TS, Plange N, Roepke AK, Dinslage S, Walter P, Mazinani BA. Accuracy of intraocular lens power calculation using partial coherence interferometry in patients with high myopia. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2012 May;32(3):228–233. doi: 10.1111/j.1475-1313.2012.00903.x.
30. Bernardes J, Raimundo M, Lobo C, Murta JN. A Comparison of Intraocular Lens Power Calculation Formulas in High Myopia. *J Refract Surg.* 2021 Mar;37(3):207–211. doi: 10.3928/1081597X-20201123-01.
31. Cheng H, Wang L, Kane JX, Li J, Liu L, Wu M. Accuracy of Artificial Intelligence Formulas and Axial Length Adjustments for Highly Myopic Eyes. *Am J Ophthalmol.* 2021 Mar;223:100–107. doi: 10.1016/j.ajo.2020.09.019.
32. Wang Q, Jiang W, Lin T, Zhu Y, Chen C, Lin H, Chen W. Accuracy of intraocular lens power calculation formulas in long eyes: a systematic review and meta-analysis. *Clin Exp Ophthalmol.* 2018 Sep;46(7):738–749. doi: 10.1111/ceo.13184.
33. Omoto M, Sugawara K, Torii H, Yotsukura E, Masui S, Shigeno Y, Nishi Y, Negishi K. Investigating the Artificial Accuracy of Recently Updated Intraocular Lens Power Formulas with Artificial Intelligence for High Myopia. *J Clin Med.* 2022 Aug 18;11(16):4848. doi: 10.3390/jcm11164848.
34. Liu J, Wang L, Chai F, Han Y, Qian S, Koch DD, Weikert MP. Comparison of intraocular lens power calculation formulas in Chinese eyes with axial myopia. *J Cataract Refract Surg.* 2019 Jun;45(6):725–731. doi: 10.1016/j.jcrs.2019.01.018.
35. Chen Y, Wei L, He W, Lu Y, Zhu X. Comparison of Kane, Hill-RBF 2.0, Barrett Universal II, and Emmetropia Verifying Optical Formulas in Eyes With Extreme Myopia. *J Refract Surg.* 2021 Oct;37(10):680–685. doi: 10.3928/1081597X-20210712-03.
36. Wang Q, Jiang W, Lin T, Wu X, Lin H, Chen W. Meta-analysis of accuracy of intraocular lens power calculation formulas in short eyes. *Clin Exp Ophthalmol.* 2018 May;46(4):356–363. doi: 10.1111/ceo.13058.
37. Shrivastava AK, Nayak S, Mahobia A, Anto M, Pandey P. Accuracy of intraocular lens power calculation formulae in short eyes: A systematic review and meta-analysis. *Indian J Ophthalmol.* 2022 Mar;70(3):740–748. doi: 10.4103/ijo.IJO_934_21.
38. Тамиров НЭ, Погорелова ВВ. Коррекция гиперметропии высокой степени полиартифакцией. *Вестник офтальмологии.* 2007;6:29–32. Tamirov NE, Pogorelova VV. Correction of high degree hyperopia with polyartifakia. *Annals of Ophthalmology.* 2007;6:29–32 (In Russ.).
39. Белов ДФ, Николаенко ВП. Альтернативный способ расчета оптической силы интраокулярных линз при короткой переднезадней оси глаза. *Вестник офтальмологии.* 2022;138(3):24–28. Belov DF, Nikolaenko VP. Alternative method of intraocular lens power calculation in eyes with short axial length. *Annals of Ophthalmology.* 2022;138(3):24–28 (In Russ.). doi: 10.17116/ofalma202213803124.
40. Hoffer KJ, Savini G. IOL Power Calculation in Short and Long Eyes. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila).* 2017 Jul-Aug;6(4):330–331. doi: 10.22608/APO.2017338.
41. Федорова, ИС, Копяев СЮ, Кузнецова ТС, Узунян ДГ. Интраокулярная коррекция аметропий крайних степеней с применением индивидуальных мультифокальных ИОЛ. *Офтальмохирургия.* 2013;3:46–51. Fedorova, IS, Kopyaev SYu, Kuznetsova TS, Uzunyan DG. Intraocular correction of extreme degrees of ametropia using individual multifocal IOLs. *Ophthalmosurgery.* 2013;3:46–51 (In Russ.).
42. Faure C, Faure L, Billotte C. Globe perforation following no-needle sub-Tenon anesthesia. *J Cataract Refract Surg.* 2009 Aug;35(8):1471–1472. doi: 10.1016/j.jcrs.2009.03.024.
43. Терещенко ЮА, Уткин СИ, Сорокин ЕЛ. Поиски возможностей применения местной анестезии при хирургии осложненной катаракты. *Вестник Оренбургского государственного университета.* 2011;14(133):370–373. Tereshenko YuA, Utkin SI, Sorokin EL. Search for possibilities of using local anesthesia in complicated cataract surgery. *Annals of Orenburg State University.* 2011;14(133):370–373 (In Russ.).
44. Gadkari SS. Evaluation of 19 cases of inadvertent globe perforation due to periocular injections. *Indian J Ophthalmol.* 2007 Mar-Apr;55(2):103–107. doi: 10.4103/0301-4738.30702.
45. Ключникова ЕВ. Сравнительный анализ исходов коаксиальной и бимануальной факэмульсификации катаракты без имплантации ИОЛ у пациентов с миопией высокой степени. *Офтальмология.* 2007;4(1):7–12. Klyushnikova EV. Comparative analysis of the outcomes of coaxial and bimanual cataract phacoemulsification without IOL implantation in patients with high myopia. *Ophthalmology in Russia.* 2007;4(1):7–12 (In Russ.).
46. Seward H, Packard R, Allen D. Management of cataract surgery in a high myope. *Br J Ophthalmol.* 2001;85(11):1372–1378. doi: 10.1136/bjo.85.11.1372.
47. Соколов КВ, Сорокин Е.Л., Терещенко Ю.А. Особенности факэмульсификации у пациентов с дегенеративной миопией. *Рефракционная хирургия и офтальмология.* 2010;10(1):22–28. Sokolov KV, Sorokin E.L., Tereshenko Yu.A. Features of phacoemulsification in patients with degenerative myopia. *Refractive surgery and ophthalmology.* 2010;10(1):22–28 (In Russ.).
48. Fesharaki H, Peyman A, Rowshandel M, Peyman M, Alizadeh P, Akhlaghi M, Ashtari A. A comparative study of complications of cataract surgery with phacoemulsification in eyes with high and normal axial length. *Adv Biomed Res.* 2012;1:67. doi: 10.4103/2277-9175.102971.
49. Yao Y, Lu Q, Wei L, Cheng K, Lu Y, Zhu X. Efficacy and complications of cataract surgery in high myopia. *J Cataract Refract Surg.* 2021 Nov 1;47(11):1473–1480. doi: 10.1097/j.jcrs.0000000000000664.
50. Yang K, Li J, Zhang W, Liu Z, Song C, Zhao Y. Comparison of pre-chop technique using a reverse chop and classic stop-and-chop technique in the treatment of high myopia associated with nuclear cataract. *BMC Surg.* 2022 May 28;22(1):206. doi: 10.1186/s12893-022-01658-0.
51. Stănilă DM, Florea AM, Stănilă A, Panga AA. Endothelial cells loss to the hyperopic patients during phacoemulsification. *Rom J Ophthalmol.* 2017 Oct-Dec;61(4):256–260.
52. Arshinoff SA. Dispersive-cohesive viscoelastic soft shell technique. *J Cataract Refract Surg.* 1999 Feb;25(2):167–173. doi: 10.1016/s0886-3350(99)80121-7.
53. Югай МП, Рябцева АА. Способ оперативного лечения катаракты у больных с короткой передне-задней осью глаза. *Патент RU 2611886, 01.03.2017.* Yugai MP, Ryabteva AA. Method of operative treatment of cataracts in patients with a short anterior-posterior axis of the eye. *Patent RU 2611886, 01.03.2017 (In Russ.).*
54. Vasavada AR, Raj S. Step-down technique. *J Cataract Refract Surg.* 2003;29:1077–1079. doi: 10.1016/s0886-3350(03)00121-4.
55. Федяшев ГА, Касаткина ИС, Макаревич ЕС. Осложнения различных методов имплантации интраокулярных линз при хирургическом лечении врожденной катаракты. *Тихоокеанский медицинский журнал.* 2020;3:53–56. doi: 10.34215/1609-1175-2020-3-53-56.
56. Fediashev GA, Kasatkina IS, Makarevich ES. Complications of various methods for implanting intraocular lenses in the surgical treatment of congenital cataract. *Pacific Medical Journal.* 2020;3:53–56 (In Russ.). doi: 10.34215/1609-1175-2020-3-53-56.
57. Ashraf H, Koohestani S, Nowroozzadeh MH. Early Macular Changes after Phacoemulsification in Eyes with High Myopia. *J Ophthalmic Vis Res.* 2018 Jul-Sep;13(3):249–252. doi: 10.4103/jovr.jovr_69_17.
57. Cetinkaya S, Acir NO, Cetinkaya YF, Dadaci Z, Yener HI, Saglam F. Phacoemulsification in eyes with cataract and high myopia. *Arq Bras Oftalmol.* 2015 Sep-Oct;78(5):286–289. doi: 10.5935/0004-2749.20150076.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Копяев Сергей Юрьевич
доктор медицинских наук, заведующий отделом лазерной рефракционной хирургии
Бескудниковский бульвар, 59а, Москва, 127486, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0001-5085-6788>

