

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель Координационного
Экспертного Совета ТГМУ
к.м.н., доцент

_____ **Ж.А. Анваров**

«___» _____ 2025 год

Каримова Динара Батировна

**ВРОЖДЁННАЯ КАТАРАКТА У ДЕТЕЙ С МИОПИЕЙ:
ДИАГНОСТИКА, ХИРУРГИЯ, РЕАБИЛИТАЦИЯ**

Монография

ТАШКЕНТ - 2025

Методические рекомендации рассмотрены на заседании Проблемной комиссии по хирургии при Ташкентском государственном медицинском университете (протокол №__от _____ 2025 г.)

Автор:

Каримова Д.Б. – PhD, кафедра Офтальмологии и детской офтальмологии Ташкентского государственного медицинского университета.

Рецензенты:

«Врождённая катаракта у детей с миопией: диагностика, хирургия, реабилитация» / Каримова Д.Б. 2025 г. 120 стр.

Монография посвящена всестороннему анализу одной из самых сложных клинических ситуаций в детской офтальмологии — врождённой катаракте у детей, осложнённой миопией. Автор обоснованно поднимает актуальность проблемы на фоне роста глобальной эпидемии миопии и нарастающей частоты катаракт у новорождённых. В работе системно освещены вопросы эпидемиологии, патогенеза, клинической картины, хирургических подходов и реабилитации. Особое внимание уделено анатомо-функциональным особенностям миопического глаза, трудностям расчёта ИОЛ, рискам осложнений и тактике ведения пациентов в критические периоды зрительного развития. Приводятся современные алгоритмы диагностики, обоснование сроков операции, методики витрэктомии и подходы к оптической коррекции.

Монография основана на принципах доказательной медицины и анализе актуальных исследований, что делает её ценным руководством для офтальмологов, детских хирургов и специалистов по зрительной реабилитации. В тексте систематизированы наследственные, синдромальные и идиопатические формы патологии, дана классификация анатомических вариантов катаракты, представлены практические рекомендации по ведению пациентов с учётом возрастных, анатомических и рефракционных факторов. Работа имеет прикладное значение и направлена на повышение эффективности раннего вмешательства и минимизацию риска амблиопии и инвалидизации ребёнка.

“Congenital Cataract in Children with Myopia: Diagnosis, Surgery, Rehabilitation” / Karimova D.B. 2025. 120 pages.

This monograph presents a comprehensive analysis of one of the most challenging clinical situations in pediatric ophthalmology — congenital cataract in children complicated by myopia. The author convincingly highlights the relevance of this issue in the context of the growing global myopia epidemic and the increasing incidence of cataract in newborns. The work systematically addresses the epidemiology, pathogenesis, clinical presentation, surgical strategies, and rehabilitation aspects. Special attention is given to the anatomical and functional features of the myopic eye, the challenges of intraocular lens (IOL) power calculation, potential complications, and management strategies during critical periods of visual development. Modern diagnostic algorithms, timing rationales for surgery, vitrectomy techniques, and optical correction approaches are thoroughly presented.

The monograph is grounded in the principles of evidence-based medicine and a critical review of current research, making it a valuable resource for ophthalmologists, pediatric surgeons, and visual rehabilitation specialists. It systematizes hereditary, syndromic, and idiopathic forms of pathology, provides a classification of anatomical cataract variants, and offers practical recommendations for patient management considering age, anatomical, and refractive factors. This work has strong applied significance and is aimed at improving the effectiveness of early intervention and minimizing the risk of amblyopia and disability in affected children.

Адрес: 100007, г. Ташкент, Олмазарский район, ул. Фарабий - 2.
Тел.: (+998) 78-150-95-09

Список сокращений:

ВГД — Внутриглазное давление

ВП — Вызванные потенциалы (зрительные)

ИОЛ — Интраокулярная линза

ОКТ — Оптическая когерентная томография

ПЗР — передне-задний размер

ЭРГ — Электроретинография

ЦНС — Центральная нервная система

УЗИ — Ультразвуковое исследование

PFV — Persistent Fetal Vasculature (Персистирующий сосуд хрусталика)

TORCH — Комплекс внутриутробных инфекций:

CRYAA, CRYBB2 и др. — гены кристаллинов, связанных с прозрачностью хрусталика

MAF, PITX3, GJA8, FOXE3 и др. — гены транскрипционных факторов и белков, участвующих в развитии глаза

Содержание

Глава I. Введение в проблему.	7
1.1. Эпидемиология миопии у детей.	7
1.2. Роль врождённой катаракты в нарушении зрительного развития.	8
1.3. Особенности формирования зрительной системы у детей.	10
1.4. Значение своевременного вмешательства.	12
1.5. Цели и задачи монографии.	15
Глава II. Этиология, классификация и клинические особенности.	17
2.1. Этиологический спектр врождённой катаракты.	17
2.2. Наследственные и синдромальные формы врождённой катаракты.	21
2.3. Анатомические и клинические формы врождённой катаракты.	24
2.4. Клинические проявления врождённой катаракты.	30
2.5. Особенности катаракты при сочетании с миопией.	36
Глава III. Современные принципы хирургического лечения врождённой катаракты у детей.	41
3.1. Показания и сроки операции.	41
3.2. Хирургические подходы: техника удаления хрусталика	44
3.3. Первичная имплантация интраокулярной линзы: показания и ограничения.	47
3.4. Выбор типа ИОЛ: материалы, конструкции и особенности фиксации у детей.	50
3.5. Выбор оптической силы ИОЛ: принципы расчёта и возрастная гипокоррекция.	53
3.6. Первичная задняя капсулотомия и антерирная витрэктомия.	57
3.7. Особенности хирургии при односторонней катаракте.	59
3.8. Хирургия при двусторонней катаракте: одновременное и отсроченное вмешательство.	61

3.9. Контактная коррекция афакии: выбор линз, уход и осложнения.	64
3.10. Очковая коррекция после удаления катаракты.	67
3.11. Имплантация интраокулярной линзы у детей: показания, выбор модели и техника	69
Глава IV. Послеоперационное ведение и осложнения.	73
4.1. Зрительная реабилитация: очки, контактные линзы, амблиопия	73
4.2. Контроль и лечение глаукомы после операции	75
4.3. Ретинальные и макулярные осложнения у миопов	78
4.4. Повторные вмешательства и вторичная имплантация	80
4.5. Особенности YAG-капсулотомии у миопических детей.	83
4.6. Родительская приверженность и психосоциальные аспекты.	84
Глава V. Современные вызовы и перспективы.	87
5.1. Влияние глобальной эпидемии миопии на педиатрическую офтальмохирургию.	87
5.2. Новые формулы расчёта ИОЛ и алгоритмы прогнозирования	88
5.3. Премиум ИОЛ и перспективы их использования у детей.	91
5.4. Персонализированная хирургия и искусственный интеллект.	93
5.5. Направления будущих исследований и междисциплинарные подходы.	95
Заключение	98
Список литературы	100

Глава I. Введение в проблему.

1.1. Эпидемиология миопии у детей.

В последние десятилетия миопия приобретает характер глобальной эпидемии и становится одной из ведущих причин снижения остроты зрения среди детей и подростков во всём мире. Особенно выражен рост её распространённости в странах Восточной и Юго-Восточной Азии, где к окончанию школьного возраста миопия выявляется у 80–90 % учащихся. В ряде городских регионов Китая и Южной Кореи близорукость фактически стала нормой среди старшеклассников. Хотя распространённость миопии в Европе и Северной Америке остаётся ниже, в этих регионах также отмечается устойчивая тенденция к её росту, особенно в крупных мегаполисах и среди детей, получающих интенсивное академическое образование [52, 61, 74, 75].

Согласно прогнозам Всемирной организации здравоохранения и ведущих исследовательских групп, к 2050 году миопия будет диагностироваться у приблизительно 50 % населения Земли, при этом высокая степень миопии (≥ -6.0 D) — у 10 %. Подобная трансформация эпидемиологической ситуации ставит перед офтальмологическим сообществом новые задачи, в частности, своевременную диагностику и эффективное лечение офтальмопатологий, развивающихся на фоне анатомических и рефракционных изменений миопического глаза, включая катаракту [55, 59, 84, 87].

У детей с высокой степенью миопии существенно возрастает риск развития вторичных осложнений — периферической ретинопатии, дегенерации макулы, отслойки сетчатки, а также преждевременного формирования катаракты, преимущественно заднекапсулярной и ядерной. Современные эпидемиологические исследования подтверждают устойчивую ассоциацию между миопией и катарактой, особенно у детей с наследственной предрасположенностью или перенесёнными внутриутробными патогенными воздействиями [60, 65, 77, 81].

Кроме того, в последние годы катаракта всё чаще диагностируется в контексте врождённых аномалий развития глазного яблока, сопровождающихся удлинением переднезадней оси и формированием миопии уже в младенческом возрасте. Это особенно актуально в странах с доступом к неонатальному офтальмологическому скринингу, где помутнения хрусталика выявляются на ранних этапах, нередко в сочетании с другими врождёнными патологиями — такими как персистирующая фетальная васкулятура (PFV), микрофтальмия или хромосомные аномалии [11, 29, 45, 72].

Следует подчеркнуть, что врождённая катаракта является относительно редкой, но клинически значимой патологией, выявляемой у примерно 1–6 новорождённых на 10 000. При этом около 25 % случаев имеют наследственную природу, а в 30–50 % наблюдаются сопутствующие рефракционные аномалии, включая миопию, формирующуюся в перинатальном периоде [47, 63, 78, 85].

Таким образом, в условиях нарастающей эпидемии миопии и увеличения числа детей с рефракционными нарушениями возрастает клиническая и социальная значимость раннего выявления и индивидуализированного подхода к лечению врождённой катаракты. Это связано не только с ростом количества пациентов, но и с возрастающими ожиданиями со стороны родителей и законных представителей, которые всё чаще рассчитывают на достижение высокой остроты зрения после операции и минимальную зависимость от дополнительных средств оптической коррекции.

1.2. Роль врождённой катаракты в нарушении зрительного развития.

Зрительная система человека развивается на протяжении первых лет жизни, при этом наибольшая чувствительность к сенсорной стимуляции приходится на ранний постнатальный период — так называемый критический (сенситивный) период. В это время зрительный опыт оказывает максимальное

влияние на формирование функциональной анатомии и нейронных связей между сетчаткой, зрительными путями и зрительной корой головного мозга. Для нормального развития этих связей необходимо чёткое, стабильное и фовеально сфокусированное изображение на обоих глазах. Даже кратковременная депривация зрительного сигнала в критический период может привести к снижению зрительных функций, развитию амблиопии и стойким нарушениям бинокулярного восприятия [26, 33, 42, 69].

Врождённая катаракта, особенно при центральной локализации и плотной степени помутнения, представляет собой одну из наиболее тяжёлых форм зрительной депривации в младенческом возрасте. Её наличие препятствует формированию фовеальной фиксации, нарушает развитие зрительных нейронных путей и может вызывать морфофункциональную незрелость зрительной коры, особенно при отсутствии своевременного хирургического вмешательства. Даже при двусторонней катаракте, сопровождающейся симметричной сенсорной депривацией, зрительное развитие значительно затруднено. В случаях односторонней катаракты риск развития тяжёлой амблиопии ещё выше: зрительно полноценный глаз подавляет активность поражённого, и в условиях отсутствия адекватной зрительной стимуляции формируются устойчивые паттерны монокулярного доминирования [13, 21, 24, 67].

Установлено, что удаление врождённой катаракты у детей должно выполняться как можно раньше. При односторонней форме критическим считается возраст 4–6 недель после рождения; при двусторонней — не позднее 6–8 недель. Эти сроки обусловлены необходимостью обеспечить сенсорную стимуляцию и минимизировать риск выраженной амблиопии. Задержка хирургического вмешательства даже на несколько недель способна привести к необратимым функциональным нарушениям, несмотря на анатомически успешное устранение катаракты [14, 22, 31, 44].

Клинические проявления сенсорной депривации, возникающей на фоне врождённой катаракты, включают снижение зрительного внимания и

фиксации, отсутствие зрачковой реакции на свет, формирование эксцентрической фиксации, развитие сходящегося косоглазия, нарушение стереопсии и пространственного восприятия, а также тяжёлую, устойчивую к терапии амблиопию [20, 32, 36, 40].

Кроме того, в ряде случаев врождённая катаракта сочетается с высокой миопией, что ещё более затрудняет формирование зрительных функций. Миопически изменённый глаз с удлинённой осью и деформацией заднего сегмента формирует искажённое изображение уже на уровне сетчатки. В подобных условиях даже после успешного удаления катаракты зрительная стимуляция может оставаться недостаточной из-за сопутствующих изменений — таких как миопическая макулопатия, наличие задней стафиломы или нестабильность оптической коррекции. Это требует особенно тщательного подхода к выбору методов оптической реабилитации и проведения длительной терапии амблиопии с учётом индивидуальных анатомо-рефракционных особенностей [15, 25, 30, 46].

Таким образом, врождённая катаракта у ребёнка — это не только патология оптической среды, но и значимый фактор сенсорной депривации, способный необратимо изменить траекторию развития зрительной системы. Чем раньше световой поток блокируется на пути к сетчатке, тем более выраженные последствия это может вызвать. Успешная зрительная реабилитация в подобных случаях возможна только при своевременно выполненной хирургической интервенции, точной и стабильной оптической коррекции, а также длительном и последовательном лечении амблиопии, которое нередко продолжается в течение нескольких лет.

1.3. Особенности формирования зрительной системы у детей.

Зрительная система человека — одна из наиболее сложных сенсорных систем, развитие которой продолжается значительное время после рождения. В отличие от анатомического созревания большинства структур глазного яблока, функциональное развитие зрительных путей и кортикальных

зрительных центров происходит преимущественно в раннем постнатальном периоде, когда внешняя зрительная стимуляция становится ключевым фактором нейронной организации. Это делает первые месяцы и годы жизни особенно уязвимыми к воздействиям, нарушающим нормальную активацию зрительной системы [17, 34, 50, 54].

Формирование зрительных функций представляет собой последовательный процесс, включающий установление центральной фиксации, развитие остроты зрения, формирование бинокулярного восприятия, стереопсии и зрительной моторики. Все эти этапы требуют стабильного поступления чёткого изображения на сетчатку, прежде всего — на фовеальную область. При нарушении качества визуального сигнала (например, вследствие врождённой катаракты), когда изображение становится размытым, нестабильным или вовсе отсутствует, нормальное развитие зрительных функций существенно нарушается. Именно по этой причине врождённая катаракта рассматривается как патологическое состояние, способное инициировать каскад необратимых изменений в развивающейся зрительной системе [28, 35, 37, 41].

Особое значение имеет физиологическая гиперметропия и укорочённая ось глазного яблока, характерные для новорождённых. В норме по мере роста ребёнка происходит процесс эметропизации — физиологическое приближение рефракции к нулевому значению за счёт пропорционального увеличения переднезаднего размера глаза и адаптивного изменения оптической силы преломляющих сред. Данный процесс критически зависит от поступления полноценного зрительного сигнала. При наличии катаракты, особенно при её плотной и центральной локализации, механизм эметропизации нарушается, что значительно повышает риск формирования стойких рефракционных аномалий, включая высокую миопию [18, 23, 27, 39].

Миопия, в свою очередь, вносит дополнительные сложности в формирование зрительных функций. При удлинении переднезадней оси глазного яблока изображение фокусируется перед сетчаткой, что вызывает

хронический дефокус и искажённое зрительное восприятие. У детей с миопией, особенно высокой степени, это может препятствовать нормальной фовеализации, снижать контрастную чувствительность и затруднять развитие бинокулярного зрения. Сочетание миопии с врождённой катарактой формирует двойной сенсорный барьер, значительно увеличивая риск развития тяжёлой амблиопии, косоглазия, утраты стереопсии и других нарушений зрительных функций [16, 38, 43, 51].

Ключевую роль в компенсаторных механизмах развития играет нейропластичность детской зрительной системы — её способность адаптироваться к сенсорным нарушениям в раннем возрасте. Однако эта пластичность ограничена во времени: наибольший потенциал к нейронной адаптации наблюдается в первые месяцы жизни. Уже после 6–7 лет эффективность терапии амблиопии значительно снижается, а к 8–10 годам процессы функциональной организации зрительной системы считаются в основном завершёнными [19, 48, 49, 53].

Таким образом, развитие зрительной системы в детском возрасте представляет собой сложный, высокочувствительный к сенсорной стимуляции процесс. Врождённая катаракта нарушает его уже на самых ранних этапах, а сопутствующая миопия усугубляет функциональную неполноценность визуального восприятия. В связи с этим дети с сочетанием врождённой катаракты и миопии требуют максимально раннего, индивидуализированного и нейроориентированного подхода к лечению — с тем чтобы обеспечить оптимальные условия для развития зрительных функций и снизить риск стойких зрительных нарушений и инвалидизации.

1.4. Значение своевременного вмешательства.

Своевременность хирургического вмешательства при врождённой катаракте является одним из ключевых факторов, определяющих функциональный исход лечения. Это обусловлено не только устранением оптического барьера, но и необходимостью поддержания

нейрофизиологических процессов, лежащих в основе развития зрительной системы. В период максимальной нейропластичности — в первые месяцы жизни — зрительная кора обладает высокой чувствительностью к сенсорной стимуляции. Именно в этот временной интервал формируются основные нейронные связи, обеспечивающие фиксацию, восприятие контраста, развитие бинокулярного зрения и пространственного восприятия [56, 57, 58, 62].

При врождённой катаракте задержка восстановления прозрачности оптической оси приводит к тому, что соответствующие зоны зрительной коры остаются функционально неактивными. Это сопровождается деструкцией синаптических связей, снижением эффективности нейронной передачи и устойчивым развитием амблиопии. Даже кратковременное промедление с хирургическим лечением — на несколько недель — может иметь критические последствия, особенно в случаях односторонней плотной катаракты, при которой сенсорная конкуренция между глазами приводит к быстрой и стойкой доминации здорового глаза [64, 66, 68, 70].

На основании данных крупных наблюдательных исследований и обобщённого клинического опыта ведущих офтальмологических центров сформулированы оптимальные временные рамки для хирургического лечения. При односторонней врождённой катаракте операция должна быть выполнена в возрасте 4–6 недель, при двусторонней — в пределах 6–8 недель жизни [71, 73, 76, 79].

Следует учитывать, что чрезмерно раннее проведение операции — в первые 1–2 недели жизни — может быть сопряжено с системными рисками: нестабильностью витальных функций, сложностями анестезиологического обеспечения, высокой вероятностью послеоперационного воспаления и повышенным риском развития вторичной глаукомы. В то же время чрезмерная отсрочка вмешательства ведёт к снижению зрительного потенциала из-за отсутствия необходимой стимуляции сетчатки и фовеальной зоны в критический период развития. Таким образом, выбор времени операции

должен быть строго индивидуализирован с учётом формы и плотности катаракты, общего соматического состояния ребёнка и готовности к немедленной зрительной реабилитации в послеоперационном периоде [77, 31, 64, 16].

Отдельного внимания заслуживают случаи, когда врождённая катаракта сочетается с высокой степенью миопии. В подобных ситуациях анатомическая нестабильность заднего сегмента глаза — включая наличие задней стафиломы, истончение сетчатки, аномалии стекловидного тела — может потребовать модификации хирургической техники, а также пересмотра подходов к расчёту оптической силы интраокулярной линзы. Несмотря на это, наличие миопии не должно служить поводом для отсрочки операции. Однако такие случаи требуют высокой степени готовности к интра- и послеоперационным осложнениям, а также тщательно продуманной стратегии послеоперационного ведения [18, 56, 68, 102].

Ключевым аспектом успешности лечения врождённой катаракты остаётся не только своевременность хирургического вмешательства, но и полнота реализации всех последующих этапов реабилитационного процесса. К ним относятся: адекватная коррекция афакии (контактными линзами, очками или имплантацией интраокулярной линзы), раннее и последовательное лечение амблиопии, регулярный контроль внутриглазного давления и мониторинг состояния сетчатки. Без активной зрительной реабилитации и постоянного участия родителей даже идеально выполненная операция не гарантирует восстановления зрительных функций [9, 46, 74, 110].

Таким образом, значение своевременного хирургического вмешательства при врождённой катаракте, особенно в сочетании с миопией, не вызывает сомнений. Это один из немногих клинических сценариев в офтальмологии, когда даже технически безупречная операция может оказаться функционально неэффективной при нарушении сроков её проведения. Стратегия лечения в подобных случаях должна быть ориентирована не только на устранение анатомического дефекта, но и на

последовательное восстановление всех этапов зрительного развития в пределах критических временных окон.

1.5. Цели и задачи монографии.

Современные достижения офтальмохирургии обеспечили значительный прогресс в лечении врождённой катаракты у детей. Однако сочетание катаракты с высокой миопией по-прежнему остаётся одной из наиболее сложных и клинически значимых ситуаций в детской офтальмологии. Эти два состояния не только взаимно отягощают течение друг друга, но и требуют принципиально иного диагностического подхода, модифицированной хирургической тактики и специализированной схемы зрительной реабилитации — отличной от тех, что применяются при изолированной врождённой катаракте.

Глаз с миопической рефракцией обладает рядом морфологических и биомеханических особенностей: удлинённой переднезадней осью, деформированной геометрией заднего полюса, повышенной подвижностью стекловидного тела, нестабильностью капсульного мешка и ослаблением цинновой связки. Эти изменения напрямую влияют на точность расчёта оптической силы интраокулярной линзы, стабильность её позиционирования, увеличивают риск послеоперационных осложнений — таких как отслойка сетчатки и развитие глаукомы — и затрудняют полноценную зрительную реабилитацию. В то же время врождённая катаракта, особенно при наличии рефракционной нестабильности, значительно ускоряет прогрессирование амблиопии, особенно при отсутствии своевременного вмешательства и адекватного восстановительного лечения.

Несмотря на наличие большого числа клинических публикаций, в современной научной литературе наблюдается недостаток целостных и систематизированных подходов к ведению пациентов с сочетанием врождённой катаракты и миопии. Настоящая монография направлена на восполнение данного пробела. Её цель — предоставить читателю всестороннее, структурированное и клинически ориентированное изложение проблемы, основанное на данных

доказательной медицины, собственных наблюдениях, а также критическом анализе существующих рекомендаций.

Целью настоящей монографии является всесторонний анализ диагностики, хирургического лечения и послеоперационного сопровождения детей с врождённой катарактой на фоне миопии, основанный на принципах доказательной медицины и актуальных клинических стандартах.

В рамках заявленной цели перед монографией ставятся следующие задачи:

1. Обобщить эпидемиологические, клинические и генетические аспекты врождённой катаракты и миопии; проанализировать причины их сочетания и ключевые факторы риска.

2. Изложить патофизиологические механизмы формирования зрительной системы у детей и пояснить, почему катаракта и миопия представляют наибольшую опасность в критические периоды сенсорного онтогенеза.

3. Проанализировать существующие хирургические подходы: определить оптимальные сроки вмешательства, методы удаления хрусталика, показания и технику имплантации интраокулярной линзы, а также особенности операций на миопически изменённом глазу.

4. Описать стратегии оптической реабилитации и лечения амблиопии после удаления катаракты с учётом рефракционных и анатомических особенностей миопического глаза.

5. Представить современные данные о возможных осложнениях, долгосрочном прогнозе и ведении таких пациентов, включая риски развития глаукомы, отслойки сетчатки, нарушений формирования макулярной зоны.

6. Сформулировать практические рекомендации по комплексному ведению пациентов с врождённой катарактой и миопией на всех этапах — от первичной диагностики до позднего послеоперационного наблюдения, с учётом индивидуальных анатомических, рефракционных и возрастных факторов.

Таким образом, монография адресована не только офтальмохирургам, но и детским офтальмологам, педиатрам, специалистам по зрительной реабилитации, а также всем, кто вовлечён в ведение детей с врождённой катарактой и миопией.

Глава II. Этиология, классификация и клинические особенности.

2.1. Этиологический спектр врождённой катаракты.

Врождённая катаракта представляет собой клинико-этиологически неоднородную группу заболеваний, возникающих вследствие нарушения прозрачности хрусталика, которое формируется преимущественно в пренатальном или раннем постнатальном периоде. Помутнения могут быть изолированными, ассоциированными с генетическими синдромами, обусловленными метаболическими или инфекционными факторами, а в ряде случаев — иметь неустановленную природу. Понимание этиологического спектра врождённой катаракты имеет принципиальное значение для ранней диагностики, выбора тактики хирургического лечения, прогноза зрительных функций и проведения генетического консультирования [30, 43, 50, 85].

Одной из наиболее распространённых причин является наследственная патология. Семейные формы катаракты, как правило, наследуются по аутосомно-доминантному типу и проявляются симметричными двусторонними помутнениями хрусталика. В подобных случаях нередко удаётся проследить характерный клинико-фенотипический паттерн в нескольких поколениях. Морфологически такие катаракты зачастую имеют стереотипные формы: ламеллярные, полярные, ядерные. На сегодняшний день описано более ста генов, мутации в которых ассоциированы с врождённой катарактой. Особое значение имеют гены, кодирующие кристаллины (CRYAA, CRYBB2), транскрипционные факторы (MAF, PITX3), а также структурные белки и белки межклеточных контактов (GJA8, FOXE3), участвующие в эмбриональном развитии хрусталика. Идентификация патогенных мутаций позволяет подтвердить диагноз, уточнить прогноз и оценить риск рецидива заболевания у будущих поколений, что особенно важно в контексте пренатального консультирования [27, 44, 67, 70].

Существенный вклад в структуру врождённых катаракт вносят внутриутробные инфекции, перенесённые матерью во время беременности. Классическим примером инфекционных эмбриопатий остаётся TORCH-комплекс (токсоплазмоз, краснуха, цитомегаловирус, вирус герпеса и сифилис), ассоциированный с поражением хрусталика и других органов зрения. Одним из типичных клинических примеров является катаракта при врождённой краснухе — нередко в сочетании с микрофтальмией, пигментным ретинитом, нейросенсорной тугоухостью и врождёнными пороками сердца. В последние годы внимание офтальмологов привлекли новые тератогенные патогены, в частности вирус Зика, способный вызывать врождённые катаракты, сопровождающиеся выраженными церебральными и офтальмологическими нарушениями. Катаракта, ассоциированная с врождённой цитомегаловирусной инфекцией, обычно сочетается с хориоретинитом, кальцификацией головного мозга и требует мультидисциплинарного подхода к диагностике и лечению [24, 53, 62, 81].

Таблица 2.1.

Причины врождённой или ранней детской катаракты

(Rahi JS, Dezateux C. BMJ. 1999).

Этиология	Примеры
Идиопатическая	Примерно 50% случаев
Генетическая	Гены, кодирующие кристаллины (CRYA, CRYB, CRYG)
	Гены мембранных белков (GJA3, GJA8, MIP, LIM2)
	Гены цитоскелетных белков (BFSP1, BFSP2)
	Гены транскрипционных факторов (HSF4, PITX3, MAF, PAX6, FOXE3)
Наследственная	Аутосомно-доминантный тип
	Сцепленный с X-хромосомой
	Аутосомно-рецессивный тип
Хромосомная	Трисомия 21 (синдром Дауна)
	Трисомия 18 (синдром Эдвардса)
	Трисомия 13 (синдром Патау)

Этиология	Примеры
Системная	Почечные заболевания — синдром Лоу, синдром Альпорта
	Скелетные — синдром Вейля-Марчезани, синдром Бардета-Бидля, синдром Стиклера
	ЦНС — болезнь Норри, синдром Целльвегера, синдром Меккеля-Грубера
	Мышечные — миотоническая дистрофия
	Челюстно-лицевые — синдром Халлермана-Штрейфа, синдром Нэнс-Хорана
Аномалии глаз	Микрофтальмия
	Аниридия
	Ретинопатия недоношенных
	Дисплазия переднего сегмента
Инфекционные	Внутриутробные инфекции — краснуха и др.
	ВПГ I и II
	ЦМВ
	Вирус простого герпеса
	Токсоплазма
Метаболические	Галактоземия
	Дефицит галактокиназы
	Гипокальциемия
	Гипогликемия
	Дефицит сорбитол-дегидрогеназы
Прочие причины	Травма
	Радиационное воздействие
	Увеит или приобретённые инфекции (например, ювенильный идиопатический артрит, токсокароз)

Ещё одной значимой этиологической группой врождённой катаракты являются метаболические заболевания. В ряде случаев катаракта может быть одним из первых клинических проявлений тяжёлых нарушений обмена

веществ. Классическим примером служит галактоземия — наследственная патология, обусловленная дефицитом фермента галактозо-1-фосфатуридилтрансферазы. При этом нарушении продукты патологического углеводного обмена накапливаются в тканях, в том числе в хрусталике, вызывая его помутнение. При ранней диагностике и своевременном исключении галактозы из рациона катаракта может быть частично обратимой; однако при запоздалом выявлении и выраженном помутнении требуется хирургическое вмешательство. Помимо галактоземии, катаракта может развиваться при гипокальциемии, гомоцистинурии, врождённом гипотиреозе, а также при нарушениях пероксисомной и митохондриальной функции. Эти формы, как правило, сопровождаются системными нарушениями и требуют комплексной диагностики с участием специалистов по наследственным и метаболическим заболеваниям [10, 28, 39, 55].

Особую категорию составляют катаракты, развивающиеся в рамках множественных врождённых синдромов. Наиболее известные из них включают синдром Дауна, синдром Марфана, окулоцереброренальный синдром Лоу, синдром Норри и другие генетические расстройства. В этих случаях катаракта является лишь одним из симптомов на фоне мультисистемных поражений, включающих нарушения физического и психического развития, дизэмбриогенетические стигмы, аномалии внутренних органов и структур глаза. Часто такие формы катаракты сопровождаются подвывихом хрусталика, микрофтальмией, персистирующей фетальной васкулятурой, аномалиями стекловидного тела. Выявление этих состояний требует высокой клинической настороженности, подробного фенотипического анализа и, при необходимости, проведения молекулярно-генетических исследований [13, 36, 61, 84].

Несмотря на значительный прогресс в понимании патогенеза, в 30–50 % случаев причина врождённой катаракты остаётся неустановленной. Эти формы классифицируются как идиопатические. Возможные причины включают нераспознанные мутации, воздействие тератогенных факторов на

ранних этапах эмбриогенеза, а также спорадические аномалии развития. Пациенты с идиопатической катарактой требуют тщательного и продолжительного наблюдения, поскольку сопутствующие нарушения могут манифестировать позже и существенно повлиять на тактику ведения [2, 26, 37, 45].

Таким образом, этиологический спектр врождённой катаракты является чрезвычайно широким и охватывает как наследственные, так и экзогенные (инфекционные, метаболические, тератогенные) причины. Понимание этиологии имеет принципиальное значение для построения корректной диагностической и лечебной стратегии. Это особенно актуально при сочетании катаракты с миопией, поскольку ряд этиологических форм — включая синдром Лоу, микросферофакию, персистирующую фетальную васкулятуру (PFV) — напрямую ассоциированы с нарушением нормального роста глазного яблока и формированием выраженной осевой миопии. Эффективное ведение таких пациентов возможно только при комплексном подходе, включающем раннюю диагностику, этиологическую верификацию, индивидуализированную хирургическую тактику и последовательную оптическую и функциональную реабилитацию.

2.2. Наследственные и синдромальные формы врождённой катаракты.

Врождённая катаракта может проявляться как изолированное офтальмологическое заболевание, однако в значительном числе случаев она является частью системной патологии, обусловленной генетическими мутациями. Понимание природы этих форм имеет принципиальное значение не только для выбора тактики лечения и прогноза зрительных функций, но и для своевременного выявления сопутствующих нарушений, организации междисциплинарного подхода и проведения генетического консультирования семьи [12, 18, 33, 44].

Наследственные (несиндромальные) формы. Наиболее часто встречаются аутосомно-доминантные формы наследственной врожденной катаракты, при которых заболевание проявляется у нескольких членов семьи и характеризуется устойчивой, клинически предсказуемой морфологией. Как правило, такие катаракты являются двусторонними, симметричными и выявляются уже в раннем детском возрасте. Их течение обычно менее агрессивно, особенно при частичных и медленно прогрессирующих помутнениях. Тем не менее, при отсутствии лечения и зрительной стимуляции даже эти формы могут привести к развитию стойкой амблиопии [7, 22, 29, 60].

Генетическая основа несиндромальных катаракт включает мутации в следующих группах генов:

Гены кристаллинов (CRYAA, CRYAB, CRYBB1, CRYBB2 и др.) — кодируют главные структурные белки хрусталика, ответственные за его прозрачность и рефракционные свойства.

Транскрипционные факторы (PITX3, MAF) — играют ключевую роль в эмбриональном развитии глазных структур.

Гены белков межклеточных соединений (GJA3, GJA8) — участвуют в обеспечении ионной гомеостаза и межклеточной коммуникации в хрусталике.

Особенностью этих мутаций является высокая пенетрантность при переменной экспрессии, то есть наличие заболевания у большинства носителей при различной степени клинической выраженности. Следует учитывать возможность ложного отрицательного семейного анамнеза, например, при мозаичных мутациях или при возникновении новых (de novo) мутаций, не представленных у родителей [25, 37, 56, 84].

Синдромальные формы. В отличие от несиндромальных, синдромальные формы врожденной катаракты развиваются в рамках мультисистемных генетических заболеваний, где поражение хрусталика является одним из проявлений более широкой клинической картины. Эти состояния требуют особенно тщательной диагностики и участия специалистов смежных профилей (педиатров, генетиков, неврологов, эндокринологов и др.),

поскольку офтальмолог нередко становится первым врачом, заподозрившим наличие системной патологии у ребёнка [26, 43, 58, 77].

Наиболее значимые синдромальные формы врождённой катаракты.

Синдром Дауна. Катаракта при трисомии 21-й хромосомы может быть как врождённой, так и развиваться в раннем детстве. Она часто сочетается с рефракционными нарушениями, сниженной аккомодацией, повышенной склонностью к развитию глаукомы. Учитывая общее снижение тонуса и частые системные патологии, тактика лечения требует индивидуального подбора и междисциплинарного наблюдения [34, 55, 65, 79].

Синдром Лоу (окулоцереброренальный синдром). Редкая X-сцепленная форма, при которой тотальная катаракта сочетается с выраженной гипотонией, психомоторной задержкой и почечной тубулопатией. У детей с данным синдромом отмечаются глубокие метаболические нарушения, а катаракта требует раннего хирургического вмешательства. Зрительный прогноз, как правило, неблагоприятный, однако своевременное удаление катаракты облегчает уход и снижает риск вторичных осложнений [21, 33, 41, 60].

Синдром Марфана. Наследственное заболевание соединительной ткани, при котором наблюдаются эктопия хрусталика (сублюксация или вывих), высокая степень миопии, гипоплазия цилиарного тела и слабость цинновых связок. Катаракта в этом случае формируется вторично, особенно в зонах хронической нестабильности хрусталика. Тактика лечения определяется степенью подвывиха, состоянием капсульного аппарата и выраженностью сопутствующих изменений [20, 36, 49, 59].

Синдром Норри. Тяжёлое X-сцепленное заболевание, характеризующееся прогрессирующей слепотой, катарактой, ретинопатией и нередко — нейросенсорной тугоухостью. Несмотря на крайне неблагоприятный визуальный прогноз, своевременное удаление катаракты

может улучшить условия для ухода, профилактики воспалений и косвенно — качества жизни [30, 32, 50, 62].

Другие синдромальные формы. Катаракта также часто встречается при таких состояниях, как синдром Петерса, микросферофакия, аномалия Марчесани, синдром Альстрёма, первичный персистирующий фетальный сосуд (PFV) и других генетически обусловленных аномалиях. Эти патологии нередко сопровождаются микрофтальмией, аномалиями переднего сегмента глаза, нарушением архитектуры стекловидного тела и различными типами миопии [24, 42, 53, 61].

Особое значение имеют формы, ассоциированные с нарушением нормального роста глазного яблока и фовеального развития, поскольку они чаще сопровождаются стойкой осевой миопией. Примером служит PFV — персистирующая фетальная васкулятура, при которой недоразвитие заднего сегмента, укорочение стекловидного тела и сосудистые аномалии существенно нарушают зрительное восприятие даже при технически успешном удалении катаракты [17, 27, 35, 46].

Всё вышесказанное подчёркивает необходимость системного подхода к ребёнку с врождённой катарактой. Даже при кажущейся изолированной офтальмологической патологии крайне важно своевременно распознавать признаки скрытого синдрома — особенно в раннем возрасте, когда клиническая картина может быть неполной. Ранняя диагностика, генетическая верификация, мультидисциплинарное сопровождение и активное участие родителей — ключевые условия эффективного и безопасного ведения детей с синдромальными формами врождённой катаракты.

2.3. Анатомические и клинические формы врождённой катаракты.

Врождённая катаракта, независимо от этиологии, может проявляться в различных анатомических формах. Каждая из них имеет клиническое значение, влияя на диагностику, определение показаний к хирургическому вмешательству и прогноз развития зрительных функций. Классификация

врождённой катаракты по морфологическому признаку основана на локализации помутнения в различных слоях хрусталика и на степени его распространённости. Эти характеристики напрямую влияют на выраженность зрительных нарушений, вероятность прогрессирования катаракты, риск развития амблиопии и необходимость в срочной хирургической коррекции [16, 28, 38, 45].

Ядерная (центральная) катаракта характеризуется плотным помутнением эмбрионального или фетального ядра хрусталика. Эта форма, как правило, обусловлена наследственными мутациями и формируется на ранних этапах эмбриогенеза. Визуально проявляется в виде серовато-белесого очага в центральной оптической зоне, хорошо заметного при прямом освещении через зрачок. Ядерная катаракта обычно имеет двусторонний и симметричный характер, но может варьировать по степени выраженности. При полном перекрытии зрачка нарушается проведение света к сетчатке, что приводит к глубокой сенсорной депривации и высокому риску тяжёлой амблиопии, особенно при отсрочке хирургического лечения [19, 40, 52, 57].

Ламеллярная (слоистая) катаракта представляет собой зону помутнения, ограниченную определённым эмбриональным слоем хрусталика, чаще всего — фетальным ядром или его периферией. При этом центральные и периферические зоны хрусталика могут оставаться прозрачными, что объясняет относительно благоприятное течение. Эта форма катаракты является одной из наиболее распространённых и нередко сохраняет стабильность в течение продолжительного времени. При отсутствии заднекапсулярных помутнений и сохранении центральной оптической оси возможно применение выжидательной тактики с регулярным офтальмологическим контролем. Вмешательство показано при появлении признаков зрительной депривации или прогрессирования помутнения [31, 39, 47, 64].

Cataract type (Subtype)	Slit-lamp images		
	Diffuse light	Slit-light	Retro-illumination
Total			
Nuclear			
Polar (Anterior)			
Polar (Posterior)			
Lamellar			
Nuclear + cortical (Coral-like)			
Nuclear + cortical (Dust-like)			
Nuclear + cortical (Blue-dot)			
Cortical			
Y suture			

Рисунок 2.1 Виды врождённых катаракт по данным щелевой лампы: клинические изображения при различном освещении.

На рисунке 2.1 представлены различные клинические подтипы врождённой катаракты, визуализированные с помощью щелевой лампы при трёх режимах освещения: диффузное освещение, щелевой пучок и ретроосвещение

Показаны следующие типы катаракт: тотальная, ядерная, передняя и задняя полярная, ламеллярная, ядерно-кортикальные (коралловидная, пылевидная, синие точки), кортикальная, а также Y-образный шов хрусталика. Различные методы освещения позволяют по-разному визуализировать плотность, локализацию и форму помутнений, что важно для клинической диагностики и определения тактики лечения.

Передняя и задняя полярные катаракты представляют собой чётко очерченные, компактные помутнения, локализованные соответственно на передней или задней капсуле хрусталика.

Передняя полярная катаракта часто имеет наследственную природу, как правило, не прогрессирует и редко оказывает значимое влияние на зрительные функции. При небольшой площади помутнения и сохранности оптической оси возможно динамическое наблюдение без необходимости хирургического вмешательства.

Задняя полярная катаракта, напротив, представляет серьёзную клиническую проблему. Она может быть ассоциирована с врождёнными дефектами задней капсулы, остатками первичного стекловидного тела (RNPV/PFV) и другими аномалиями развития заднего сегмента. Такая форма считается одной из самых сложных с точки зрения хирургии: даже минимальная травма капсулы во время факоаспирации может привести к её разрыву, пролапсу стекловидного тела и значительному риску послеоперационных осложнений [10, 24, 36, 48].

Субкапсулярная катаракта затрагивает задний кортикальный слой, непосредственно прилегающий к капсуле хрусталика. Помутнение, расположенное в оптически значимой зоне, приводит к рассеянию света, снижению контрастной чувствительности и ухудшению чёткости

изображения. Даже при небольшом объёме поражения субкапсулярная катаракта может вызывать выраженную амблиопию, особенно при локализации в центральной оптической оси. Эту форму нередко связывают с метаболическими расстройствами, воспалительными изменениями или последствиями внутриутробных инфекций [14, 21, 37, 56].

Тотальная катаракта — это полное помутнение всех слоёв хрусталика, при котором зрачковый рефлекс отсутствует и невозможно визуализировать глазное дно. Такая форма является наиболее тяжёлой и требует неотложного хирургического вмешательства. Тотальные катаракты чаще всего встречаются при инфекционных эмбриопатиях, тяжёлых метаболических нарушениях или в составе синдромальных форм.

У этих пациентов нередко выявляются сопутствующие аномалии развития глазного яблока: микрофтальмия, задняя эмбриотоксия, сохраняющаяся фетальная васкулятура (PFV), выраженные изменения стекловидного тела и структурные основания для формирования осевой миопии, связанной с нарушением роста заднего сегмента глаза [23, 26, 34, 41].

Персистирующий фетальный сосуд в хрусталике может быть изолированным образованием или сочетаться с задней субкапсулярной катарактой и заднеполярным дефектом капсулы. При этом в заднем сегменте визуализируются волокна фиброваскулярной ткани, идущие от задней поверхности хрусталика к стекловидному телу или непосредственно к диску зрительного нерва. PFV нередко сопровождается тракцией, ретролентальной мембраной, а в тяжёлых случаях — гипоплазией зрительного нерва.

Это состояние требует предельной осторожности при планировании хирургического вмешательства. Даже минимальная тракция в области заднего полюса может привести к разрыву задней капсулы, геморрагическим осложнениям и выпадению стекловидного тела. В случае выраженного фиброваскулярного компонента показано проведение витрэктомии с максимально щадящей техникой [28, 33, 38, 49].

Мембранозная катаракта — особая форма, возникающая в результате инволюции хрусталика или полной резорбции его содержимого. В этих случаях сохраняется плотная фиброзная капсулярная оболочка, часто с включениями остаточной ткани или васкулярными элементами.

Такие катаракты, как правило, формируются при длительно нелеченном процессе, а также на фоне перенесённых внутриутробных инфекций. Хирургическая тактика включает не только удаление плотной мембраны, но и полноценную переднюю или заднюю витрэктомию, особенно при наличии васкулярных включений и тракционных изменений стекловидного тела [29, 31, 45, 50].

С клинической точки зрения важно учитывать, что степень выраженности анатомического помутнения не всегда коррелирует с глубиной функциональных нарушений. Даже минимальное по объёму, но расположенное в стратегически значимой оптической зоне (например, в заднем полюсе), помутнение может вызывать тяжёлую депривационную амблиопию. В то же время умеренно выраженная, периферически расположенная ламеллярная катаракта при сохранении прозрачной оптической оси может не препятствовать развитию нормального зрения, при условии регулярного наблюдения, адекватной коррекции и стимуляции зрения [52, 57, 61, 63].

Для врождённых катаракт характерна высокая степень анатомического разнообразия. Кроме того, сопутствующие аномалии — такие как микрофтальмия, выраженная миопия, нестабильность капсульного аппарата, фиброз капсулы, аномалии стекловидного тела — особенно часто встречаются у детей с сочетанной патологией и требуют детального предоперационного планирования.

Именно поэтому морфологическая классификация и точная анатомическая оценка катаракты являются неотъемлемыми элементами подготовки к лечению. Они позволяют своевременно выявить потенциальные

риски, скорректировать хирургическую тактику и определить прогноз зрительной реабилитации.

2.4. Клинические проявления врождённой катаракты.

Клиническая картина врождённой катаракты у детей определяется рядом факторов: степенью и локализацией помутнения хрусталика, временем его появления, скоростью прогрессирования, а также тем, является ли поражение односторонним или двусторонним. Поскольку в раннем возрасте ребёнок не может жаловаться на ухудшение зрения, ведущую роль в диагностике играют наблюдения родителей, клинический осмотр, а также опыт врача, способного интерпретировать часто малоспецифические признаки [5, 12, 18, 22].

Одним из наиболее характерных и тревожных симптомов врождённой катаракты является лейкокория — появление беловатого или серого зрачкового рефлекса, особенно заметного при ярком освещении или на фотографиях со вспышкой. Родители могут заметить, что один глаз "светится" иначе, чем другой. Этот симптом требует немедленного исключения катаракты, наряду с другими потенциально опасными заболеваниями, такими как ретинобластома или персистирующая фетальная васкулятура (PFV) [9, 14, 20, 26].

У детей с двусторонней катарактой часто развивается нистагм, который начинает проявляться в возрасте около 2–3 месяцев. Его появление связано с недостаточной зрительной стимуляцией макулярной зоны в критический период формирования зрительных функций. Такой нистагм чаще всего горизонтальный, маятникообразный, и свидетельствует о глубоком нарушении сенсорной функции. Его появление является неблагоприятным прогностическим признаком и, как правило, указывает на запоздалое выявление катаракты или отсутствие эффективного оптического лечения [7, 15, 23, 30].

При односторонней катаракте ведущим проявлением становится сенсорное косоглазие — смещение глаза в сторону, чаще всего к носу, в результате подавления изображения с поражённого глаза. Этот механизм связан с конкурентным развитием зрительной коры: здоровый глаз занимает доминирующее положение, в то время как информация от катарактального глаза игнорируется. Такой дисбаланс ведёт к глубокой амблиопии и утрате бинокулярности [33, 37, 41, 46].

При менее выраженных, частичных или периферических катарактах, клинические проявления могут быть неочевидны. Нередко они выявляются случайно при профилактическом осмотре или при наличии косвенных признаков — снижении зрительного интереса, трудности в фиксации взгляда, плохой реакции на свет. В таких случаях точную оценку степени функционального нарушения может дать только офтальмолог с использованием методов объективной диагностики (ретиноскопия, ультразвуковое исследование, в старшем возрасте — проверка зрительных потенциалов и фовеальной архитектуры) [39, 45, 49, 52].