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Мясникова Виктория Владимировна
доктор медицинских наук, доцент, заведующая отделением анестезиологии-реаниматологии доцент кафедры анестезиологии, реаниматологии и трансфузиологии
ул. Митрофана Седина, 4, Краснодар, 350063, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0003-1748-7962>

ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Григорьева Юлия Валериевна
аспирант
Бескудниковский бульвар, 59а, Москва, 127486, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0001-5075-0772>

ABOUT THE AUTHORS

Eye Microsurgery named after academician S. N. Fedorov
Kopyaev Sergey Yu.
MD, ophthalmologist, professor, head of the department of lens surgery and intraocular correction
Beskudnikovskiy Blvd, 59A, Moscow, 127486, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-5085-6788>

Krasnodar branch of the Eye Microsurgery named after academician S. N. Fedorov
Myasnikova Victoria V.
MD, head of the anaesthesiology and reanimation department
Mitrofana Sedina str., 4, Krasnodar, 350063, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-1748-7962>

Eye Microsurgery named after academician S. N. Fedorov
Grigoryeva Yulia V.
postgraduate
Beskudnikovskiy Blvd, 59A, Moscow, 127486, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-5075-0772>

Yu.V. Grigoryeva, S.Yu. Kopyaev, V.V. Myasnikova

Contact information: Grigoryeva Yulia V. prostoboss2202@bk.ru

Surgical Treatment of Complicated Cataract in Patients with High-Grade Ametropia...