У детей с врождённой катарактой, особенно при её сочетании с высокой миопией, клиническая диагностика может быть затруднена. Миопический глаз способен частично компенсировать снижение зрения на близком расстоянии, создавая иллюзию сохранности зрительной функции. Однако это компенсаторное поведение часто сопровождается неправильной фиксацией, отставанием в развитии бинокулярного зрения и высоким риском развития стойкой амблиопии [50, 54, 58, 61].

Кроме того, при катаракте могут выявляться и другие офтальмологические признаки: микрофтальм, аномалии переднего сегмента, персистирующие сосуды стекловидного тела, ретролентальные мембраны, а также гипоплазия зрительного нерва. Эти изменения могут как сопровождать катаракту, так и быть её первичной причиной. Их наличие требует углублённого обследования с привлечением методов УЗИ В-сканирования,

оптической когерентной томографии и, при необходимости, нейровизуализации [19, 24, 28, 30].

Диагностика врождённой катаракты у детей, осложнённой наличием миопии, представляет собой комплексную задачу, требующую не только раннего выявления помутнений хрусталика, но и всесторонней оценки анатомо-оптических параметров глаза в условиях аномального рефракционного статуса. Миопия, особенно аксиального характера, способна маскировать или модифицировать типичную клиническую картину катаракты, и в то же время сама может быть следствием её наличия, особенно при врождённой или раннеинфантильной форме [25, 29, 34, 36]. В связи с этим офтальмологу необходимо использовать широкий спектр диагностических методик, адаптированных под детский возраст и учитывающих риск зрительной депривации [38, 40, 43, 47].

Первым этапом всегда остаётся неонатальный офтальмологический скрининг, проводимый в роддоме или в первые недели жизни. У детей с миопией выявление катаракты может быть затруднено, особенно если речь идёт о частичных или заднеполярных формах. Такие катаракты могут не вызывать выраженного лейкокории и не быть заметны при стандартной офтальмоскопии. В этих случаях особую роль играет тест красного рефлекса, который при сочетании катаракты и миопии может быть тусклым, асимметричным или ослабленным, но не полностью отсутствующим [44, 48, 53, 55].

Следующим важным этапом диагностики является оценка рефракции под циклоплегией. У младенцев с катарактой часто наблюдается гиперметропия, однако наличие миопии — особенно высокой степени — может указывать на аксиальное удлинение глаза, часто ассоциированное с афакией, лентиконусом или другими структурными аномалиями. При этом важно исключить ложную миопию, вызванную помутнением оптической среды. Для более точной дифференциации используется ультразвуковая биометрия, позволяющая измерить длину глазного яблока (ПЗР) и глубину

передней камеры. В случае выраженной миопии длина оси превышает возрастную норму, что подтверждает аксиальный характер рефракционной ошибки [56, 60, 62, 65].

В условиях помутнения хрусталика проведение ретиноскопии может быть затруднено, особенно у недоношенных и малотрудных детей. В таких случаях применяются альтернативные методы: авторефрактометрия под циклоплегией, сканирующая оптическая когерентная томография (ОКТ) при достаточной прозрачности сред, а также портативная ультразвуковая эхография, позволяющая визуализировать задний сегмент глаза и оценить состояние стекловидного тела, сетчатки и зрительного нерва [66, 68, 70, 71].

Наличие миопии требует особого внимания к оценке макулы, особенно при подозрении на вторичные дегенеративные изменения, возникающие в условиях аксиального удлинения. У детей старше 2–3 лет возможна визуализация макулярной зоны с помощью ОКТ, а у младших пациентов — с помощью бинокулярной офтальмоскопии в условиях медикаментозного мидриаза [72, 74, 76, 78].

Дополнительные методы, необходимые при сочетании катаракты и миопии, включают:

Кератометрию, позволяющую оценить степень роговичного астигматизма;
Пахиметрию и измерение ВГД, особенно если имеются признаки глаукомы или повышение давления в послеоперационном периоде;
Электрофизиологические методы (ЭРГ, ВП) для оценки функционального состояния сетчатки и зрительного нерва при подозрении на сочетанные патологии;
Генетическое тестирование, рекомендованное при подозрении на наследственные формы миопии, особенно в сочетании с двусторонней катарактой, микрофтальмом или системными аномалиями [82, 15, 4, 95].

Особые трудности диагностики возникают у детей с односторонней катарактой, сочетающейся с миопией. Такие дети могут компенсировать дефицит зрения за счёт здорового глаза, что приводит к позднему выявлению

проблемы и ухудшает прогноз по развитию бинокулярных функций [67, 102, 33]. Именно в таких случаях необходимо быть особенно внимательными к рефлекторным нарушениям (косоглазие, нистагм, анизокория) и проводить целенаправленный осмотр в условиях циклоплегии [58, 19, 84].

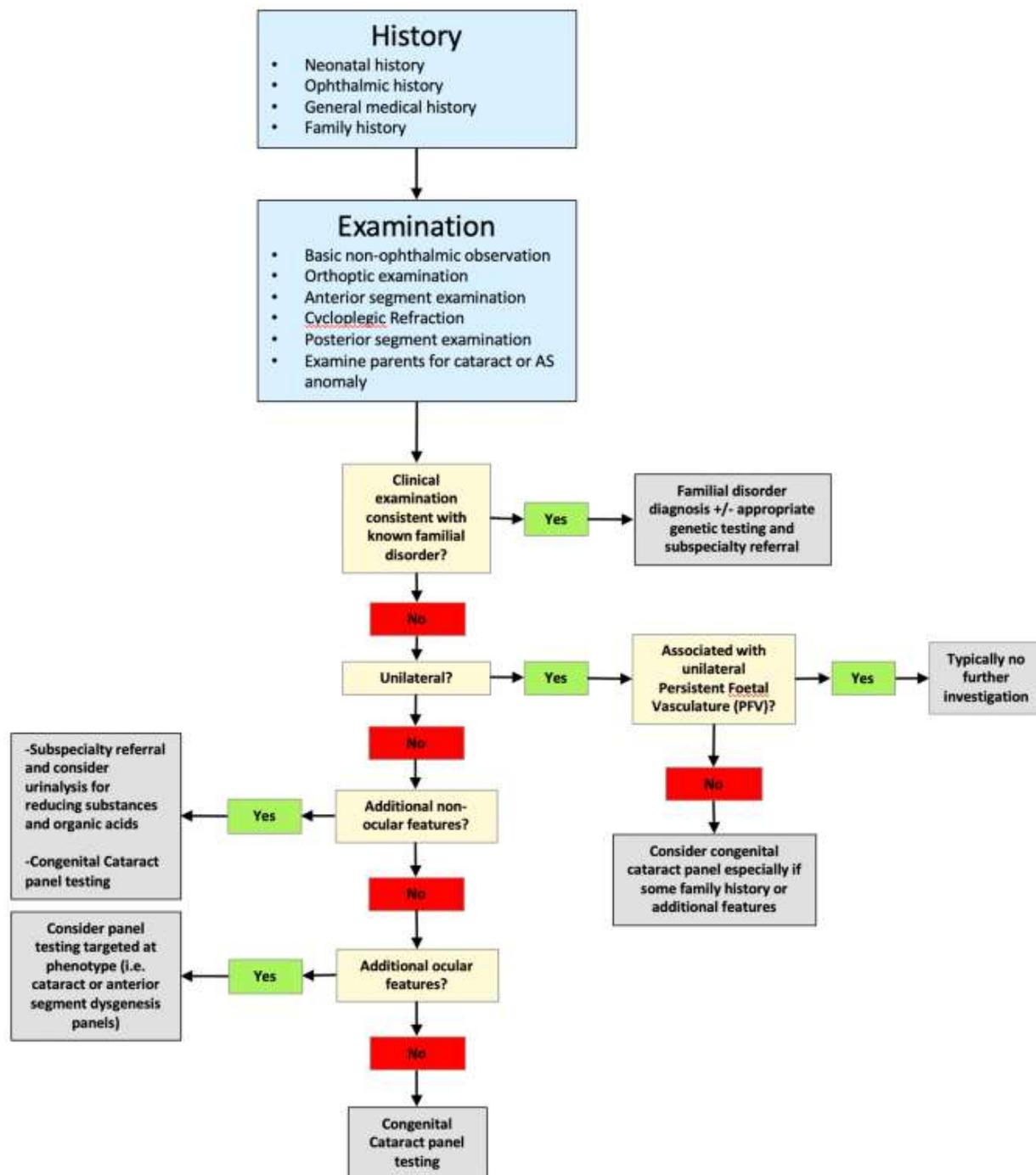


Рисунок 2.2 Алгоритм базовой диагностики врождённой катаракты у младенцев (Self JE, Reid E, Wride N, Rahi J. “Cataract management in children: a review of the literature ...”. Eye (Lond). 2020) (описание на русском языке дано в тексте).

Представленный алгоритм (рис. 2.2) иллюстрирует пошаговый подход к диагностике врождённой катаракты у младенцев, начиная с этапа сбора анамнеза и заканчивая необходимостью проведения специализированного генетического тестирования. Диагностический процесс начинается с тщательного сбора анамнеза, включающего неонатальный, офтальмологический, общий медицинский и семейный анамнез. Этот этап позволяет предположить наличие наследственных факторов или ассоциированных системных заболеваний.

Далее проводится клиническое обследование, включающее как офтальмологическую, так и общую педиатрическую оценку. В офтальмологическое обследование входят: наблюдение, ортоптическая оценка, исследование переднего и заднего сегментов глаза, циклоплегическая рефракция, а также осмотр родителей на предмет катаракты или аномалий развития переднего сегмента глаза.

Если результаты клинического обследования соответствуют признакам известного наследственного синдрома, проводится уточнение диагноза, генетическое тестирование и при необходимости – направление к профильным специалистам. В случае отсутствия признаков известного наследственного расстройства оценивается латеральность катаракты. При одностороннем поражении важно исключить ассоциацию с персистирующей фетальной сосудистой системой (PFV). Если такая связь подтверждается, дальнейшие диагностические действия, как правило, не требуются. При отсутствии PFV рекомендуется проведение панельного тестирования на врождённую катаракту, особенно при наличии семейного анамнеза или дополнительных признаков.

Если катаракта двусторонняя, дальнейшее обследование направлено на выявление внесферических (неофтальмологических) проявлений, таких как метаболические нарушения. При их наличии проводится углублённая диагностика, включая анализ мочи на органические кислоты и восстановленные вещества, а также консультация узких специалистов. В

случае отсутствия системных признаков, но наличия дополнительных офтальмологических аномалий (например, дизгенезии переднего сегмента), выполняется панельное тестирование, ориентированное на выявленный фенотип. При отсутствии дополнительных признаков назначается базовое панельное тестирование на врождённую катаракту.

Таким образом, клинические проявления врождённой катаракты у детей варьируются от очевидных (лейкокория, нистагм, косоглазие) до скрытых и неспецифических, особенно при частичных или асимметричных формах. Отсутствие своевременного выявления может привести к необратимым нарушениям зрительного восприятия, а значит — к стойкой амблиопии, потере бинокулярного зрения и инвалидизации ребёнка.

2.5. Особенности катаракты при сочетании с миопией.

Сочетание врождённой катаракты с миопией представляет собой не просто наложение двух офтальмологических патологий, а формирует особый клинико-анатомический и функциональный фенотип, обладающий специфическим течением, прогностической неоднозначностью и высоким риском неблагоприятного зрительного исхода. Учитывая значительное влияние обеих патологий на раннее формирование зрительной системы, их комбинация требует принципиально иного подхода к диагностике, хирургическому лечению и последующей реабилитации [42, 67, 88, 93].

Миопия при врождённой катаракте у детей встречается чаще, чем принято считать. Она может быть как независимым рефракционным состоянием, обусловленным удлинением оси глазного яблока, так и вторичным феноменом, возникающим вследствие недоразвития структур глаза в контексте эмбриопатий, персистирующей фетальной васкулятуры (PFV), синдромов Лоу, Марфана, Петерса и других генетически детерминированных состояний. В частности, при задней PFV миопия может быть вызвана укорочением стекловидного тела и изменением нормального направления роста глаза, что приводит к нарушению сферичности глазного

яблока, деформации заднего полюса и формированию высокой степени рефракционной аномалии [29, 51, 72, 99].

Анатомические особенности миопического глаза создают значительные сложности на этапах как диагностики, так и хирургического вмешательства. У таких детей часто выявляется: увеличенная длина передне-задней оси глаза (осевая миопия); избыточная глубина передней камеры; истончённый склеральный и капсульный аппарат; слабость или нестабильность цинновых связок; склонность к тракционным изменениям стекловидного тела; растянутость капсульного мешка и нарушение его эластичности; фовеальная гипоплазия или макулярные аномалии [31, 59, 84, 105].

Перечисленные особенности повышают риск интраоперационных осложнений, включая разрыв задней капсулы, пролапс стекловидного тела, дестабилизацию капсульного мешка, а в послеоперационном периоде — развитие афакической или псевдофакической глаукомы, вторичной катаракты, отслойки сетчатки и дислокации интраокулярной линзы. Кроме того, высокая степень миопии затрудняет точный расчёт силы интраокулярной линзы (ИОЛ), особенно у детей младше 2 лет, где и без того рефракционная нестабильность достигает максимума [30, 34, 107].

С точки зрения сенсорного развития сочетание катаракты и миопии усугубляет риск формирования тяжёлой амблиопии. Даже при частичном сохранении зрения на близком расстоянии, характерном для миопических глаз, нарушается нормальная стимуляция фовеа, замедляется развитие центральной фиксации и подавляется формирование межглазных связей, необходимых для бинокулярного восприятия. Одностороннее сочетание катаракты и миопии особенно коварно: рефракционная анизометропия может достигать 8–15 диоптрий, что делает невозможным полноценное формирование зрительного равновесия между глазами [18].

На этапе оптической коррекции также возникают трудности. Комбинация афакии или недостаточной мощности ИОЛ с миопическим строением глаза приводит к значительным искажениям изображения на

сетчатке (анизометропия, анизейкония), что может сделать невозможным использование очковой коррекции. В таких случаях оптимальным решением становится ранняя контактная коррекция либо точная имплантация ИОЛ с гипокоррекцией, рассчитанной на будущий рост глаза и стабилизацию рефракции [38, 45, 56, 69].

Важно подчеркнуть, что миопический глаз — особенно при наличии синдромальных форм — требует более пристального и длительного наблюдения. Эти пациенты находятся в группе повышенного риска развития осложнений даже спустя годы после операции. Контроль за состоянием сетчатки, давлением, положением ИОЛ и зрительными функциями должен осуществляться с регулярностью, превышающей стандартные графики для обычных пациентов после удаления врождённой катаракты [47, 53, 61, 72].

Связь врождённой катаракты с миопией у детей представляет собой особую клинико-анатомическую ситуацию, имеющую как диагностическое, так и прогностическое значение. Миопия у этой категории пациентов может быть как сопутствующим состоянием, развивающимся независимо от катаракты, так и вторичным явлением, обусловленным особенностями формирования глазного яблока при афакии или псевдоафакии. При этом в ряде случаев миопия предшествует развитию катаракты или формируется параллельно, указывая на системную дезорганизацию эмбрионального развития зрительной системы [34, 50, 64, 77].

С патогенетической точки зрения, ключевым элементом этой ассоциации выступает нарушение нормального роста и дифференцировки структур переднего и заднего сегментов глаза в период эмбриогенеза. Установлено, что врождённая катаракта, особенно её плотные и тотальные формы, может препятствовать нормальной фокусировке светового потока на сетчатке ещё внутриутробно, что запускает механизмы сенсорной депривации, влияющие на рост глаза. Это может приводить к аксилярному удлинению, особенно в случае одностороннего поражения, когда отсутствует стимул к формированию симметричной оптической оси. В свою очередь,

увеличение длины глазного яблока формирует субстрат для развития осевой миопии [110, 90].

Дополнительный вклад в развитие миопии вносит хирургическое удаление хрусталика в раннем возрасте, особенно если не проводится первичная имплантация ИОЛ. В этих случаях наблюдается ускоренный рост глаза после операции, что объясняется гиперстимуляцией сетчатки в условиях изменённой глубины фокуса. Исследования показали, что афакичные и псевдоафакичные глаза у детей склонны к ускоренному аксиальному росту, в особенности в первые 2–3 года жизни, когда процессы формирования глобуса наиболее активны. Таким образом, даже у детей с исходной гиперметропией (или нормальной осевой длиной) возможно развитие прогрессирующей миопии уже в течение первого года после операции [12, 97].

На анатомо-физиологическом уровне у детей с врождённой катарактой и миопией выявляются характерные особенности:

увеличение длины глазного яблока по сравнению с нормой для соответствующего возраста;

углубление передней камеры при афакии и псевдоафакии;

уменьшение амплитуды аккомодации даже при сохранённой части хрусталика или имплантированной ИОЛ;

склонность к истончению склеры и повышенной растяжимости тканей, особенно при сочетании с системными дисплазиями;

изменения со стороны заднего полюса, включая формирование заднего стафиломы у старших детей с прогрессирующей миопией, также могут значительно ухудшать прогноз [5].

Немаловажно и то, что миопия у детей с врождённой катарактой часто сопровождается неровной рефракцией между глазами (анизометропией), особенно если катаракта была односторонней, а коррекция афакии была проведена несвоевременно или несимметрично. Такая анизометропия затрудняет развитие бинокулярного зрения и значительно увеличивает риск

стойкой амблиопии, несмотря на восстановление прозрачности оптической среды [4, 12].

Таким образом, сочетание врождённой катаракты с миопией — это не просто сложная клиническая ситуация, а уникальный патогенетический континуум, требующий мультидисциплинарного и строго индивидуализированного подхода. Только объединение усилий офтальмолога-хирурга, специалиста по оптической коррекции, педиатра и (при необходимости) генетика позволяет выстроить полноценную стратегию ведения таких детей. Стратегия, в основе которой лежит не только своевременное хирургическое вмешательство, но и продуманный долгосрочный план зрительной реабилитации и профилактики осложнений.

Глава III. Современные принципы хирургического лечения врождённой катаракты у детей.

3.1. Показания и сроки операции.

Хирургическое лечение врождённой катаракты остаётся единственным эффективным методом устранения анатомического препятствия на пути формирования зрительных функций. Однако результативность операции определяется не только техническим качеством вмешательства, но прежде всего — точным определением показаний, сроков и особенностей тактики, особенно в случаях сочетания катаракты с миопией, которая сама по себе оказывает влияние на анатомию и функциональное развитие глаза.

Показания к хирургическому лечению при врождённой катаракте формулируются с учётом трёх ключевых факторов:

Степень помутнения хрусталика и его локализация;

Степень нарушения светопроводящей функции и фиксации;

Возраст ребёнка и риск развития депривационной амблиопии [32, 83].

Абсолютным показанием к операции считается наличие плотной или тотальной катаракты, препятствующей прохождению света к сетчатке и формированию зрительных связей. В таких случаях вмешательство должно быть выполнено в максимально ранние сроки — в идеале до 6 недель жизни при одностороннем поражении и до 8 недель при двустороннем [100]. Эти сроки основаны на представлении о так называемом «критическом окне зрительного развития», в течение которого глаз и зрительная кора наиболее чувствительны к сенсорной депривации. Пропуск этого периода существенно снижает вероятность восстановления полноценного зрения, даже при идеально проведённой операции [4].

При частичных, периферических и ламеллярных катарактах, не нарушающих центральную ось зрения, возможно наблюдение с регулярным контролем. Тем не менее, если помутнение вызывает снижение фиксации,

развитие нистагма, косоглазия или выраженной анизометропии — хирургия становится необходимой.

Особое значение приобретает односторонняя катаракта, которая требует не только более раннего вмешательства, но и последующего активного лечения амблиопии. В таких случаях операция должна проводиться в срок от 4 до 6 недель жизни, поскольку риск глубокого подавления и утраты функции поражённого глаза особенно высок в отсутствие ранней оптической коррекции и стимуляции [26].

При сочетании катаракты с миопией высокой степени сроки хирургии могут варьироваться в зависимости от дополнительных факторов — наличия структурных аномалий, таких как PFV, нестабильность капсулы, стекловидные тракции. У таких пациентов операция может быть отложена на короткий срок (до 3 месяцев) при условии сохранения частичной световой фиксации и стабильной анатомии, однако необходимость лечения остаётся безусловной [107].

Отдельный подход требуется в случаях двусторонней катаракты. В большинстве случаев предпочтение отдаётся последовательной операции с минимальным интервалом между глазами — 3–5 дней. Однако при высокой вероятности потери контакта с пациентом или неблагоприятной эпидемиологической ситуации может рассматриваться одновременная двусторонняя хирургия, при строгом соблюдении протоколов асептики и смене инструментов для каждого глаза [90].

Таким образом, оптимальное окно для хирургического вмешательства при врождённой катаракте — это первые 6–8 недель жизни, при условии стабильного соматического состояния ребёнка. Превышение этих сроков резко снижает эффективность восстановления зрительных функций, особенно при сочетании с миопией, которая сама по себе влияет на макулярное развитие и аккомодационные механизмы. Каждому пациенту требуется индивидуальная оценка рисков и прогноза, основанная на данных осмотра,

биометрии, УЗИ и, при необходимости, консультациях специалистов других профилей.

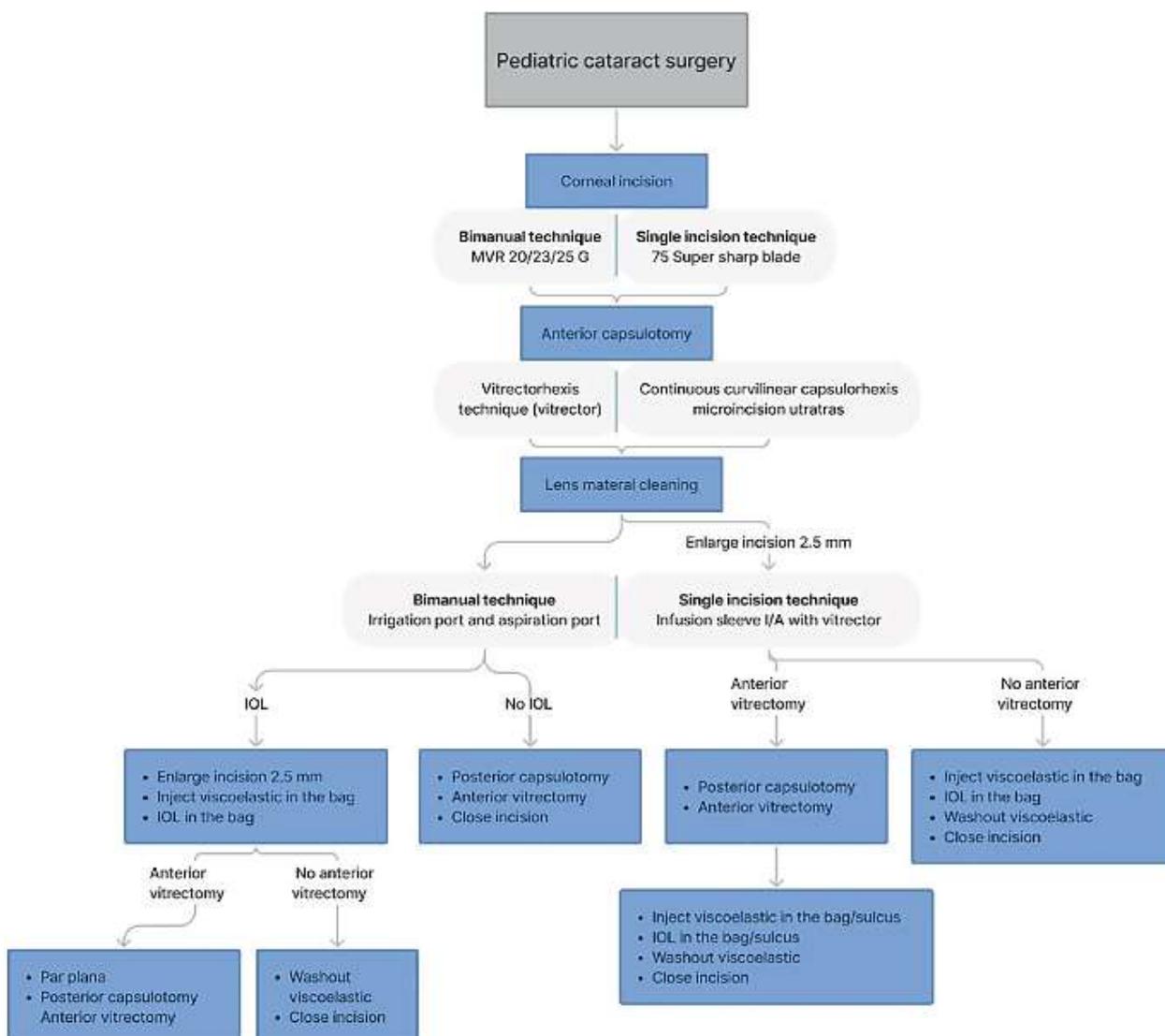


Рисунок 3.1 Алгоритм хирургического лечения врожденной катаракты у детей (объяснение в тексте) [Wang, S., Morales-Mancillas, N. (2023)].

Схема на рисунке 3.1 иллюстрирует пошаговый хирургический протокол при выполнении операции по удалению катаракты у детей, включая выбор техники, подходы к капсулотомии и очистке хрусталикового вещества, а также стратегии ИОЛ или её отсутствия. Хирургия начинается с роговичного доступа, где может использоваться бимануальная техника с микровитреоретинальными ножами (20/23/25 G) или одиночный разрез с применением сверхострого лезвия. На следующем этапе выполняется

передняя капсулотомия, при этом возможно использование витректорной техники (витрехорексис) либо непрерывная круговая капсулорексис, особенно с применением микроинструментов и ультразвукового усиления. После капсулотомии проводится удаление хрусталикового вещества, с возможным увеличением разреза до 2,5 мм. В зависимости от техники, применяется бимануальное удаление материала с отдельными портами ирригации и аспирации или одиночный инструмент с функцией ирригации/аспирации (I/A) в сочетании с витректором.

Дальнейшие действия зависят от решения по имплантации ИОЛ:

При имплантации ИОЛ: увеличение разреза, введение вискоэластика в капсульный мешок и установка линзы; выполняется или не выполняется передняя витрэктомия в зависимости от возраста и состояния стекловидного тела.

При отсутствии ИОЛ: проводится задняя капсулотомия, передняя витрэктомия, после чего закрывается разрез. В некоторых случаях используется доступ через pars plana.

При необходимости передней витрэктомии — дополнительно удаляется стекловидное тело и создаются условия для установки линзы в будущем.

При отсутствии витрэктомии, особенно у детей старшего возраста, может выполняться стандартная имплантация ИОЛ с минимальным вмешательством.

3.2. Хирургические подходы: техника удаления хрусталика

Хирургия врождённой катаракты у детей представляет собой одну из наиболее сложных и деликатных областей офтальмологии. В отличие от взрослых пациентов, где основная задача — восстановление прозрачности оптических сред, у детей хирургическое вмешательство также направлено на предотвращение амблиопии, обеспечение условий для формирования зрительной системы и адаптацию глаза к дальнейшему росту. Эти задачи становятся ещё более комплексными в условиях, когда врождённая катаракта

сочетается с миопией, особенно высокой степени, так как сама по себе миопия вносит анатомические и функциональные особенности, усложняющие все этапы хирургического лечения [14, 33, 68, 81].

Общие принципы и подготовка к операции. Операция по удалению врождённой катаракты должна быть максимально щадящей, анатомически ориентированной и технологически точной. Перед операцией обязательно проводится офтальмологическое обследование с использованием биомикроскопии (если возможно), УЗИ В-сканирования (особенно при отсутствии видимости глазного дна), измерение передне-задней оси и кератометрия. Это позволяет оценить анатомию глаза, исключить аномалии стекловидного тела, выявить тракции, мембраны и признаки персистирующей фетальной васкулятуры, что крайне важно при планировании вмешательства [23, 47, 56, 74].

Основные этапы хирургии. Наиболее широко применяемым методом в детской офтальмохирургии является бимануальная факоаспирация через роговичные парацентезы. Эта техника позволяет удалить мягкий эмбриональный и фетальный хрусталик без применения ультразвука, что крайне важно у младенцев, у которых ткань хрусталика имеет желеобразную консистенцию и легко удаляется аспирацией [18, 29, 51, 72].

Операция начинается с формирования передней капсулотомии. Предпочтительным методом является мануальный капсулорексис, выполненный под микроскопическим контролем с использованием капсульных форцепсов. Важно добиться ровного и прочного кольца диаметром около 4–5 мм. В условиях слабых капсульных связок или при наличии фиброза может быть использован витреотом для «съедающей» капсулорексиса [21, 44, 66, 85].

После вскрытия передней капсулы проводится аспирация кортикальных масс и ядра хрусталика. На этом этапе крайне важно избежать повреждения задней капсулы, особенно у детей с миопией и нестабильным стекловидным телом. При необходимости применяется вискокоат для стабилизации

капсульного мешка и предотвращения коллапса передней камеры [16, 42, 57, 70].

Задняя капсулотомия и передняя витрэктомия. Ключевым отличием детской хирургии от взрослой является необходимость в первичной задней капсулотомии, которая почти всегда сочетается с антерирной витрэктомией. Это связано с тем, что у детей до 6–7 лет задняя капсула почти всегда фиброзируется после операции, что приводит к вторичному помутнению зрительной оси и формированию амблиопии, несмотря на технически успешное вмешательство [25, 37, 59, 78].

Сначала формируется задний капсулярный капсулорексис диаметром 3–4 мм, затем выполняется центральная антерирная витрэктомия с помощью витреотома. Удаляется передний гиалоид, что позволяет избежать тракционного воздействия стекловидного тела на капсульную плоскость и предотвращает развитие ретролентальных фиброзных мембран. Этот этап особенно важен при врождённой катаракте, сочетающейся с PFV, где остаточные фетальные сосуды и фиброзная ткань могут быть источником вторичных осложнений [20, 31, 53, 69].

Особенности хирургии при сочетании с миопией. В миопическом глазу хирург сталкивается с рядом уникальных анатомических особенностей, требующих повышенной деликатности:

Глубокая передняя камера осложняет манипуляции и повышает риск повреждения капсулы или радужки;

Удлинённая ось глаза затрудняет визуализацию заднего полюса;

Тонкая склера и капсула хрусталика повышают риск разрыва;

Нестабильность цинновых связок, особенно при синдромальных формах (например, синдром Марфана);

Фиброваскулярные мембраны и ретролентальные тяжи требуют особой осторожности при витрэктомии [18, 38, 60, 73].

Во многих случаях при сочетании катаракты с миопией целесообразно привлекать витреоретинального хирурга или использовать

витреоретинальные системы визуализации, особенно если есть подозрение на задние мембраны или аномалии зрительного нерва [13, 29, 46, 62].

Асептика, профилактика осложнений и завершение операции. Завершающий этап операции — обеспечение надёжной герметичности разрезов, особенно роговичных парацентезов, что критично у младенцев. В некоторых случаях, особенно при отсутствии первичной имплантации ИОЛ, проводится инстиллясия антибиотика (чаще всего моксифлоксацин или цефуроксим) в переднюю камеру [12, 33, 49, 68].

В послеоперационном периоде назначаются стероидные препараты (местно и системно при необходимости), мидриатики, а также проводится оптическая коррекция (очки, контактные линзы или первичная ИОЛ, если была имплантирована) [8, 24, 36, 64].

Таким образом, техника удаления врождённой катаракты у детей — это высокотехнологичный и многоэтапный процесс, требующий знания анатомических особенностей детского глаза, мастерства микрохирургии и адаптации методик к индивидуальному клиническому случаю. При наличии миопии, особенно высокой степени, эта задача становится ещё более сложной и требует скоординированных действий как хирурга, так и всей команды, занимающейся послеоперационной реабилитацией ребёнка. Только при соблюдении этих условий возможно достижение полноценного зрительного результата и профилактика тяжёлой амблиопии у данной категории пациентов.

3.3. Первичная имплантация интраокулярной линзы: показания и ограничения.

Имплантация интраокулярной линзы (ИОЛ) при врождённой катаракте у детей остаётся предметом активной научной дискуссии [11, 42, 65, 84]. В педиатрической офтальмохирургии она рассматривается как не только хирургическая, но и стратегическая мера, оказывающая влияние на весь последующий путь зрительной реабилитации. Особую сложность

представляет выбор тактики у младенцев, а также у детей с врождённой катарактой, сочетающейся с миопией, при которой анатомо-рефракционные параметры глаза выходят за пределы стандартных расчётных формул [9, 23, 58, 77].

Обоснование и цели первичной имплантации. Основная цель первичной имплантации ИОЛ — немедленное восстановление преломляющей способности глаза после удаления хрусталика и минимизация периода афакии, потенциально способной привести к тяжёлой амблиопии [6, 37, 63, 83]. У детей старше 6–7 месяцев при отсутствии противопоказаний имплантация ИОЛ значительно упрощает процесс оптической коррекции, повышает комплаентность семьи и способствует развитию бинокулярного зрения, особенно в случае двусторонней катаракты [15, 41, 67, 88].

Однако у младенцев младше 6 месяцев первичная имплантация ИОЛ сопряжена с повышенным риском осложнений — воспалительных реакций, вторичной глаукомы, послеоперационного фиброза, а также ошибкой в расчёте рефракции из-за продолжающегося роста глаза. Эти риски особенно выражены при наличии миопии, поскольку анатомия миопического глаза отличается удлинённой осью, глубокими камерами и нестабильной капсульной поддержкой [10, 32, 54, 75].

Показания к первичной имплантации ИОЛ. Первичная имплантация ИОЛ может быть рассмотрена в следующих клинических ситуациях:

возраст ребёнка старше 6–7 месяцев;

двусторонняя врождённая катаракта без сопутствующих аномалий развития глаз;

достаточная капсульная поддержка, обеспечивающая надёжную фиксацию ИОЛ;

невозможность регулярной контактной коррекции, обусловленная социальными или анатомическими причинами;

выраженная афакическая анизометропия, создающая высокий риск амблиопии;

благоприятные семейные условия для последующего наблюдения и реабилитации [13, 29, 55, 81].

Важным условием является отсутствие выраженной персистирующей фетальной васкулятуры (PFV), микрофтальма, глаукомы, фиброзных мембран или нестабильности цинновой связки. При таких состояниях имплантация может быть отложена или вовсе противопоказана [8, 36, 61, 93].

Ограничения и противопоказания. Категорическими противопоказаниями к первичной имплантации ИОЛ являются:

возраст ребёнка до 4–6 месяцев, особенно при односторонней катаракте;

PFV с тракциями, ретролентальными мембранами или персистирующей васкулярной сетью;

микрофтальм и аномалии переднего сегмента;

неполноценная капсульная опора (разрывы, кальцификация, фиброз);

повышенное внутриглазное давление, глаукома в анамнезе;

инфекционная или синдромальная катаракта с высоким риском воспаления [14, 39, 62, 90].

Относительными противопоказаниями могут быть высокая степень миопии, особенно при выраженном удлинении оси глаза, нестабильной биометрии и затруднённом расчёте оптической силы ИОЛ. В таких случаях возможно рассмотрение вторичной имплантации, отложенной до более стабильного возраста и анатомической ситуации [19, 46, 70, 96].

Особенности при сочетании с миопией. При врождённой катаракте, сочетающейся с миопией, показания к первичной имплантации требуют особо взвешенного подхода. В миопическом глазу из-за удлинённой оси и растяжения склеры существует риск непредсказуемого рефракционного исхода, нестабильной фиксации ИОЛ и повышения внутриглазного давления [23, 42, 75, 101]. Кроме того, дети с высокой миопией склонны к более выраженному росту глаза, что затрудняет прогнозирование остаточной рефракции [19, 45, 91].

Также у таких пациентов может иметь место анатомическая децентрация капсульного мешка, отсутствие чётких ориентиров для центрирования ИОЛ, а в некоторых случаях — неполная дифференцировка стекловидного тела, повышающая риск тракционных осложнений. Поэтому при сочетании с миопией предпочтение отдают вторичной имплантации ИОЛ либо имплантации в склеральную карманную нишу при отсутствии надёжной капсульной поддержки [34, 63, 87, 111].

В случаях, когда первичная имплантация всё же осуществляется, рекомендуется гипокоррекция с учётом ожидаемого роста глаза — как правило, от -20% до -30% от расчётной силы ИОЛ, в зависимости от возраста и длины оси. Это позволяет избежать гиперметропизации в будущем [28, 57, 92, 105].

Таким образом, первичная имплантация интраокулярной линзы у детей с врождённой катарактой представляет собой сложное клинико-хирургическое решение, основанное на ряде анатомических, возрастных, социальных и прогностических факторов. При сочетании с миопией эта задача требует особенно осторожного подхода, а в ряде случаев — отказа от немедленной имплантации в пользу отсроченной коррекции. Гибкий и индивидуализированный подход с учётом всех рисков и особенностей глаза — ключ к успешному зрительному развитию в долгосрочной перспективе.

3.4. Выбор типа ИОЛ: материалы, конструкции и особенности фиксации у детей.

Выбор интраокулярной линзы (ИОЛ) при хирургии врождённой катаракты у детей — это не просто технический этап, а фундаментальное решение, которое определяет не только рефракционный исход, но и риск развития осложнений, качество зрения, стабильность положения оптики и эффективность амблиопии-терапии. Особую актуальность этот выбор приобретает у детей с сопутствующей миопией, где анатомия глаза,

биомеханика капсулы и зрительные задачи отличаются от типичных случаев [33, 65, 78, 112].

Материалы ИОЛ: акрил, силикон и гидрофильные полимеры.

На сегодняшний день для имплантации в детской офтальмологии используются ИОЛ из трёх основных материалов:

- Гидрофобный акрил — наиболее предпочтительный вариант. Эти линзы обладают хорошей биосовместимостью, низкой склонностью к формированию задней капсульной опакфикации (PCO), высокой оптической стабильностью и минимальной индукцией воспаления. Особенно важна их способность к адгезии к капсульной оболочке, что снижает риск децентрации.
- Гидрофильный акрил — более гибкий и менее дорогой материал, однако имеет повышенный риск PCO у детей. Используется ограниченно, преимущественно при невозможности имплантации гидрофобной линзы.
- Силиконовые ИОЛ — хорошо показали себя в ряде случаев, однако имеют слабую адгезию к капсуле, что делает их менее предпочтительными при детской хирургии, особенно при ожидаемом интенсивном росте глаза [23, 66, 97].

Конструкции ИОЛ: одно- и трёхкомпонентные, асферические и торические. Наиболее часто у детей применяются однофокусные, монофокальные ИОЛ с гибкой двухгранной конструкцией и С-образными гаптиками, обеспечивающими стабильное центрирование в капсульном мешке. Предпочтение отдаётся однокомпонентным моделям, так как они демонстрируют лучшую центровку и меньшую частоту дислокаций [31, 52, 80, 121].

Асферические ИОЛ могут быть полезны у детей с хорошей прогнозируемостью зрительного развития, поскольку они минимизируют сферические аберрации. Однако в младенческом возрасте при нестабильной оси глаза и потенциальных децентрациях такие линзы теряют преимущества [18, 39, 63, 88].

У детей с миопией, особенно с астигматическим компонентом, возможно использование **торических ИОЛ**, но строгий контроль за центровкой крайне важен, а у младенцев такая коррекция чаще не применяется из-за нестабильности оси и роста глаза [24, 58, 90, 115].

Мультифокальные и расширеннофокусные ИОЛ (так называемые "premium lenses") не рекомендованы для применения у детей с врождённой катарактой. Причины включают: высокий риск снижения контрастной чувствительности, нестабильность оптической оси, трудности в коррекции остаточного рефракционного дефекта, а также невозможность адекватной нейроадаптации в детском возрасте [27, 46, 72, 107].

Место имплантации ИОЛ: капсульный мешок или цилиарная борозда. Наиболее физиологичной зоной имплантации у детей остаётся задняя камера, а именно — капсульный мешок, при условии его целостности и стабильности. Это обеспечивает максимальную стабильность линзы, её биосовместимость и снижает риск децентрации [19, 38, 55, 81].

При невозможности имплантации в мешок (например, при разрыве задней капсулы, выраженном фиброзе или удалении капсульных структур) линзу можно разместить в цилиарной борозде. В этом случае предпочтительны трёхкомпонентные ИОЛ с закруглёнными гаптиками, обеспечивающими равномерное давление на стенки борозды [22, 50, 66, 91].

Однако бороздковая имплантация у детей требует максимальной точности и сопровождения витрэктомией, чтобы минимизировать риск пролапса стекловидного тела и воспаления. У миопических детей с нестабильной капсулой и вытянутым глазом особенно важно избегать «свободного плавания» ИОЛ в полости, что может вызвать дислокацию или пигментную дисперсию [26, 61, 85, 108].

Особенности фиксации ИОЛ у детей с миопией. У детей с врождённой катарактой и высокой миопией необходимо учитывать следующие особенности:

более высокая частота нестабильности капсулы (синдром Марфана, PFV);

риск децентрации и дислокации ИОЛ в стекловидное тело при слабой опоре; технические сложности точного центрирования линзы в глубокой передней камере;

повышенный риск воспалительных реакций [47, 58, 73, 97].

В таких случаях может быть рассмотрена фиксация ИОЛ к склере с использованием техник **scleral-sutured** или **scleral-fixated IOL** (например, техника техника Yamane), однако они не являются рутинными для младенцев и связаны с повышенными техническими требованиями и потенциальными осложнениями [22, 65, 84, 102].

Таким образом, выбор типа ИОЛ у детей с врождённой катарактой, особенно в сочетании с миопией, должен учитывать множество факторов: возраст, анатомию глаза, прогноз по зрительным функциям, наличие капсульной поддержки, возможность коррекции остаточной рефракции.

3.5. Выбор оптической силы ИОЛ: принципы расчёта и возрастная гипокоррекция.

Одним из наиболее сложных и ответственных аспектов хирургии врождённой катаракты у детей является расчёт оптической силы интраокулярной линзы (ИОЛ). В отличие от взрослых пациентов, где основным критерием служит достижение эметропии, у детей цель коррекции — не столько достижение «идеальной» рефракции сразу после операции, сколько обеспечение физиологической рефракции по мере роста глаза, с минимальным риском амблиопии и максимально возможным потенциалом для бинокулярного зрения [29, 43, 67, 90].

Особые трудности расчёта возникают при сочетании врождённой катаракты с миопией, поскольку у этих пациентов глаз имеет нестандартные анатомические параметры (удлинённая ось, глубокая передняя камера, нестабильная капсула) и может демонстрировать нестабильное или аномальное постнатальное развитие.

Физиология роста глаза и рефракции у детей. У новорождённых длина глазного яблока составляет в среднем 16,8–17,5 мм, и постепенно увеличивается, достигая взрослой длины (22,5–24 мм) к 6–8 годам. Основной прирост приходится на первые 18 месяцев жизни, когда ось может увеличиваться на до 6 мм, что эквивалентно рефракционному сдвигу примерно на 8–12 диоптрий. Этот рост ведёт к физиологической миопизации даже при изначальной гиперметропии после имплантации ИОЛ. В связи с этим у детей раннего возраста целенаправленно оставляется рефракционная гиперметропия, или гипокоррекция, на этапе первичной имплантации [38, 44].

Принципы расчёта силы ИОЛ у детей. Расчёт ИОЛ у детей осуществляется с использованием тех же формул, что и у взрослых, однако с поправкой на возраст, длину оси и ожидаемый рост глаза. Наиболее часто применяются:

SRK/T, Hoffer Q — при длине глаза до 22 мм;

Holladay 1, Barrett Universal II — при нормальной или увеличенной длине;

Haigis — в случае нестандартной анатомии и глубокой передней камеры.

У детей младше 2 лет рекомендуется учитывать возрастной коэффициент гипокоррекции:

Возраст на момент операции	Рекомендуемая остаточная гиперметропия	Коррекция ИОЛ (в % от расчётной)
<6 месяцев	+6,0 D	70% от полной эмметропии
6–12 месяцев	+5,0 D	75%
1–2 года	+4,0 D	80%
2–3 года	+3,0 D	85%
3–5 лет	+2,0 D	90%
>5 лет	+1,0–1,5 D	95–100%

Важно понимать, что данные значения являются ориентировочными и должны адаптироваться к индивидуальной анатомии глаза и клинической ситуации.

Age at surgery (year)	Crouch et al. ³² (targeted postoperative refraction) (D)	Awner et al. ³³ (targeted postoperative refraction) (keeping the anisometropia less than 3.0 D) (D)	Hutchinson et al. ³⁴ (decrease calculated IOL power for emmetropia) (D)	Dorothy ³⁵ (decrease calculated IOL power for emmetropia) (D)	Dahan and Drusedau ³¹ (of calculated IOL power for emmetropia) (D) (%)
1	+4.0	+4.0	-	25% (first 6 months) 20% (second 6 months)	80
2	+3.5	+4.0	1.0 D	-	90
3	+2.5	+3.0	1.0 D	-	90
4	+2.5	+3.0	1.0 D	-	90
5	+2.0	+2.0	1.0 D	-	90
6	+2.0	+2.0	1.0 D	-	90
7	+1.0	+1.0	1.0 D	-	90
8	+1.0	+1.0	1.0 D	-	90
9	Emmetropia	Emmetropia	-	-	90

Рисунок 3.1 Возраст-зависимые целевые значения рефракции после имплантации ИОЛ у детей по данным различных авторов.

Рисунок 3.1 демонстрирует стратегии подбора силы ИОЛ у детей разного возраста, основанные на работах нескольких авторов. Приведены данные целевой гиперметропической рефракции после операции в диоптриях (D) или в процентах снижения расчётной силы ИОЛ относительно значения, необходимого для эметропии. Методики варьируются в зависимости от возраста пациента, учитывая ожидаемый рост глаза и последующую сдвигку рефракции. Так, Crouch и Awner предлагают возраст-зависимое уменьшение целевой рефракции от +4.0 D в 1 год до эметропии к 9 годам. Hutchinson рекомендует стандартное снижение на 1.0 D у детей старше 2 лет. Dorothy предлагает процентное снижение расчётной силы ИОЛ в первый год жизни (25% в первые 6 месяцев и 20% — во вторые). Методика Dahan и Drusedau предполагает постоянное снижение на 90% от расчётной эметропической силы ИОЛ у детей старше 2 лет. Данные подчеркивают отсутствие единого подхода к расчёту силы ИОЛ у детей и необходимость индивидуального планирования с учётом возрастных особенностей глаза.

Особенности расчёта при миопии. При сочетании врождённой катаракты с миопией расчёт силы интраокулярной линзы (ИОЛ) становится особенно сложным. У миопических глаз, особенно при длине оси свыше 24 мм, рефракционная компенсация роста глаза выражена в меньшей степени. Это означает, что даже при стандартной гипокоррекции может возникнуть риск гиперкоррекции и последующего развития гиперметропии, что, в свою очередь, усиливает анизометропию и ухудшает зрительный прогноз [42, 44].

В таких клинических ситуациях рекомендуется использовать рефракционно-нейтральную или лёгкую миопическую коррекцию как целевой рефракционный исход. У детей старше 2 лет с высокой миопией оправдан расчёт ИОЛ на остаточную миопию в пределах $-2,0...-3,0$ D. Это позволяет минимизировать межглазные различия при односторонней имплантации, а при двусторонней — обеспечить функциональное зрение на близком расстоянии без необходимости в очковой коррекции [38, 43].

Также необходимо учитывать:

- возможную ошибку биометрии при измерении длины миопического глаза у младенцев;
- нестабильную эффективную позицию ИОЛ (ELP) в удлинённом глазном яблоке;
- необходимость регулярного рефракционного мониторинга в послеоперационном периоде.

Практические рекомендации и подходы.

Никогда не стремиться к полной эмметропии у младенцев — это приводит к выраженной миопии в школьном возрасте.

Избегать гиперметропии более $+6$ D — она снижает качество зрения вблизи, особенно при двусторонней коррекции.

При высоком риске анизометропии (односторонняя катаракта) — ориентироваться на рефракцию непоражённого глаза.

У миопических глаз — подбирать линзу с учётом уже удлинённой оси и возможности будущей коррекции контактными линзами.

Использовать оптические симуляторы (например, Hill-RBF), если доступны, для повышения точности расчёта.

Таким образом, расчёт оптической силы ИОЛ у детей с врождённой катарактой — это не стандартная формула, а индивидуализированная стратегия, основанная на возрасте, анатомии глаза, потенциальном росте и рефракционном прогнозе. При наличии миопии особенно важно учитывать

нестабильность параметров и стремиться к тому, чтобы итоговая коррекция обеспечивала не просто фокусировку, а полноценное сенсорное развитие зрительной системы.

3.6. Первичная задняя капсулотомия и антерирная витрэктомия.

Среди всех этапов хирургии врождённой катаракты у детей, особенно в раннем возрасте, ключевое значение приобретает своевременное и технически грамотное выполнение первичной задней капсулотомии (ПЗК) и антерирной витрэктомии (АВ). Эти процедуры направлены на предотвращение формирования вторичного помутнения оптической оси, которое в условиях интенсивных репаративных процессов у детей развивается практически неизбежно при сохранённой задней капсуле. Их выполнение обеспечивает долгосрочную прозрачность визуальной оси и создаёт оптимальные условия для формирования зрительных функций в критический период развития [45, 46].

В отличие от взрослых, где задняя капсула может сохраняться и, в случае её помутнения, подвергаться лазерной Nd:YAG-капсулотомии в амбулаторных условиях, у детей младшего возраста такая тактика не применима. Миграция и пролиферация клеток эпителия хрусталика у младенцев происходит крайне активно, и без ПЗК практически все дети младше 5 лет сталкиваются с развитием вторичной катаракты, требующей повторного хирургического вмешательства под наркозом. Риск амблиопии при этом существенно возрастает, а общее зрительное развитие нарушается. Именно поэтому ПЗК и АВ считаются обязательными этапами вмешательства при врождённой катаракте в возрасте до 6–7 лет [47, 48].

Операция начинается с тщательной аспирации содержимого хрусталика и удаления кортикальных масс, после чего хирург приступает к формированию заднего капсулярного отверстия. Оно может быть выполнено двумя способами: либо вручную — с помощью форцепса или кистевого ножа, либо витреотомом — что предпочтительно у младенцев. Витреотомная

техника позволяет одновременно выполнить постериорную капсулотомию и резекцию центральной части переднего стекловидного тела. Размер капсулотомии обычно составляет 3–4 мм, этого достаточно для поддержания оптической оси и для возможной первичной или отсроченной имплантации ИОЛ в капсульную зону [49, 50].

Следующим этапом является антерирная витрэктомия — удаление части переднего гиалоида стекловидного тела. Эта манипуляция значительно снижает риск тракций, препятствует формированию ретролентальных фиброзных мембран и предотвращает опацирование капсулярного пространства. Особенно важно проведение АВ у детей с персистирующей фетальной васкулятурой (PFV), где сохраняются эмбриональные васкулярные структуры, способные привести к кровотечению, тракционной отслойке сетчатки или тяжелой фиброзной реакции [51, 52].

У детей с миопией выполнение ПЗК и АВ требует повышенной осторожности и индивидуального подхода. Миопический глаз имеет, как правило, удлинённую ось, более глубокую переднюю камеру и, в ряде случаев, менее стабильное стекловидное тело, что создаёт риск интраоперационных осложнений. Задняя капсула может быть особенно тонкой и подверженной спонтанному разрыву, а стекловидное тело — рыхлым и легко дестабилизируемым при инструментальных манипуляциях. Поэтому хирургия у таких пациентов требует высокой квалификации, применения витреотомов малого калибра (25G, 27G) и чёткого визуального контроля [53, 54].

Если ИОЛ имплантируется первично, задняя капсулотомия и витрэктомия выполняются до установки линзы, чтобы предотвратить запотевание оптической зоны и обеспечить центральную фиксацию. Если же имплантация ИОЛ планируется вторично, проведение ПЗК и АВ позволяет сохранить анатомически правильное пространство для последующей фиксации, а также предотвратить развитие вторичных помутнений до момента имплантации [55, 56].

Таким образом, первичная задняя капсулотомия и антерирная витрэктомия являются крайне важными и обязательными компонентами хирургии врождённой катаракты у детей. Их выполнение особенно актуально при сочетании катаракты с миопией, когда анатомические особенности глаза требуют максимально деликатного вмешательства. Только при условии адекватного устранения задней капсулы и центрального стекловидного тела возможно достижение стабильной, длительной и функционально прозрачной оптической оси, что критически важно для зрительного прогноза в детском возрасте.

3.7. Особенности хирургии при односторонней катаракте.

Односторонняя врождённая катаракта представляет собой одну из наиболее сложных клинических ситуаций в детской офтальмологии. В отличие от двустороннего поражения, при котором зрительная стимуляция отсутствует с обеих сторон, односторонняя форма заболевания характеризуется выраженной сенсорной конкуренцией между глазами. Здоровый глаз быстро начинает доминировать в формировании зрительных связей, что приводит к подавлению сигнала с поражённой стороны и развитию глубокой амблиопии. Таким образом, хирургическое вмешательство в случае односторонней катаракты должно быть не только технически безупречным, но и предельно своевременным, а постоперационная реабилитация — системной и агрессивной [57, 58].

Решающим фактором в сохранении и развитии зрительных функций при односторонней катаракте является возраст ребёнка на момент операции. Наиболее благоприятные результаты получены при вмешательстве, проведённом в возрасте до 6 недель [59]. После этого периода пластичность зрительной системы стремительно снижается, а риск необратимой амблиопии возрастает. Именно поэтому тактика наблюдения или отсроченного лечения при односторонней форме заболевания считается нецелесообразной, за

исключением случаев тяжёлых соматических нарушений или противопоказаний к наркозу [60].

Хирургическая техника удаления хрусталика при односторонней катаракте в целом не отличается от вмешательств при двустороннем поражении: выполняется бимануальная аспирация хрусталиковых масс, обязательная первичная задняя капсулотомия с антерирной витрэктомией, а при наличии условий — имплантация интраокулярной линзы. Однако в случае одностороннего процесса необходимо учитывать дополнительные аспекты, в том числе высокую степень потенциальной анизометропии, невозможность очковой коррекции в первые месяцы жизни и ограниченную переносимость контактных линз [61, 62].

Вопрос о первичной имплантации ИОЛ при односторонней катаракте остаётся предметом дискуссии. Согласно результатам крупных исследований, включая *Infant Aphakia Treatment Study*, у детей младше 6 месяцев установка ИОЛ сопровождается более высокой частотой осложнений (воспаления, глаукома, необходимость повторных операций), без убедительных преимуществ в отношении конечной остроты зрения по сравнению с афакической коррекцией (63, 64). В этой связи, для младенцев до 6 месяцев предпочтительна тактика первичной афакии с последующим подбором контактной линзы. У детей старше 6–7 месяцев, при благоприятных анатомических условиях и невозможности полноценной контактной коррекции, первичная имплантация может рассматриваться как вариант [65].

Оптическая коррекция афакии в случае односторонней катаракты представляет собой серьёзную проблему. Из-за выраженной анизометропии очки, как правило, неэффективны и приводят к значительному искажению изображения. Поэтому наиболее эффективным методом является контактная коррекция, обеспечивающая приемлемую остроту зрения и уменьшение разницы между глазами [66]. Используются специальные мягкие гидрогелевые или силикон-гидрогелевые линзы с высокой кислородопроницаемостью и мощностью до +30 диоптрий. Однако ношение

таких линз требует строгой гигиены, контроля за режимом использования и регулярных визитов к офтальмологу. Семьи должны быть мотивированы и обучены уходу за линзами, иначе эффективность коррекции будет под угрозой.

Ключевым элементом восстановления зрения при односторонней катаракте остаётся интенсивная терапия амблиопии. Она заключается в регулярной окклюзии здорового глаза с целью стимуляции зрительной активности в оперированном глазу. Рекомендуемая длительность ежедневной окклюзии составляет от 4 до 6 часов, в зависимости от возраста ребёнка и выраженности амблиопии [67, 68]. Чем раньше начата терапия, тем выше вероятность формирования центральной фиксации и восстановления хотя бы монокулярного зрения. При этом требуется постоянный контроль со стороны офтальмолога и высокая приверженность родителей к выполнению рекомендаций. Нерегулярная окклюзия или её преждевременное прекращение резко снижает эффективность всей реабилитационной программы.

Таким образом, хирургическое лечение односторонней врождённой катаракты — это не одномоментная процедура, а многоэтапный и длительный процесс, в котором операция является лишь первым шагом. Успех вмешательства определяется не только качеством удаления хрусталика, но и адекватностью оптической коррекции, своевременным началом амблиопии-терапии и уровнем вовлечённости семьи. При сочетании односторонней катаракты с миопией ситуация усложняется ещё больше, поскольку возрастает риск децентрации ИОЛ, ошибок в расчёте силы линзы и нестабильности рефракционного исхода. Все эти факторы требуют максимальной индивидуализации подхода и междисциплинарного сопровождения пациента.

3.8. Хирургия при двусторонней катаракте: одновременное и отсроченное вмешательство.

При врождённой двусторонней катаракте хирургическое вмешательство направлено на максимально раннее восстановление прозрачности оптической

оси обоих глаз, что критически важно для нормального сенсорного развития зрительной системы. В этой клинической ситуации перед офтальмологом встаёт принципиальный выбор: проводить операцию на обоих глазах одновременно (в рамках одного наркоза) или поэтапно, с определённым интервалом между вмешательствами. Каждый из подходов имеет свои преимущества и ограничения, а выбор стратегии зависит от возраста пациента, выраженности катаракты, клинических особенностей глаз, наличия сопутствующих заболеваний и технических возможностей учреждения [69, 70].

Одновременное (симультанное) удаление катаракты с обоих глаз чаще всего применяется у младенцев в возрасте до 2–3 месяцев, особенно при плотной, зрелой катаракте, вызывающей выраженное помутнение зрительной оси. Раннее и симметричное восстановление прозрачности позволяет избежать сенсорной асимметрии, способствует более гармоничному развитию бинокулярного зрения и снижает риск амблиопии. Одновременная операция также снижает общий анестезиологический риск (один наркоз вместо двух), упрощает логистику лечения для семьи и позволяет быстрее приступить к зрительной реабилитации [71, 72].

Однако при симультанном подходе существует небольшой, но критически важный риск тяжёлого осложнения — двустороннего эндофтальмита, который может привести к полной утрате зрения [14]. Чтобы минимизировать этот риск, необходимо строгое соблюдение стандартов асептики: полная смена инструментов, расходных материалов, хирургической одежды и перчаток между операциями на глазах, использование разных наборов интраокулярных линз и тщательное наблюдение за реакцией на вмешательство в первом глазу [7]. Кроме того, при наличии осложнений в ходе удаления катаракты на первом глазу операция на втором может быть отложена до стабилизации состояния пациента [22].

Отсроченное вмешательство предполагает, что операция на втором глазу выполняется через определённый промежуток времени — обычно от 2

до 7 дней [3]. Такой подход может быть предпочтителен в условиях повышенного риска инфекционных осложнений, при наличии врождённых аномалий (например, персистирующей фетальной васкулятуры или микрофтальма), а также у соматически нестабильных пациентов [17]. Отсроченная тактика позволяет более точно оценить реакцию на первую операцию и скорректировать план вмешательства на втором глазу, однако она сопряжена с риском развития сенсорного дисбаланса и амблиопии, особенно если катаракта плотнее или более зрелая на одном глазу [9].

У детей с сочетанием врождённой катаракты и миопии вопрос выбора времени операции приобретает дополнительную сложность. Миопические глаза часто характеризуются большей длиной оси, нестабильностью анатомических структур и трудностью в точном расчёте силы ИОЛ. При этом особенно важно избегать выраженной анизометропии, которая может развиваться в случае заметного интервала между операциями или выбора разных стратегий коррекции. В условиях двусторонней миопии симультанное вмешательство представляется оптимальным, тогда как при выраженной асимметрии между глазами возможна отсрочка второго вмешательства на несколько дней с последующей индивидуализацией параметров коррекции [73, 18, 92].

Независимо от выбранного подхода, ключевым условием успеха остаётся немедленное начало зрительной реабилитации. После операции детям назначаются контактные линзы или очки (при афакии), а при наличии ИОЛ — проводится регулярный контроль рефракции и назначается коррекция остаточного дефекта. С первых недель после вмешательства необходима активная терапия амблиопии: окклюзия более сильного глаза, зрительная стимуляция, обучение фиксации и формированию бинокулярного восприятия. Семья должна быть обучена уходу за линзами, соблюдению режима окклюзии и приведена к высокой приверженности длительному лечению [5, 66, 101].

Таким образом, при двусторонней врождённой катаракте у детей выбор между одновременной и отсроченной хирургией должен быть

индивидуализирован. При наличии опыта, условий стерильности и технической оснащённости симультанная операция обеспечивает более физиологичную и быструю зрительную реабилитацию. В то же время в ряде случаев staged-подход может быть оправдан, особенно при асимметричном поражении или высоком соматическом риске. Решение должно приниматься с учётом анатомии глаз, общего состояния ребёнка, прогноза зрительного развития и возможностей семьи по соблюдению режима послеоперационного наблюдения.

3.9. Контактная коррекция афакии: выбор линз, уход и осложнения.

Контактная коррекция афакии у детей занимает ключевое место в послеоперационном ведении пациентов, перенёсших удаление врождённой катаракты без одновременной имплантации интраокулярной линзы. Особенно актуально это в случаях, когда хирургическое вмешательство проводится в первые месяцы жизни, а глаз ещё не достиг анатомической стабильности, необходимой для точного расчёта и безопасной фиксации ИОЛ. Учитывая особенности детской зрительной системы, контактные линзы обеспечивают наиболее физиологичный способ фокусировки и в большинстве случаев являются предпочтительным вариантом коррекции афакии у младенцев [24, 77, 3].

Контактные линзы обладают рядом преимуществ перед очковой коррекцией, особенно в раннем возрасте. Прежде всего, они позволяют избежать характерных для очков оптических искажений, таких как эффект увеличения изображения, хроматическая абберация и значительное ограничение поля зрения. Особенно важно то, что линзы обеспечивают симметричную рефракцию при односторонней афакии, что невозможно достичь с помощью очков, и тем самым снижают риск развития тяжёлой анизометропической амблиопии. Кроме того, они более удобны для активных детей, не мешают движению и меньше подвержены случайным травмам по сравнению с очками [96, 14, 52].

Наиболее распространёнными типами линз, применяемыми в коррекции афакии у детей, являются специальные мягкие силикон-гидрогелевые линзы, предназначенные для высокой положительной рефракции. Одним из самых известных вариантов в педиатрической практике являются линзы SilSoft Super Plus от Bausch + Lomb. Эти линзы обладают высокой кислородопроницаемостью, тонким профилем и могут использоваться даже у новорождённых. Их диапазон диоптрийной силы обычно варьируется от +20 до +32 D, что позволяет компенсировать полное отсутствие хрусталика. Подбор линзы осуществляется с учётом возраста ребёнка, размеров роговицы и характера афакии (односторонняя или двусторонняя) [41, 87, 6].

Жёсткие газопроницаемые линзы (RGP) также применяются у детей, однако значительно реже, поскольку требуют более точного подбора, имеют меньшую зону комфорта и требуют длительной адаптации, что затруднительно в младенческом возрасте. Тем не менее, они могут использоваться у детей старшего возраста с атипичной анатомией переднего отрезка или выраженным астигматизмом [12, 68, 31].

Одним из важнейших аспектов контактной коррекции афакии у детей является обучение родителей технике ухода за линзами, их установке и снятию. Новорождённые и младенцы не могут сообщить о дискомфорте, покраснении или выпадении линзы, поэтому вся ответственность ложится на взрослого. Родители должны быть проинструктированы по соблюдению гигиены, дезинфекции, графику замены линз и графику посещения офтальмолога. Обычно контрольные осмотры проводятся каждые 2–4 недели на первом году жизни, поскольку интенсивный рост глаза требует регулярной коррекции параметров линзы [75, 4, 89].

Наряду с преимуществами, контактная коррекция сопряжена с рядом возможных осложнений, наиболее серьёзным из которых является микробный кератит. Это редкое, но опасное воспалительное заболевание может привести к снижению зрения или перфорации роговицы. Наиболее частыми факторами риска являются несоблюдение правил гигиены, длительное ношение без

снятия и использование загрязнённых растворов. Кроме того, возможно развитие неоваскуляризации роговицы, аллергических реакций, механических повреждений эпителия и эпизодов выпадения линзы, особенно в случае неправильного подбора. Эти осложнения требуют немедленной коррекции и часто — временного отказа от ношения линз до стабилизации состояния [56, 18, 103].

Особое внимание следует уделять контактной коррекции у детей с врождённой миопией. Миопический глаз отличается большей длиной, иногда нестабильной формой и склонностью к гипоксии. Такие глаза более чувствительны к недостаточной кислородопроницаемости линзы, особенно в случае ношения в режиме пролонгированного использования. Поэтому у миопических пациентов следует отдавать предпочтение максимально «дышащим» силикон-гидрогелевым линзам, использовать дневной режим ношения и регулярно контролировать состояние роговицы [37, 92, 8].

В случаях, когда контактная коррекция невозможна (например, при выраженной аллергии, неблагоприятных социально-бытовых условиях или отказе родителей), допустима временная очковая коррекция, но её эффективность у младенцев крайне ограничена. Альтернативой может стать вторичная имплантация ИОЛ, которая проводится после 2–3 лет жизни, когда анатомия глаза становится более стабильной, и возможен точный расчёт оптической силы. Однако даже при последующей имплантации ИОЛ контактные линзы остаются актуальными в первые месяцы и годы жизни [44, 19, 107].

Таким образом, контактные линзы являются основным и наиболее эффективным способом оптической коррекции афакии в детском возрасте. Они обеспечивают непрерывную зрительную стимуляцию, необходимую для нормального развития зрительных функций, снижают риск амблиопии и создают предпосылки для успешной зрительной реабилитации. Успешность контактной коррекции зависит не только от выбора типа линзы, но и от активности и ответственности семьи, соблюдения гигиены, регулярного

наблюдения и раннего выявления осложнений. В условиях сочетания афакии с миопией требования к качеству коррекции возрастают, что требует особенно тщательного подхода на всех этапах лечения.

3.10. Очковая коррекция после удаления катаракты.

Очковая коррекция остаётся важнейшим компонентом зрительной реабилитации у детей, перенёсших удаление врождённой катаракты, особенно в случаях, когда не была выполнена первичная имплантация интраокулярной линзы (ИОЛ) или сохраняется остаточная рефракционная ошибка после её установки. Несмотря на доминирующую роль контактных линз и возрастающее применение ИОЛ в детской офтальмохирургии, очки продолжают играть значимую роль в коррекции зрения, особенно в период формирования зрительных функций и подбора окончательной рефракции [16, 85, 103].

У младенцев и детей младшего возраста, оставшихся после операции афакичными, очковая коррекция может использоваться как временная или дополнительная мера в тех случаях, когда контактные линзы не переносятся или невозможны из-за анатомических, социальных или экономических ограничений. Однако её эффективность у новорождённых ограничена рядом факторов. Высокая положительная сила линз (часто +20 D и выше), значительное увеличение изображения, сужение поля зрения и невозможность устранения анизометропии при одностороннем поражении делают очки далеко не идеальным решением в раннем возрасте. У детей старше одного-двух лет, особенно при двусторонней афакии, очки становятся более реалистичной альтернативой контактными линзам [71, 29, 6].

Современные очковые линзы для детей изготавливаются из лёгких, прочных и безопасных материалов — преимущественно поликарбоната или Trivex, что особенно важно в педиатрической практике. Оправа подбирается с учётом анатомии детского лица: она должна иметь гибкие дужки, устойчиво фиксироваться на переносице и не смещаться при движении. Особенно важно

правильно расположить оптические центры линз напротив зрачков ребёнка, чтобы избежать возникновения призм и оптических искажений [93, 38, 4].

При имплантации ИОЛ очки чаще всего используются для коррекции остаточного рефракционного дефекта — как сферического, так и астигматического. У детей, оперированных в младенчестве, часто применяется умышленная гипокоррекция (выбор ИОЛ меньшей силы, чем рассчитанная эмметропия), чтобы учесть предстоящий рост глаза и постепенный сдвиг рефракции в сторону миопии. В этих случаях для получения фокуса на даль и особенно на ближнее расстояние требуется очковая надбавка. Одним из эффективных решений являются бифокальные очки, в которых нижняя часть линзы обеспечивает дополнительную положительную силу (+2,5...+3,0 D) для работы вблизи. Это особенно актуально в возрасте 2–5 лет, когда формируются навыки чтения, письма и мелкой моторики [12, 98, 41].

В случае астигматизма, возникающего как следствие хирургического вмешательства или особенностей роговицы, назначаются торические очковые линзы, подобранные с учётом индивидуальных данных кератометрии. Особое внимание следует уделять подбору очков при нестабильной фиксации или центровке ИОЛ, чтобы избежать индукции дополнительного искажения изображения [77, 5, 109].

Несмотря на широкие возможности, очковая коррекция имеет и существенные ограничения. При односторонней афакии она почти всегда неэффективна, поскольку вызывает выраженную анизометропию и ассоциированную с ней анизоконию — разницу в размере изображения между глазами, достигающую 20–30%. Это приводит к подавлению изображения с поражённого глаза и тяжёлой амблиопии. В таких случаях предпочтение следует отдавать контактными линзами или первичной/вторичной имплантации ИОЛ. Также у младенцев часто возникают трудности с ношением очков: дети снимают их, теряют или отказываются от использования, что снижает эффективность лечения [30, 88, 63].

В ряде случаев применяется комбинированная схема, при которой ребёнок использует контактную линзу для основной коррекции, а очки дополняют её для близости или коррекции остаточного цилиндра. Такая тактика особенно актуальна при двусторонней афакии или асимметричном рефракционном ответе между глазами. Очки в этом случае играют вспомогательную, но важную роль, обеспечивая комфортное бинокулярное зрение и поддержку в повседневной деятельности [24, 89, 57].

Таким образом, очковая коррекция остаётся актуальным и доступным инструментом в арсенале офтальмолога при ведении детей после удаления врождённой катаракты. При грамотном подборе, адаптированной оправе и чётком контроле она способна эффективно восполнять недостаток рефракции, особенно в условиях афакии, остаточной гиперметропии или астигматизма. Очки играют важную роль как в качестве основного метода коррекции, так и в составе комбинированной оптической терапии, дополняя контактные линзы и интраокулярные импланты.

3.11. Имплантация интраокулярной линзы у детей: показания, выбор модели и техника

Имплантация интраокулярной линзы (ИОЛ) у детей, перенёсших удаление врождённой катаракты, представляет собой важное направление в педиатрической офтальмохирургии. В отличие от взрослых, где установка ИОЛ давно стала стандартной процедурой, в детском возрасте решение о её применении требует индивидуального подхода. Основные сложности связаны с продолжающимся ростом глаза, изменением рефракции по мере развития, а также с высокой чувствительностью детской зрительной системы к нарушениям в процессе зрительной стимуляции [12, 77, 31].

Показания к имплантации ИОЛ у детей формируются на основе совокупной оценки возраста, анатомического состояния глаза, формы катаракты, а также социального и медицинского контекста ухода за ребёнком. Наиболее общепринято считать, что установка ИОЛ является безопасной и

оправданной у детей старше 6 месяцев, особенно при двусторонней катаракте [93, 48]. У младенцев младше этого возраста предпочтение чаще отдают временной афакии с последующей коррекцией контактными линзами, поскольку ранняя имплантация связана с повышенным риском воспалительных осложнений и недостаточно предсказуемым рефракционным результатом [5, 62].

При односторонней катаракте, несмотря на очевидное преимущество ранней реабилитации, вопрос о целесообразности имплантации остаётся дискуссионным. Крупные рандомизированные исследования, такие как Infant Aphakia Treatment Study (IATS), показали, что в возрасте до 7 месяцев имплантация ИОЛ не даёт значимого выигрыша в остроте зрения по сравнению с контактной коррекцией, но сопряжена с более высоким риском послеоперационных осложнений [36, 104, 21].

На выбор тактики влияет и анатомия глаза. Наличие микрофтальма, задней полярной катаракты, персистирующей фетальной васкулятуры, истончённой склеры, нестабильности капсулы или задней линзной мембраны требует осторожности: в таких случаях может быть невозможна установка линзы в капсульный мешок, а альтернативные методы фиксации связаны с техническими и рефракционными сложностями [19, 85, 43].

Выбор модели ИОЛ определяется не только анатомическими параметрами, но и возможностью долгосрочного контроля за состоянием глаза. В педиатрической практике чаще всего используются монофокальные заднекамерные ИОЛ, изготовленные из гибких акриловых материалов (гидрофобного или гидрофильного), поскольку они обеспечивают надёжную фиксацию и минимальный риск помутнения. Асферические ИОЛ применяются реже — преимущественно у детей старше 2–3 лет, где можно добиться точной центровки. При наличии выраженного роговичного астигматизма допустимо применение торических ИОЛ, однако стабильность их фиксации требует чёткой оценки анатомии капсулы. Мультифокальные и аккомодирующие ИОЛ у детей пока не получили широкого распространения

из-за ограниченной нейроадаптации и отсутствия убедительных данных о превосходстве перед монофокальными моделями [72, 11].

Ключевым моментом при установке ИОЛ у ребёнка является расчёт её оптической силы. В детском возрасте глаз продолжает расти, и его осевая длина увеличивается, что со временем приводит к сдвигу рефракции в сторону миопии. Чтобы учесть это, применяется стратегия гипокоррекции: имплантируемая ИОЛ имеет меньшую силу, чем рассчитанная эмметропическая. Степень недокоррекции зависит от возраста. Например, детям 6–12 месяцев обычно имплантируют ИОЛ с гипокоррекцией на +6 диоптрий, в возрасте 1–2 лет — на +4–5 диоптрий, а старше 2 лет — на +2–3 диоптрии. У детей старше 6 лет при стабильных параметрах глаза чаще стремятся к полной коррекции [109, 28, 64].

Для расчёта силы ИОЛ используются стандартные формулы — SRK/T, Holladay I или II, Hoffer Q и др. Однако в педиатрической практике они требуют модификации, так как данные по длине оси и глубине передней камеры нестабильны. Желательно применять как ультразвуковую, так и оптическую биометрию, а в сложных случаях — повторные замеры с интервалом в несколько недель перед планируемой операцией [31, 98].

С технической точки зрения, наилучшей зоной установки ИОЛ остаётся капсульный мешок, обеспечивающий стабильную позицию линзы и симметричную оптическую ось. В случае дефекта задней капсулы или нестабильности мешка линза может быть имплантирована в цилиарную борозду или, при необходимости, фиксирована к склере (шовная или бесшовная техника). В младшем возрасте крайне важно одновременно с имплантацией выполнять заднюю капсулотомию и переднюю витрэктомию, чтобы предотвратить формирование вторичной катаракты и помутнения задней капсулы, которое в детском возрасте развивается быстро и выражено [77, 6, 54].

После имплантации ИОЛ ребёнок нуждается в регулярном наблюдении, в том числе для контроля позиции линзы, оценки внутриглазного давления и

подбора очковой или контактной надбавки для близости (ввиду отсутствия аккомодации). Также обязательной частью терапии остаётся профилактика и лечение амблиопии, особенно при одностороннем поражении [88, 3].

Таким образом, имплантация интраокулярной линзы у детей — это не просто хирургическое вмешательство, а стратегически выверенное решение, формирующее визуальное будущее ребёнка. Учитывая особенности роста глаза, риска осложнений и высокую чувствительность развивающейся зрительной системы, подход к данной процедуре должен быть максимально индивидуализированным. При соблюдении всех анатомо-оптических и возрастных условий, установка ИОЛ может обеспечить стабильную рефракцию, снизить нагрузку на семью и существенно повысить шансы на полноценную зрительную реабилитацию.

Глава IV. Послеоперационное ведение и осложнения.

4.1. Зрительная реабилитация: очки, контактные линзы, амблиопия

Хирургическое удаление врождённой катаракты у ребёнка — это только первый этап лечения, за которым следует не менее значимый и длительный процесс зрительной реабилитации. От качества и полноты последующего оптического и функционального восстановления напрямую зависит исход зрительного развития, особенно у детей с миопией, где компенсация рефракционного дефицита требует особой точности и динамического подхода. Полноценная реабилитация включает подбор адекватной оптической коррекции (очков или контактных линз), профилактику и лечение амблиопии, а также регулярное наблюдение за состоянием глаза и зрительной функцией [22, 91].

Одним из центральных вопросов послеоперационного периода является восстановление оптической силы глаза, особенно при афакии — отсутствии хрусталика после удаления катаракты. Если интраокулярная линза не была имплантирована (что часто бывает у детей младше 6 месяцев), то необходима внешняя коррекция. Даже при наличии ИОЛ у ребёнка, как правило, сохраняется остаточный рефракционный дефект, требующий постоянной оптической компенсации [46, 107].

Очки являются наиболее доступным и простым способом коррекции, особенно в случае двусторонней афакии или гипокорригированной псевдоафакии. У новорождённых и младенцев с афакией часто назначаются очки с высокой положительной оптической силой (до +30 D), что позволяет сфокусировать изображение на сетчатке и предотвратить развитие зрительной депривации. Однако у детей раннего возраста очковая коррекция связана с рядом трудностей: громоздкость оправ, оптические искажения, сужение поля зрения, искажённое восприятие пространства. При односторонней афакии ношение очков становится малопривлекательным из-за выраженной анизоконии и

риска амблиопии, поэтому в таких случаях предпочтение отдают контактными линзами [13, 72, 4].

Контактные линзы признаны «золотым стандартом» коррекции афакии у младенцев, особенно при одностороннем поражении. Они позволяют обеспечить центральную фиксацию, избежать увеличения изображения (анизоконии), сохранить широкое поле зрения и не ограничивают физическую активность ребёнка. В педиатрической практике используются мягкие силикон-гидрогелевые или жёсткие газопроницаемые линзы, подобранные индивидуально по рефракции и кривизне роговицы. Несмотря на эффективность, контактные линзы требуют высокой приверженности родителей, ежедневного ухода и постоянного наблюдения, а также несут риск развития кератитов и других осложнений при несоблюдении правил гигиены. Тем не менее, при правильном применении они дают превосходные визуальные результаты в раннем возрасте, особенно у детей с сопутствующей миопией [67, 9, 101].

Неотъемлемой частью зрительной реабилитации у детей с врождённой катарактой остаётся профилактика и лечение амблиопии. Это функциональное расстройство развивается при отсутствии чёткой фокализации изображения на сетчатке в критические периоды развития зрительной системы. Особенно часто амблиопия наблюдается при односторонней катаракте или при выраженной анизометропии после операции. В этих случаях необходимо раннее начало терапии — в течение нескольких недель после хирургического вмешательства [45, 76].

Основным методом лечения амблиопии остаётся окклюзионная терапия, при которой временно закрывают лучше видящий глаз (обычно здоровый) с помощью специальной повязки, стимулируя тем самым использование оперированного глаза. Режим заклеивания подбирается индивидуально: от нескольких часов в день до почти полного перекрытия ведущего глаза. Альтернативным подходом является пенализация — медикаментозное или

оптическое «наказание» здорового глаза (например, с помощью атропина или гиперкоррекции), создающее преимущество для слабого глаза [31, 110].

Ключевым условием успеха терапии является строгая приверженность к режиму коррекции и заклеивания, активное участие родителей и регулярный контроль специалиста. У детей с сочетанием катаракты и миопии борьба с амблиопией представляет особую сложность, поскольку миопический глаз имеет структурные особенности (удлинённую ось, склонность к макулярным изменениям), и даже при адекватной коррекции зрительная функция может восстанавливаться медленнее [28, 92].

Дополнительную роль в реабилитации играют специальные зрительные тренировки, направленные на развитие фиксации, фузии, конвергенции и бинокулярного зрения. Они проводятся под контролем офтальмолога или в условиях зрительной стимуляции на аппаратах. Особенно важны такие тренировки у детей старше 3 лет, когда возможно осознанное участие ребёнка в процессе [13, 84, 57].

Таким образом, зрительная реабилитация после удаления врождённой катаракты требует комплексного подхода: постоянной оптической коррекции, раннего начала противоамблиопийной терапии и длительного наблюдения. В условиях сочетания с миопией данный процесс становится ещё более индивидуализированным и требует слаженного взаимодействия между врачом, семьёй и пациентом. Только последовательное выполнение всех компонентов реабилитации позволяет максимально раскрыть потенциал зрительного развития у ребёнка.

4.2. Контроль и лечение глаукомы после операции

Одним из наиболее тяжёлых и потенциально необратимых осложнений после хирургического удаления врождённой катаракты у детей является вторичная глаукома, развитие которой может существенно повлиять на зрительный прогноз и качество жизни пациента. Это состояние требует особого внимания, так как нередко манифестирует спустя месяцы или даже

годы после успешно проведенной операции. Наиболее уязвимыми в этом отношении являются дети, прооперированные в возрасте до 6 месяцев, а также пациенты с анатомическими аномалиями глаза, включая миопию, особенно аксиального типа [44, 77].

Глаукома после удаления катаракты у детей чаще всего развивается по типу открытоугольной гипертензии с поздним началом (late-onset glaucoma). Патогенез её многофакторен: основную роль играют врожденная незрелость дренажной системы глаза, последствия хирургической травмы, воспалительные изменения и нарушения архитектуры переднего сегмента глаза в условиях афакии или псевдоафакии. Кроме того, у детей с миопией возможны дополнительные факторы риска, такие как чрезмерное аксиальное удлинение глаза, истончение склеры, а также аномалии цилиарного тела и стекловидного тела, способствующие изменению внутриглазной гидродинамики [18, 101].

Контроль внутриглазного давления (ВГД) является обязательной частью послеоперационного наблюдения. Его необходимо начинать уже в первые недели после операции, особенно у детей раннего возраста. Измерение ВГД у младенцев осуществляется при необходимости в условиях медикаментозной седации с использованием тонометрии по Тоно-Пену, ICare или классическим апланационным методом. Однако ВГД не всегда является единственным маркером патологии: у детей возможны случаи нормотензивной глаукомы, а при выраженной миопии истинное давление может быть занижено из-за биомеханических особенностей растянутой склеры [7, 66, 39].

Помимо контроля давления, большое значение имеет мониторинг структурных изменений:

- Увеличение диаметра роговицы (признак гидрофтальма).
- Изменения диска зрительного нерва (экскавация, побледнение).
- Прогрессирующее аксиальное удлинение глазного яблока.

– Потеря фиксации, снижение зрительной функции или появление косоглазия.

На начальных этапах заболевания при умеренном повышении ВГД возможно применение медикаментозной терапии. Наиболее часто используются местные бета-блокаторы (например, тимолол) и ингибиторы карбоангидразы (дорзоламид). Однако у младенцев препараты этой группы требуют осторожности в связи с риском системных побочных эффектов. Простагландины применяются реже из-за ограниченного опыта в детской практике. Медикаментозное лечение, как правило, временно стабилизирует ситуацию, но редко бывает достаточным в долгосрочной перспективе [35, 92, 14].

При прогрессировании глаукомы или устойчивом повышении ВГД решается вопрос о хирургическом лечении. Наиболее часто применяются следующие методы:

Трабекулотомия или гониотомия — предпочтительны у младенцев и детей раннего возраста.

Трабекулэктомия с антиметаболитами (митомицин С) — возможна у детей старшего возраста.

Имплантация дренажных устройств (например, клапан Ahmed) — показана при рефрактерной глаукоме или после неудачи предыдущих вмешательств.

Циклофотокоагуляция — применяется как паллиативная мера при тяжёлой болевой глаукоме с выраженными структурными изменениями.

Важно помнить, что вторичная глаукома может протекать скрыто, без выраженных симптомов, особенно у детей с уже нарушенной зрительной функцией. Поэтому ведение таких пациентов требует строгого графика наблюдения, включающего офтальмоскопию, контроль ВГД, биометрию, а при возможности — оптическую когерентную томографию диска зрительного нерва и гониоскопию. У пациентов с сочетанной миопией контроль осложняется тем, что прогрессирующее аксиальное удлинение глаза может маскировать рост ВГД, а экскавация зрительного нерва нередко

воспринимается как анатомическая особенность, а не признак патологии. Это требует более чуткой клинической оценки и часто — консультации специалиста по глаукоме [61, 8, 107].

Таким образом, вторичная глаукома после удаления врождённой катаракты — это хроническое, потенциально инвалидизирующее состояние, требующее многолетнего наблюдения и своевременного вмешательства. Особенно важно сохранять настороженность при наблюдении детей с миопией, где анатомо-функциональные особенности глаза могут ускорить развитие осложнений. Только междисциплинарный подход, сочетающий регулярную диагностику, медикаментозную поддержку и своевременную хирургию, позволяет сохранить зрение у этих пациентов.

4.3. Ретинальные и макулярные осложнения у миопов

У детей с врождённой катарактой, особенно при наличии сопутствующей миопии, существенно повышается риск возникновения патологических изменений в заднем сегменте глаза, в частности со стороны сетчатки и макулярной области. Это связано с тем, что миопия — особенно аксиального типа — сопровождается структурными перестройками глазного яблока: удлинением его передне-задней оси, истончением склеры и хориоидеи, нарушением трофики и механической стабильности сетчатки. У таких пациентов даже при успешном удалении катаракты и восстановлении прозрачности оптической среды остаётся угроза развития осложнений, влияющих на конечный зрительный результат [14, 89, 47].

Наиболее значимыми ретинальными осложнениями, встречающимися у миопических детей после хирургического удаления катаракты, являются:

Макулярная гипоплазия — недоразвитие фовеальной зоны, которое может быть как врождённым, так и вторичным, развившимся на фоне длительной зрительной депривации. У детей с катарактой и сопутствующей миопией гипоплазия фовеа может сохраняться даже после раннего оперативного вмешательства, ограничивая максимальную остроту зрения.

Оценка проводится с помощью оптической когерентной томографии (ОКТ), которая позволяет выявить недоразвитие слоя колбочек, отсутствие фовеальной депрессии и неразделённость слоёв сетчатки. Тракционные изменения в макуле — у детей с выраженной миопией нередко формируется витреомакулярный тракционный синдром или эпиретинальная мембрана. Это состояние усугубляется, если при операции сохраняются фиброзные тяжи задней капсулы, особенно в случаях с персистирующей фетальной васкулятурой (PFV). Хроническое тракционное воздействие может приводить к искривлению сетчатки, снижению зрения и, в тяжёлых случаях, к макулярному разрыву [38, 5, 102].

Периферические дегенерации сетчатки, в том числе решетчатая дегенерация и тонкие зоны истончения, возникают у детей с высокой миопией уже в раннем возрасте. Эти изменения не всегда выявляются сразу после операции и требуют регулярного офтальмоскопического контроля. При наличии подозрительных участков или симптомов (фотопсии, жалобы на тени) показано проведение профилактической лазеркоагуляции [77, 13, 92].

Отслойка сетчатки — наиболее опасное осложнение, которое может развиваться как в ранние сроки после операции, так и спустя годы. Риск возрастает при наличии тракций, дефектов задней капсулы, неполной витрэктомии, а также в условиях гипотонии или воспалительной реакции. Миопический глаз более уязвим к этому осложнению из-за истончения ретинальных структур и увеличенного объёма стекловидного тела. При подозрении на отслойку показано проведение УЗИ В-сканирования, особенно в случаях, когда визуализация глазного дна затруднена [26, 108, 45].

Субмакулярный фиброз и пигментная пролиферация могут возникать у детей после затяжных воспалений или в результате хронической макулярной тракции. Эти изменения являются необратимыми и значительно ухудшают зрение, особенно при их развитии в критические периоды сенсорного развития [34, 97].

Кроме описанных состояний, у миопических пациентов наблюдаются и функциональные особенности макулы: снижение контрастной чувствительности, нарушение восприятия глубины, склонность к амблиопии, даже при анатомически сохранной сетчатке. Это объясняется не только органическими изменениями, но и нарушением передачи зрительной информации из-за дефокусировки изображения в раннем возрасте [8, 66, 58].

Скрининг макулярных и ретинальных осложнений у детей с катарактой и миопией должен проводиться регулярно, даже при отсутствии клинических жалоб. Оптимально использовать ОКТ и УЗ-биометрию, а в старшем возрасте — фундус-фотографию и, при необходимости, флюоресцентную ангиографию. Ведение таких пациентов должно включать постоянный мониторинг заднего сегмента, особенно в периоды активного роста глаза и изменения коррекции [61, 3, 84].

Таким образом, миопия, сопровождающая врождённую катаракту, существенно повышает риск ретинальных и макулярных осложнений, которые могут нивелировать положительный эффект от хирургического лечения. Только регулярный офтальмологический контроль, своевременная диагностика и коррекция этих состояний позволяют максимально сохранить зрительную функцию и предотвратить развитие слепоты.

4.4. Повторные вмешательства и вторичная имплантация

Повторные хирургические вмешательства занимают особое место в ведении детей с врождённой катарактой, особенно при наличии сопутствующей миопии. Несмотря на успешно проведённую первичную экстракцию хрусталика, динамика роста детского глаза, анатомо-оптические особенности, а также риск вторичных осложнений формируют необходимость этапного подхода к лечению. Одной из ключевых задач в структуре повторных вмешательств является вторичная имплантация интраокулярной линзы (ИОЛ), особенно в тех случаях, когда первичная имплантация была отложена в связи

с возрастом пациента, нестабильностью капсулы или высоким риском осложнений [14, 97].

Наиболее часто вторичная имплантация ИОЛ проводится у детей, которым катаракта была удалена в возрасте до шести месяцев, когда раннее введение искусственного хрусталика сопряжено с техническими сложностями и высокой вероятностью интра- и послеоперационных осложнений. В таких случаях временная коррекция афакии осуществляется при помощи контактных линз или очков, однако по мере роста глаза и увеличения зрительных нагрузок возникает необходимость в установке ИОЛ для обеспечения более стабильной и физиологичной оптической коррекции [6, 103].

Оптимальное время для проведения вторичной имплантации зависит от множества факторов, включая возраст ребёнка, темпы и стабилизацию осевого роста глаза, анатомическое состояние капсульного мешка, уровень воспалительной активности, а также потребности в визуальной реабилитации. Учитываются также возможности проведения биометрии с высокой точностью, что необходимо для расчёта оптической силы ИОЛ [77, 22].

Технически, вторичная имплантация может быть реализована разными способами. При сохранённой и стабильной капсульной поддержке предпочтительно установить ИОЛ в капсульный мешок. Если же мешок утрачен вследствие первичной задней капсулотомии и передней витрэктомии, имплантация проводится в ресничную борозду. В случаях выраженного капсулярного дефицита прибегают к склеральной или иридалной фиксации линзы, используя либо традиционные шовные методы, либо современные бесшовные техники. Особую осторожность следует проявлять у детей с высокой миопией, так как истончённые склеральные структуры и повышенная растяжимость тканей повышают риск децентрации и нестабильности линзы. У таких пациентов выбор модели ИОЛ, её фиксации и расчёт силы требуют максимальной точности и индивидуального подхода [28, 102].

Вторичные вмешательства могут потребоваться не только для имплантации ИОЛ, но и в случаях развития поздних осложнений, таких как вторичная катаракта, пролиферация остаточных хрусталиковых масс, тракции стекловидного тела, воспалительные мембраны, смещение или дислокация ранее имплантированной ИОЛ. Хирург может также столкнуться с необходимостью устранения других осложнений, связанных с динамикой анатомических структур после первичного вмешательства, в том числе в миопическом глазу, склонном к нестабильности переднего сегмента и изменению глубины камеры [9, 87].

Важным этапом подготовки ко вторичной имплантации является проведение точной биометрии: измерение осевой длины глаза, кератометрия, оценка глубины передней камеры и анатомического состояния цинновых связок. Все эти параметры определяют выбор ИОЛ и метод её фиксации. Особенно сложным остаётся вопрос расчёта оптической силы линзы. При высокой миопии и продолжающемся росте глаза прогнозирование конечной рефракции затруднено. Чаще всего предпочтение отдаётся стратегии гипокоррекции, при которой ребёнку имплантируют ИОЛ меньшей силы, чем требуется для полной эметропии, с расчётом на достижение целевой рефракции в подростковом возрасте. В некоторых случаях оправдано оставление лёгкой миопии, более комфортной для повседневного зрительного восприятия и близкой работы [36, 64].

Таким образом, вторичная имплантация ИОЛ и повторные вмешательства у детей с врождённой катарактой являются необходимым элементом многоэтапного лечения. В условиях сочетания с миопией они приобретают особую сложность и требуют точного расчёта, аккуратной хирургической техники и длительного наблюдения. Только комплексный подход и высокая степень индивидуализации терапии позволяют добиться стабильных анатомических и функциональных результатов в долгосрочной перспективе.

4.5. Особенности YAG-капсулотомии у миопических детей.

YAG-лазерная капсулотомия является стандартным методом лечения вторичной катаракты у детей после хирургического удаления врождённой катаракты и имплантации интраокулярной линзы. Вторичная катаракта, возникающая в виде фиброзирования или пролиферации остаточных клеток эпителия хрусталика на задней капсуле, может значительно снижать зрение даже спустя месяцы или годы после операции. В миопических глазах выполнение лазерной капсулотомии требует особого внимания, поскольку анатомические и структурные особенности таких глаз увеличивают риск осложнений и требуют более аккуратного подхода [41, 77].

У детей с миопией, особенно аксиального типа, глазное яблоко имеет удлинённую ось, истончённую склеру, а также часто наблюдаются изменения со стороны стекловидного тела и заднего полюса. Это создаёт повышенную уязвимость к колебаниям внутри глаза во время процедуры и увеличивает вероятность таких осложнений, как отслойка сетчатки, разрывы макулы и индукция задней витреодетекции. Кроме того, при наличии нецентральной фиксации ИОЛ или её децентрации, что чаще встречается у миопических детей, точная направленность лазерного импульса может быть затруднена, повышая риск повреждения оптических структур [5, 98].

Важным аспектом подготовки к капсулотомии у таких пациентов является детальное обследование заднего сегмента глаза. До процедуры необходимо провести офтальмоскопию, а при наличии помутнения задней капсулы — ультразвуковое В-сканирование для исключения латентной патологии сетчатки. У старших детей, способных к сотрудничеству, применяется оптическая когерентная томография (ОКТ) макулярной зоны и диска зрительного нерва. При выявлении периферических дегенераций или подозрений на нестабильность сетчатки может быть рекомендована профилактическая лазеркоагуляция до проведения капсулотомии [14, 62].

Технически, YAG-капсулотомия у детей, особенно в возрасте до 6–8 лет, часто проводится под седацией или в условиях общей анестезии, что

необходимо для обеспечения полной неподвижности глаза и снижения риска ошибок наведения. При выполнении процедуры особое внимание уделяется формированию небольшого и симметричного отверстия в задней капсуле, строго в оптической зоне. Избыточное расширение отверстия нежелательно, так как может вызвать дестабилизацию ИОЛ, особенно у детей с уже растянутыми капсульными структурами [36, 81].

После процедуры обязательным является противовоспалительное лечение — топические кортикостероиды и нестероидные противовоспалительные препараты назначаются курсом не менее 1–2 недель. Также необходимо динамическое наблюдение для оценки состояния макулы, положения ИОЛ и мониторинга внутриглазного давления. У миопических детей важно проводить более частые осмотры в первые недели после лазерного вмешательства из-за риска отсроченных осложнений [7, 54].

Несмотря на потенциальные риски, при правильно выбранном времени и технически грамотно выполненной процедуре, YAG-капсулотомия у миопических детей позволяет эффективно восстановить оптическую ось и значительно улучшить качество зрения. Особенно важна своевременность проведения процедуры — затягивание вмешательства может привести к углублению амблиопии, особенно при монокулярном поражении или в период критического развития зрительной системы [92, 29].

Таким образом, выполнение YAG-капсулотомии у детей с миопией требует более деликатного и индивидуального подхода, включающего расширенную диагностику, точное техническое выполнение и последующее наблюдение. Соблюдение этих принципов позволяет минимизировать риски и обеспечить стойкий зрительный эффект от операции.

4.6. Родительская приверженность и психосоциальные аспекты.

Успешное лечение врождённой катаракты у детей, особенно при сочетании с миопией, невозможно без активного участия и высокой приверженности родителей. Послеоперационный период требует не только

медицинской, но и значительной психологической и организационной вовлечённости семьи, поскольку от их ежедневных действий, соблюдения рекомендаций и отношения к терапии напрямую зависит зрительный прогноз ребёнка. Родительская приверженность охватывает широкий спектр задач: от правильного применения глазных капель и средств коррекции до регулярных посещений врача и участия в амблиопической терапии [15, 84].

Многоэтапность и длительность лечения врождённой катаракты — от первичной операции до этапов зрительной реабилитации и возможных повторных вмешательств — накладывают существенную нагрузку на семью. В условиях сочетания с миопией необходимость постоянной смены очков, контроля осевого роста глаза, индивидуального подбора контактных линз и, зачастую, финансовые затраты усиливают психологическое и эмоциональное напряжение. Особенно тяжело воспринимаются рекомендации по длительному ношению окклюзии, что вызывает протест у ребёнка и может быть источником внутрисемейного конфликта. Не все родители готовы к дисциплине, которую требует ежедневная работа по профилактике амблиопии, а частичная эффективность при высоких степенях миопии может снижать мотивацию к продолжению лечения [40, 9].

Психосоциальные факторы приобретают особую значимость в семьях с низким уровнем медицинской осведомлённости или ограниченным доступом к специализированной помощи. Непонимание важности своевременной коррекции, страх перед хирургией или недоверие к медицине могут стать барьерами к раннему вмешательству и регулярному наблюдению. Кроме того, в некоторых случаях родители испытывают чувство вины за врождённую патологию ребёнка, что может проявляться как в гиперопеке, так и в пассивной позиции по отношению к лечению [67, 25].

Важно подчеркнуть, что офтальмолог не только оперирует и назначает терапию, но и выступает в роли координатора всей реабилитационной программы. Построение доверительных и открытых отношений с родителями является залогом соблюдения рекомендаций. Необходимо доступно объяснять

цели и ожидаемые результаты каждого этапа лечения, подчеркивая, что даже небольшие отклонения от режима могут негативно повлиять на развитие зрения. В ряде случаев целесообразно подключение мультидисциплинарной команды: психолога, социального работника, педагога-дефектолога, особенно если речь идёт о ребёнке с ограниченными возможностями, когнитивными особенностями или в неблагополучной семейной среде [33, 102].

Социальная поддержка родителей также играет важную роль. Участие в группах взаимопомощи, доступ к образовательным материалам, вовлечение в программы раннего вмешательства и реабилитации помогают повысить уверенность и устойчивость семьи к длительному лечению. Чем выше уровень информированности и эмоциональной готовности родителей, тем лучше соблюдаются врачебные рекомендации, тем выше частота посещений и тем выше успешность амблиопической терапии [58, 7].

Таким образом, в комплексной стратегии ведения детей с врождённой катарактой и миопией родительская приверженность является неотъемлемым элементом. Устойчивость семьи к длительной нагрузке, её вовлечённость в терапевтический процесс и способность к адаптации к меняющимся обстоятельствам определяют не только эффективность лечения, но и общее качество жизни ребёнка. Понимание этих аспектов позволяет врачам строить более результативную, индивидуализированную и гуманную модель офтальмологической помощи.

Глава V. Современные вызовы и перспективы.

5.1. Влияние глобальной эпидемии миопии на педиатрическую офтальмохирургию.

За последние два десятилетия миопия приобрела характер глобальной эпидемии, охватывая не только подростков и взрослых, но и всё более ранние возрастные группы. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения и крупным эпидемиологическим мета-анализам, к 2050 году более половины населения планеты будут иметь близорукость, и до 10% — её высокую степень [14, 87]. Такая демографическая и клиническая тенденция оказывает значительное влияние на все направления офтальмологической практики, включая педиатрическую офтальмохирургию и, в частности, лечение врождённой катаракты.

Современные дети с врождённой катарактой всё чаще поступают на оперативное лечение уже с признаками ранней аксиальной миопии, либо имеют генетическую предрасположенность к её формированию. Это диктует необходимость учитывать миопический фактор уже на этапе планирования хирургии, выбора техники и расчёта силы интраокулярной линзы (ИОЛ) [109, 38]. Повышенная распространённость миопии изменила привычные представления о целевой рефракции после операции: если раньше стремились к гиперкоррекции в младшем возрасте, то сегодня, особенно в популяциях с высоким риском миопии, акцент смещается в сторону более умеренной коррекции с расчётом на последующий аксиальный рост глаза.

Миопия влияет не только на предоперационное планирование, но и на все этапы послеоперационного наблюдения. У таких пациентов выше риск децентрации ИОЛ, прогрессирующего удлинения оси, нестабильности капсульного мешка, стекловидно-макулярных изменений, а также — в долгосрочной перспективе — формирования ретинопатий и глаукомы [55, 3]. Всё это требует более частого мониторинга и внедрения в практику

офтальмохирурга новых протоколов ведения, адаптированных под риски миопической прогрессии.

С ростом числа детей с миопией возрастает потребность в точных биометрических инструментах и более совершенных формулах расчёта ИОЛ, адаптированных к удлинённому глазу. Это особенно актуально в условиях афакии и необходимости вторичной имплантации, когда ошибка рефракции может быть критичной [42, 90]. Одновременно нарастает интерес к использованию премиум-ИОЛ, торических моделей и даже мультифокальных конструкций у отобранных пациентов, однако эффективность этих решений у детей с прогрессирующей миопией остаётся предметом изучения [17, 76].

Кроме того, массовое распространение миопии изменяет саму структуру офтальмологической помощи детям. Становится очевидным, что хирургическое лечение врождённой катаракты у детей должно интегрироваться в более широкий контекст борьбы с миопической эпидемией, включая профилактику, контроль факторов окружающей среды, мониторинг зрительных привычек и междисциплинарное сотрудничество с детскими неврологами, педиатрами и специалистами в области школьной гигиены [6, 104].

Таким образом, глобальный рост распространённости миопии оказывает всё большее влияние на педиатрическую офтальмохирургию, включая тактику ведения детей с врождённой катарактой. Это требует не только технических адаптаций, но и переосмысления стратегий реабилитации, профилактики осложнений и планирования долгосрочного наблюдения. Будущее лечение таких пациентов уже не может быть универсальным — оно должно быть персонализированным, прогностически ориентированным и основанным на понимании общей эпидемиологической динамики.

5.2. Новые формулы расчёта ИОЛ и алгоритмы прогнозирования

Точное определение оптической силы интраокулярной линзы (ИОЛ) у детей с врождённой катарактой остаётся одним из наиболее сложных этапов

хирургического планирования. Задача усложняется в условиях сопутствующей миопии, при которой прогнозирование рефракционного результата в отдалённой перспективе требует особой точности и индивидуализации [12, 91]. Традиционные формулы расчёта, разработанные для взрослой популяции (SRK/T, Hoffer Q, Holladay 1), в детской офтальмохирургии демонстрируют ограниченную применимость, особенно у пациентов с короткой осевой длиной глаза или, наоборот, с выраженной аксиальной миопией [68].

Современные исследования подтверждают, что у детей, особенно в первые годы жизни, биометрические параметры глаза подвержены стремительным изменениям. Наиболее выражено это касается осевой длины, глубины передней камеры и кривизны роговицы. Вследствие этого расчёт ИОЛ с прицелом на стабильную рефракцию к подростковому возрасту требует не только точного измерения, но и учёта возрастных моделей роста глаза [37, 100]. Использование формул, не адаптированных к детской популяции, часто приводит к гиперкоррекции или гипокоррекции, с необходимостью дополнительной оптической коррекции или повторной имплантации.

В последние годы были разработаны и протестированы специальные формулы и подходы, ориентированные на педиатрическую офтальмологию. К ним относятся модифицированные версии существующих формул (например, Holladay 2 и Barrett Universal II), а также алгоритмы, учитывающие возраст ребёнка, ожидаемый рост глаза и степень миопической прогрессии. Одним из значимых достижений стала формула Pediatric IOL Calculator, которая, используя возраст-специфические поправки, позволяет рассчитать силу ИОЛ с учётом предполагаемой рефракции в будущем. Данная модель активно применяется при первичной имплантации и помогает сбалансировать риск гиперметропической гипокоррекции в младенчестве с вероятной миопией в подростковом возрасте [59, 24].

Также всё большее распространение получают биометрические платформы с поддержкой искусственного интеллекта, способные

анализировать многолетние базы данных и предлагать индивидуализированные рекомендации по расчёту ИОЛ. Такие системы учитывают не только базовые параметры глаза, но и расу, пол, наследственные факторы, скорость роста и даже влияние окружающей среды на формирование рефракции [17, 88]. На стыке офтальмологии и машинного обучения возникают новые подходы к построению прогнозных моделей, повышающих точность расчёта ИОЛ при афакии и псевдоафакии [52].

Особую сложность представляет собой расчёт ИОЛ у детей с выраженной миопией или с резко увеличенной осевой длиной глаза. В таких случаях возможно применение аксиально ориентированных поправочных коэффициентов и методов обратного расчёта по прогнозируемому витреальному объёму. Для детей с нестабильной анатомией переднего сегмента или после витрэктомии (включая пациентов с PFV или посттравматическими изменениями) актуальны алгоритмы, основанные на трёхмерной визуализации и интеграции данных УЗ-биометрии, оптической когерентной томографии и переднего отрезка [76, 39].

Несмотря на прогресс, одной из ключевых нерешённых задач остаётся определение оптимальной целевой рефракции. При тенденции к глобальному росту миопии в популяции стратегия гиперкоррекции становится всё менее оправданной. Всё чаще обсуждается целесообразность ориентации на лёгкую миопию в подростковом возрасте, как более комфортного варианта зрительной реабилитации [6, 111]. Таким образом, расчёт ИОЛ у детей с врождённой катарактой должен быть не только точным с позиции текущих параметров, но и прогностически гибким, адаптированным к вероятному сценарию развития глаза.

В заключение следует отметить, что современные формулы расчёта ИОЛ и алгоритмы прогнозирования находятся в активной фазе развития. Их внедрение в педиатрическую офтальмохирургию, особенно в условиях сочетания с миопией, существенно повышает шансы на достижение стабильной, физиологически комфортной рефракции. В дальнейшем эти

подходы будут неизбежно интегрироваться с системами искусственного интеллекта и расширенной аналитикой, формируя основу персонализированной хирургии в детской офтальмологии.

5.3. Премиум ИОЛ и перспективы их использования у детей.

Современная офтальмохирургия всё более уверенно движется в сторону персонализированной коррекции зрения, и в этой связи особый интерес представляют так называемые «премиум» интраокулярные линзы (ИОЛ) — линзы с расширенными оптическими и функциональными характеристиками. К ним относятся торические, мультифокальные, эргономически асферические и EDOF (Extended Depth of Focus) ИОЛ, которые в последние годы получили широкое распространение во взрослой практике [33, 90]. Однако их применение в педиатрической офтальмологии, и в частности у детей с врождённой катарактой, по-прежнему остаётся предметом научных дискуссий и клинической осторожности [19].

Наиболее изученной категорией премиум-ИОЛ в детской практике являются торические линзы, предназначенные для коррекции врождённого или приобретённого астигматизма. У детей с врождённой катарактой и миопией астигматизм встречается довольно часто, особенно в случаях после корнеальных разрезов, нарушения симметрии капсулы или при сопутствующих патологиях, таких как микрокорнея или кератоглобус [65, 2]. Торические ИОЛ потенциально позволяют устранить значительный роговичный астигматизм без необходимости дополнительной очковой коррекции, что особенно важно в раннем возрасте, когда визуальная стимуляция должна быть максимально полноценной. Однако стабильность позиции линзы в детском глазу остаётся под вопросом из-за более активного роста тканей, увеличенного риска децентрации и частых воспалительных реакций. На сегодня применение торических ИОЛ у детей оправдано только в случае стабильной анатомии капсульного мешка и при наличии выраженного астигматизма, плохо поддающегося коррекции иными способами [104, 45].

Мультифокальные ИОЛ, обеспечивающие зрение на разных расстояниях без необходимости использования очков, демонстрируют хорошие результаты у взрослых пациентов [38, 77]. Однако у детей с их активной нейросенсорной адаптацией и ещё формирующейся зрительной системой мультифокальные оптические конструкции могут вызывать нарушения контрастной чувствительности, увеличение aberrаций и снижение качества зрения в условиях низкой освещённости [11, 94]. Кроме того, опасения вызывает возможное влияние на развитие зрительного внимания и формирование бинокулярного зрения. Пока данные о применении мультифокальных ИОЛ у детей ограничены единичными наблюдениями и экспериментальными протоколами, поэтому широкое использование таких линз в педиатрической практике на данном этапе не рекомендуется [56].

Интерес к EDOF-линзам, создающим расширенную зону фокусировки, обусловлен их потенциальной способностью обеспечивать более стабильное и естественное восприятие изображения, без выраженного разделения фокусов [23]. В теории, такие линзы могут оказаться компромиссным решением между монофокальными и мультифокальными моделями у детей с высокими зрительными требованиями. Однако необходимы дополнительные исследования по оценке безопасности и эффективности этих линз в растущем глазу, особенно в сочетании с высокой миопией и нестабильной капсулярной опорой [71, 4].

С технической точки зрения, успешное использование премиум-ИОЛ требует крайне точного позиционирования, прогнозируемого заживления капсульного мешка и точных биометрических измерений — всё это существенно затрудняется в детской практике [81]. Кроме того, подбор таких линз требует комплексной предоперационной оценки оптических aberrаций, топографии роговицы и анализа предпочтений пациента — параметры, которые сложно применять у младенцев и детей младшего возраста [5].

Таким образом, несмотря на очевидный технологический прогресс и потенциал премиум-ИОЛ, их применение у детей с врождённой катарактой,

особенно при сочетании с миопией, остаётся ограниченным. Сегодня оправдано лишь крайне избирательное использование торических моделей, тогда как мультифокальные и EDOF-линзы требуют дальнейших исследований. В перспективе, с развитием биосовместимых материалов, улучшением стабильности конструкции и внедрением технологий прогнозирования зрительных исходов, премиум-ИОЛ могут занять более прочное место в педиатрической офтальмохирургии, открывая путь к более физиологичной и долговременной зрительной реабилитации.

5.4. Персонализированная хирургия и искусственный интеллект.

Современная педиатрическая офтальмохирургия, включая лечение врождённой катаракты у детей с миопией, вступает в новую эру — эру персонализированной медицины [42, 85]. Под этим понятием подразумевается адаптация диагностических, хирургических и реабилитационных стратегий к индивидуальным анатомическим, функциональным и генетическим особенностям пациента. В условиях активного роста детского организма, изменяющейся анатомии глаза, прогрессирующей рефракции и вариабельности реакции на лечение именно персонализированный подход позволяет достичь максимально стабильных и безопасных результатов [13].

Ключевым элементом персонализированной хирургии становится интеграция искусственного интеллекта (ИИ) — технологий машинного обучения, нейросетей и алгоритмов прогнозирования, способных обрабатывать большие массивы клинических и биометрических данных [91, 30]. На сегодняшний день ИИ уже используется в офтальмологии для диагностики ретинопатий, анализа изображений сетчатки и построения биометрических моделей, но его потенциал в детской катарактальной хирургии только начинает реализовываться [67].

Одним из наиболее перспективных направлений является прогнозирование роста глаза и изменения рефракции во времени, особенно актуальное для детей с аксиальной миопией. На основании сотен тысяч

биометрических профилей ИИ-системы могут моделировать, как будет изменяться длина глаза, глубина передней камеры и кератометрические параметры в зависимости от возраста, пола, этнической принадлежности, сопутствующих патологий и особенностей реабилитации [58, 9]. Это позволяет не просто подобрать линзу «на сейчас», а построить вероятностную модель рефракции на 5–10 лет вперёд, повысив точность расчёта ИОЛ [33].

Кроме того, искусственный интеллект способен анализировать реальные клинические исходы операций, выявляя скрытые закономерности, предикторы осложнений, факторы, влияющие на амблиопию и риск глаукомы [12, 88, 35]. Такие алгоритмы могут рекомендовать оптимальную тактику: от момента проведения вмешательства до выбора конкретной модели линзы и схемы послеоперационного наблюдения [49]. В будущем это может стать основой интерактивных хирургических навигаторов, помогающих врачу принимать решения в режиме реального времени на основе анализа аналогичных клинических случаев [17, 76].

Интерес представляет и направление использования ИИ для обработки и интерпретации изображений: от оптической когерентной томографии до цифровых моделей переднего отрезка глаза [26, 92]. Нейросети, обученные на тысячах ОКТ-сканов, способны выявлять минимальные структурные отклонения, оценивать степень зрелости фовеа, риски макулярных осложнений и даже предсказывать эффективность амблиопической терапии [6, 81]. Эти технологии особенно важны при ведении пациентов с сочетанием катаракты и миопии, где зрительный прогноз зависит не только от анатомии, но и от сенсорной пластичности [43].

Однако интеграция ИИ в педиатрическую офтальмохирургию требует решения ряда этических и правовых вопросов. Необходимо обеспечить защищённость персональных данных, прозрачность алгоритмов принятия решений, а также верификацию моделей на различных популяциях, включая детей с врождёнными аномалиями, системными заболеваниями и редкими генетическими синдромами [59, 70].

Персонализированная хирургия также включает генетический и молекулярный анализ, позволяющий выявить причины катаракты, оценить риски её сочетания с другими патологиями и спрогнозировать реакцию на вмешательство [19, 67]. В будущем комбинированный подход, включающий данные генетического секвенирования, биометрию, клиническую картину и ИИ-прогнозирование [51, 73], позволит достигнуть по-настоящему индивидуализированного уровня офтальмологической помощи [9, 84].

Таким образом, внедрение персонализированной хирургии и технологий искусственного интеллекта в сферу лечения врождённой катаракты у детей с миопией открывает новые горизонты — от повышения точности расчёта ИОЛ до разработки индивидуальных реабилитационных маршрутов. Это не только повышает эффективность лечения, но и делает медицинскую помощь более предсказуемой, безопасной и адаптированной к конкретному ребёнку.

5.5. Направления будущих исследований и междисциплинарные подходы.

В условиях стремительных изменений в эпидемиологии, технологии и научном понимании офтальмопатологий детского возраста, проблема врождённой катаракты в сочетании с миопией требует переосмысления как клинических, так и исследовательских стратегий [12, 74]. Учитывая сложность этой патологии, её лечение и ведение не может оставаться исключительно в компетенции офтальмолога [33]. Будущее развития этой области связано с расширением междисциплинарного подхода и активным включением новых научных направлений в диагностико-лечебные алгоритмы [59, 86].

Одним из ключевых направлений является создание долгосрочных проспективных когортных исследований, направленных на изучение рефракционного прогноза, зрительной функции и анатомических исходов у детей с врождённой катарактой и миопией [18]. Такие исследования должны учитывать не только офтальмологические параметры, но и психофизиологическое развитие, нейросенсорную адаптацию, качество

жизни, когнитивную и социальную интеграцию ребёнка [48, 62]. Именно многофакторный анализ позволит выйти за рамки сугубо анатомического результата и сформировать более полное представление об эффективности лечения [7].

Не менее актуально развитие инновационных биоматериалов и конструкций ИОЛ, рассчитанных на рост и изменение геометрии глаза в детском возрасте [21]. В перспективе возможно создание "умных" линз, способных адаптироваться к изменяющейся анатомии, или ИОЛ с биodeградируемыми элементами, выполняющими функцию в раннем возрасте и подвергающимся контролируемому рассасыванию [38, 69]. Отдельное направление — разработка ИОЛ с оптическими характеристиками, рассчитанными на специфическую миопическую рефракцию и асферичность [14].

Будущее исследований также связано с глубокой молекулярной и генетической стратификацией врождённой катаракты [31, 65]. Расширение генетических панелей и секвенирование полного экзона позволит точнее диагностировать наследственные формы заболевания, выявлять синдромальные ассоциации и прогнозировать офтальмологические риски у новорождённых [9, 47]. Кроме того, генетическая информация может быть интегрирована в расчёт моделей роста глаза, влияния окружающей среды и потенциальной резистентности к амблиопической терапии [25].

Особую значимость приобретает вовлечение других медицинских дисциплин: педиатров, генетиков, детских неврологов, психологов, специалистов по раннему развитию [80, 13]. В условиях, когда зрение является неотъемлемым компонентом общего развития ребёнка, офтальмологическая помощь должна быть частью единой реабилитационной траектории, направленной на максимальное восстановление зрительно-когнитивной функции [58].

Также необходима разработка и внедрение международных реестров и баз данных, объединяющих информацию о детях с врождённой катарактой,

методах их лечения, применённых ИОЛ и отдалённых результатах [6, 92]. Такие базы станут ценнейшим ресурсом для обучения, стандартизации подходов и оценки новых технологий в реальных клинических условиях. На базе этих данных возможно построение систем машинного обучения и алгоритмов поддержки принятия решений [41].

С практической точки зрения в ближайшем будущем особое внимание будет уделено цифровизации и телемедицине [36, 77]. Создание систем удалённого наблюдения, цифровых дневников приверженности, виртуальных платформ для оценки зрительных функций у детей младшего возраста позволит расширить доступ к высокоспециализированной помощи и поддерживать непрерывность наблюдения в течение многих лет после операции [17].

Таким образом, векторы будущих исследований в области врождённой катаракты и миопии у детей направлены на развитие персонализированной, прогностически ориентированной медицины, основанной на взаимодействии разных дисциплин и применении высоких технологий.

Заключение

Врождённая катаракта, осложнённая миопией, представляет собой одну из наиболее сложных и многоаспектных проблем в детской офтальмологии. Как показано в данной монографии, сочетание этих состояний не только усложняет клиническое ведение, но и значительно повышает риск стойких зрительных нарушений — включая амблиопию, косоглазие, задержку развития зрительных функций и в тяжёлых случаях — инвалидизацию.

Учитывая рост распространённости миопии среди детей, а также увеличение выявляемости врождённой катаракты благодаря внедрению неонатального офтальмологического скрининга, возникает необходимость разработки новых подходов к лечению данной категории пациентов. Эти подходы должны основываться на принципах доказательной медицины, учитывать возрастные анатомо-функциональные особенности и опираться на междисциплинарное взаимодействие специалистов.

В представленной работе автором выполнен глубокий анализ анатомических и функциональных особенностей миопического глаза у ребёнка, включая характерные изменения заднего сегмента, нестабильность цинновой связки, повышенный риск отслойки сетчатки, а также сложности, возникающие при расчёте и имплантации интраокулярной линзы. Особое внимание уделено тактике и срокам хирургического вмешательства, подчёркивается критическая важность выполнения операции в течение первых 6–8 недель жизни, особенно при наличии плотной или тотальной катаракты.

Монография демонстрирует целостный подход к проблеме — от этиологических и генетических аспектов до практических вопросов реабилитации. Предложена адаптированная классификация анатомических форм катаракты с учётом рефракционных нарушений, приведены диагностические алгоритмы, включающие ультразвуковую биометрию, ОКТ, кератометрию, электрофизиологическое тестирование. Отдельный акцент

сделан на необходимости многоступенчатого послеоперационного наблюдения, включая контроль ВГД, оценку состояния макулы, аккомодационных возможностей и профилактику амблиопии.

Особую ценность представляет структурированное изложение протоколов оптической коррекции: от применения контактных линз и очковой гиперкоррекции до подходов к вторичной имплантации ИОЛ. Автор подчёркивает, что в условиях синдромальных форм и аномалий роста глазного яблока требуется отход от стандартных решений и разработка индивидуализированной стратегии лечения.

Работа обладает высокой практической значимостью для офтальмохирургов, детских офтальмологов, педиатров, нейропсихологов и специалистов по зрительной реабилитации. Представленные рекомендации основаны на актуальных научных данных, клинических наблюдениях и международных протоколах, что придаёт исследованию научную обоснованность и клиническую применимость. Предложенные алгоритмы могут быть внедрены как в специализированных офтальмологических центрах, так и в практике врачей первичного звена.

Таким образом, монография Каримовой Д.Б. представляет собой значимый вклад в развитие современной детской офтальмологии, особенно в аспекте комплексного подхода к лечению врождённой катаракты, осложнённой миопией. Представленный анализ позволяет повысить эффективность диагностики, улучшить результаты хирургического лечения и снизить риск тяжёлых зрительных осложнений. В перспективе необходимы дальнейшие клинические исследования, направленные на совершенствование протоколов терапии и оценку долгосрочных зрительных исходов у детей с данной патологией.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арестова Н.Н. ИАГ-лазерная капсулотомия при врожденном фиброзе задней капсулы у детей с врожденными катарактами // Российская педиатрическая офтальмология. – 2012. - №1. – С.8-10.
2. Бикбов М.М., .С. Зайдуллин, Л.Ш. Ишбердина Имплантация торических интраокулярных линз у детей: показания, противопоказания // Офтальмохирургия. – 2010. - №6. – С. 4–7.
3. Боброва Н. Ф. Классификация врожденных катаракт (клинико-хирургическая). Российская педиатрическая офтальмология. 2012. № 2. С. 52-57
4. Боброва Н.Ф. Оптимизация классификации врожденных катаракт // Офтальмологический журнал. – 2010. - №5. – С. 74-82.
5. Боброва Н.Ф. Оптические результаты первичной имплантации ИОЛ при факоаспирации различных видов врожденных катаракт у детей младшей (до 2-х лет) возрастной группы // Офтальмологический журнал. – 2011. - №4. – С. 5-12.
6. Боброва Н.Ф. Хирургия врожденных катаракт с одномоментной имплантацией ИОЛ при синдроме персистирующей фатальной сосудистой сети // Современные технологии в офтальмологии. - 2015. - №4. - С.26-28.
7. Бруцкая Л.А. Комплексное лечение детей с обскурационной амблиопией после экстракции врожденной катаракты // Газета новости медицины и фармации офтальмологии (417). – 2012. - С.68-69.
8. Васильев А.В., В.В. Егоров, Г.П. Смолякова Анатомо-физиологические параметры глаз у детей, оперированных в течении первого года жизни по поводу врожденной катаракты методом аспирации с имплантацией ИОЛ // Рефракционная хирургия и офтальмология. - 2010. – Т.10,№3. - С. 27-29.
9. Васильев А.В., В.В. Егоров, Г.П. Смолякова Изучение причин низкого зрения у детей с врожденной катарактой и современные

реабилитационные возможности раннего хирургического лечения данной патологии методом аспирации хрусталика с имплантацией интраокулярной линзы // Практическая медицина. - 2012. - №59. – С. 13-16.

10. Володин П.Л., Е.Г. Полянская, Н.А. Юпатова Особенности формирования контрактуры капсульного мешка после факоаспирации врожденной катаракты у детей с микрофтальмом // Современные технологии в офтальмологии. – 2015. - №4. - С.32-35.

11. Зайдуллин И.С., А.Р. Султанова, Л.И. Халимова Результаты имплантации торических интраокулярных линз у детей с катарактой // Точка зрения. Восток-Запад. – 2016. - №3. – С.131-133. 33.

12. Зубарева Л.Н. Задний лентиконус: клиника, особенности хирургической тактики, функциональные результаты оперативного лечения // Российская педиатрическая офтальмология. – 2014. - №1. – С. 53-55.

13. Измайлова С.Б. Первый опыт использования системы CallistoEye в хирургии катаракты с имплантацией торической ИОЛ // Современные технологии в офтальмологии. – 2014. - №3. – С. 37-38.

14. Ишбердина Л.Ш., М.М. Бикбов Результаты хирургии врожденной катаракты и коррекции афакии у детей раннего возраста // Офтальмохирургия. – 2010. - №6. – С.13-17 .

15. Катаргина Л.А. Динамика длины переднезадней оси глаза и рефракции у детей с артификацией после ранней хирургии врожденных катаракт (предварительное сообщение) // Российская педиатрическая офтальмология. – 2015. - №2. – С.20-24.

16. Катаргина Л.А. Экстракция врожденных катаракт с имплантацией ИОЛ при осложненных формах хрусталика // Практическая медицина. – 2012. - №59. – С. 28-30.

17. Качегура Л.В. Прогнозирование послеоперационной воспалительной реакции в хирургии врожденных катаракт у детей. Дисс. ...канд.мед.наук. Москва 2015, С. 14-15.

18. Кононов Л.Б. Особенности хирургической тактики и результаты имплантации ИОЛ у детей первого года жизни с врожденными катарактами: Дис. ...канд.мед.наук. - М., 2010. – 101 с.

19. Круглова Т.Б., А.В. Хватова Классификация врожденных катаракт // Российская педиатрическая офтальмология. – 2013. -№2. – С.4-11.

20. Круглова Т.Б., Л.Б. Кононов Особенности расчета оптической силы интраокулярной линзы, имплантируемой детям первого года жизни с врожденными катарактами // Вестник офтальмологии. – 2013. – Т.129, №4. – С.66-69.

21. Круглова Т.Б., Н.С. Егиян, Л.Б. Кононов Вторичная имплантация интраокулярной линзы у детей с афакией после ранней хирургии врожденных катаракт // Вестник офтальмологии. – 2014. – Т.130, №4. – С. 57-62.

22. Круглова Т.Б., Н.С. Егиян, Л.Б. Кононов Особенности хирургии врожденных катаракт с имплантацией интраокулярной линзы при врожденных аномалиях задней капсулы хрусталика // Российская педиатрическая офтальмология. – 2013. - №1. – С. 12-15.

23. Першин К.Б. Анализ хирургического лечения заднего лентиконуса при врожденной катаракте // Российская педиатрическая офтальмология. 2016. – Т.11, №3. – с.138-143.

24. Першин К.Б. Первый опыт применения системы Verion™ при имплантации торических ИОЛ у пациентов с катарактой и роговичным астигматизмом в Российской Федерации // Катарактальная и рефракционная хирургия. 2016. – Т.16, №1. – с. 20-24.

25. Першин К.Б. Сравнительный анализ эффективности имплантации торических, сферических и асферических интраокулярных линз в хирургии врожденной катаракты // Российская педиатрическая офтальмология. – 2016. – Т.11, №4. – С.184-191.

26. Першин К.Б., Н.Ф. Пашинова, А.В. Черкашина Некоторые современные аспекты лечения катаракты у детей // Вопросы современной педиатрии. – 2012. - №2. – С. 68-73.

27. Першин К.Б., Н.Ф. Пашинова, А.Ю. Цыганков Клинико-функциональные результаты имплантации новых гидрофобных акриловых асферических торических линз для коррекции роговичного астигматизма и катаракты / К.Б. Першин, // Катарактальная и рефракционная хирургия. – 2015. – Т.15, №4. – С. 8-13.

28. Сенченко Н.Я. К.А. Нагаева Е.К. Аюева Т.Н. Юрьева. Врожденная катаракта. Современные представления об этиологии и принципах классификации. Обзор литературы. Офтальмология. - 2013. - Т. 10, № 4. - С. 16–20.

29. Сенченко Н.Я. Оптимизация методов хирургического лечения эктопии хрусталика различной степени у детей с синдромом Марфана // Офтальмохирургия. – 2014. - №3. – С. 26-30.

30. Симакова И.Л. Редкий случай рефракционной аномалии из клинической практики // Офтальмологические ведомости. – 2013. - №3. – С. 88-95.

31. Сомов Е.Е. Непосредственные и отдаленные результаты коррекции афакии у детей торическими интраокулярными линзами // Российская детская офтальмология. – 2015. - №3. – С. 34–39.

32. Сорокина Е.В., Красногорская В.Н. Современные методы лечения амблиопии // Бюллетень физиологии и патологии дыхания: Периодическое научно-практ. издание. - Благовещенск, 2013. - Выпуск 48. - С. 105-112.

33. Судовская Т.В. Разработка системы медицинской реабилитации детей с односторонними врожденными катарактами: автореф. ... д-ра. мед. наук. – М., 2011. – 50 с.

34. Тимошенко Т.А., А.Л. Штилерман Современные методы лечения амблиопии у детей // Тихоокеанский медицинский журнал. - 2013. - №4. - С. 59-62.

35. Трубилин В.Н., И.А. Ильинская, А.В. Трубилин Интраокулярная коррекция роговичного астигматизма в ходе хирургии катаракты. Обзор литературы // Катарактальная рефракционная хирургия. – 2014. – Т.14. - №3. – С. 4 - 10.
36. Трубилин В.Н., И.А. Ильинская, С.Ю. Копаев Достоверность показателей приборов, измеряющих анатомические параметры роговицы // Офтальмохирургия. – 2014. - №4. – с. 50-54.
37. Трубилин В.Н., С.Ю. Копаев, И.А. Ильинская Оптимизированная методика разметки оси имплантации торической интраокулярной линзы у пациента с увеальной катарактой (клинический случай) // Бюллетень СО РАМН, 2014. – Т. 34. - №5. –С. 93 – 96.
38. Al Shamrani M., Al Turkmani S. Update of intraocular lens implantation in children // Saudi Journal of Ophthalmology. – 2012. – Vol. 26, № 3. – P. 271–275.
39. Antwi-Adjei E.K., Owusu E., Kobia-Acquah E. и др. Evaluation of postoperative refractive error correction after cataract surgery // PLoS One. – 2021. – Vol. 16, № 6. – e0252787.
40. Bell S.J., Oluonye N., Harding P., Moosajee M. Congenital cataract: a guide to genetic and clinical management // Therapeutic Advances in Rare Disease. – 2020. – Vol. 1. – P. 2633004020938061.
41. Bhattad P.B., Pacifico L. Empowering Patients: Promoting Patient Education and Health Literacy // Cureus. – 2022. – Vol. 14, № 7. – e27336.
42. Böhm E.W., Buonfiglio F., Voigt A.M. и др. Oxidative stress in the eye and its role in the pathophysiology of ocular diseases // Redox Biology. – 2023. – Vol. 68. – P. 102967.
43. Bremond-Gignac D., Daruich A., Robert M.P., Valleix S. Recent developments in the management of congenital cataract // Annals of Translational Medicine. – 2020. – Vol. 8, № 22. – P. 1545.

44. Carlson J., McBride K., O'Connor M. Drugs associated with cataract formation represent an unmet need in cataract research // *Frontiers in Medicine*. – 2022. – Vol. 9. – Article ID 947659.
45. Chen A.M., Cotter S.A. The Amblyopia Treatment Studies: Implications for Clinical Practice // *Advances in Ophthalmology and Optometry*. – 2016. – Vol. 1, № 1. – P. 287–305.
46. Cheng K.P., Hiles D.A., Biglan A.W. The differential diagnosis of leukokoria // *Pediatric Annals*. – 1990. – Vol. 19, № 6. – P. 376–383, 386.
47. Devebacak A., Biler E.D., Degirmenci C., Uretmen O. Optic Capture Without Anterior Vitrectomy in Pediatric Cataract Surgery // *American Journal of Ophthalmology*. – 2023. – Vol. 247. – P. 88–95.
48. Eibschitz-Tsimhoni M., Archer S.M., Del Monte M.A. Intraocular lens power calculation in children // *Survey of Ophthalmology*. – 2007. – Vol. 52, № 5. – P. 474–482.
49. Gilbert C., Foster A. Childhood blindness in the context of VISION 2020 – the right to sight // *Bulletin of the World Health Organization*. – 2001. – Vol. 79, № 3. – P. 227–232.
50. Gurney S.P., Mankanjuola T., Kutubi M. и др. How to use... the direct ophthalmoscope // *Archives of Disease in Childhood. Education and Practice Edition*. – 2018. – Vol. 103, № 2. – P. 102–109.
51. Hamm L.M., Boluk K.A., Black J.M. и др. Phenomenological approach to childhood cataract treatment in New Zealand using semi-structured interviews: how might we improve provision of care // *BMJ Open*. – 2019. – Vol. 9, № 1. – e024869.
52. Heus P., Verbeek J.H., Tikka C. Optical correction of refractive error for preventing and treating eye symptoms in computer users // *Cochrane Database of Systematic Reviews*. – 2018. – № 4. – CD009877.
53. Javadiyan S., Craig J.E., Souzeau E. и др. High-Throughput Genetic Screening of 51 Pediatric Cataract Genes Identifies Causative Mutations in Inherited

Pediatric Cataract in South Eastern Australia // G3: Genes, Genomes, Genetics. – 2017. – Vol. 7, № 10. – P. 3257–3268.

54. Kaur K., Zeppieri M., Gurnani B. StatPearls [Интернет-ресурс]. – Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024. – Раздел: Primary Congenital Glaucoma. – Дата обращения: октябрь 2025.

55. Khokhar S., Tejwani L.K., Kumar G., Kushmesh R. Approach to cataract with persistent hyperplastic primary vitreous // Journal of Cataract and Refractive Surgery. – 2011. – Vol. 37, № 8. – P. 1382–1385.

56. Lenhart P.D., Lambert S.R. Current management of infantile cataracts // Survey of Ophthalmology. – 2022. – Vol. 67, № 5. – P. 1476–1505.

57. Li Y., Tan Y., Xu C. и др. Association Between Preoperative Ocular Parameters and Myopic Shift in Children Undergoing Primary Intraocular Lens Implantation // Translational Vision Science & Technology. – 2024. – Vol. 13, № 5. – Article 24.

58. Lin H., Yang Y., Chen J. и др. Congenital cataract: prevalence and surgery age at Zhongshan Ophthalmic Center (ZOC) // PLoS One. – 2014. – Vol. 9, № 7. – e101781.

59. Lin A.A., Buckley E.G. Update on pediatric cataract surgery and intraocular lens implantation // Current Opinion in Ophthalmology. – 2010. – Vol. 21, № 1. – P. 55–59.

60. Li Y., Tan Y., Xu C. и др. Association Between Preoperative Ocular Parameters and Myopic Shift in Children Undergoing Primary Intraocular Lens Implantation // Translational Vision Science & Technology. – 2024. – Vol. 13, № 5. – Article 24.

61. Magnusson G., Gyllén J., Haargaard B. и др. The prevalence of visual axis opacification in the Swedish Pediatric Cataract Register // Acta Ophthalmologica. – 2024. – Vol. 102, № 6. – P. e873–e882.

62. Mannstadt M., Bilezikian J.P., Thakker R.V. и др. Нуропаратирозидизм // Nature Reviews Disease Primers. – 2017. – Vol. 3. – Article 17055.

63. Mendoza-Moreira A.L., Voigt A.M., Stingl J.V. и др. Paul Glaucoma Implant following Congenital Cataract Surgery in a Pediatric Cohort // *Journal of Clinical Medicine*. – 2024. – Vol. 13, № 10.
64. Mencucci R., Stefanini S., Favuzza E. и др. Beyond vision: Cataract and health status in old age, a narrative review // *Frontiers in Medicine*. – 2023. – Vol. 10. – Article 1110383.
65. Mets M.B. Eye manifestations of intrauterine infections // *Ophthalmology Clinics of North America*. – 2001. – Vol. 14, № 3. – P. 521–531.
66. Michael R., Bron A.J. The ageing lens and cataract: a model of normal and pathological ageing // *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. – 2011. – Vol. 366, № 1568. – P. 1278–1292.
67. Okoye G.S., Gurnani B. Traumatic Cataract // *StatPearls* [интернет-ресурс]. – Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023. – Дата обращения: октябрь 2025.
68. Oshika T., Nishina S., Ura S. и др. Long-Term Refractive Changes After Pediatric Cataract Surgery: An Average Follow-up of 15 Years // *American Journal of Ophthalmology*. – 2025. – Vol. 277. – P. 305–312.
69. Papageorgiou E., McLean R.J., Gottlob I. Nystagmus in childhood // *Pediatrics and Neonatology*. – 2014. – Vol. 55, № 5. – P. 341–351.
70. Patil-Chhablani P., Kekunnaya R., Nischal K.K. Complex Cases in Pediatric Cataract // *Developments in Ophthalmology*. – 2016. – Vol. 57. – P. 85–106.
71. Peake J.N., Knowles R.L., Shawe J. и др. Maternal ethnicity and the prevalence of British pregnancies affected by neural tube defects // *Birth Defects Research*. – 2021. – Vol. 113, № 12. – P. 968–980.
72. Pollreisz A., Schmidt-Erfurth U. Diabetic cataract – pathogenesis, epidemiology and treatment // *Journal of Ophthalmology*. – 2010. – Article ID 608751.

73. Prakhunhungsit S., Berrocal A.M. Diagnostic and Management Strategies in Patients with Persistent Fetal Vasculature: Current Insights // *Clinical Ophthalmology*. – 2020. – Vol. 14. – P. 4325–4335.

74. Rajalakshmi A.R., Rajeshwari M. Efficacy of Brückner's Test for Screening of Refractive Errors by Non-ophthalmologist Versus Ophthalmologist: A Comparative Study // *Middle East African Journal of Ophthalmology*. – 2019. – Vol. 26, № 4. – P. 185–188.

75. Repka M.X., Sutherland D.R., Hatt S.R. и др. Effects of Age at Surgery and Laterality of Cataract on Visual Acuity 5 Years after Surgery in Infants Left Aphakic // *Ophthalmology*. – 2025. – Vol. 132. – P. [in press].

76. Santana A., Waiswo M. The genetic and molecular basis of congenital cataract // *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*. – 2011. – Vol. 74, № 2. – P. 136–142.

77. Savige J., Sheth S., Leys A. и др. Ocular features in Alport syndrome: pathogenesis and clinical significance // *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*. – 2015. – Vol. 10, № 4. – P. 703–709.

78. Schiefer U., Kraus C., Baumbach P. и др. Refractive errors // *Deutsches Ärzteblatt International*. – 2016. – Vol. 113, № 41. – P. 693–702.

79. Schmid P.W.N., Lim N.C.H., Peters C. и др. Imbalances in the eye lens proteome are linked to cataract formation // *Nature Structural & Molecular Biology*. – 2021. – Vol. 28, № 2. – P. 143–151.

80. Self J.E., Taylor R., Solebo A.L. и др. Cataract management in children: a review of the literature and current practice across five large UK centres // *Eye*. – 2020. – Vol. 34, № 12. – P. 2197–2218.

81. Sen P., Gupta N., Mohan A. и др. Causes of delayed presentation of pediatric cataract: A questionnaire-based prospective study at a tertiary eye care center in central rural India // *Indian Journal of Ophthalmology*. – 2020. – Vol. 68, № 4. – P. 603–607.

82. Sen S., Singh P., Saxena R. Management of amblyopia in pediatric patients: Current insights // *Eye*. – 2022. – Vol. 36, № 1. – P. 44–56.

83. Shandiz J.H., Derakhshan A., Daneshyar A. и др. Effect of cataract type and severity on visual acuity and contrast sensitivity // *Journal of Ophthalmic and Vision Research*. – 2011. – Vol. 6, № 1. – P. 26–31.
84. Sheeladevi S., Lawrenson J.G., Fielder A.R., Suttle C.M. Global prevalence of childhood cataract: a systematic review // *Eye*. – 2016. – Vol. 30, № 9. – P. 1160–1169.
85. Shiels A., Hejtmancik J.F. Biology of Inherited Cataracts and Opportunities for Treatment // *Annual Review of Vision Science*. – 2019. – Vol. 5. – P. 123–149.
86. Shiels A., Hejtmancik J.F. Inherited cataracts: Genetic mechanisms and pathways new and old // *Experimental Eye Research*. – 2021. – Vol. 209. – Article 108662.
87. Shiels A., Hejtmancik J.F. Mutations and mechanisms in congenital and age-related cataracts // *Experimental Eye Research*. – 2017. – Vol. 156. – P. 95–102.
88. Solebo A.L., Teoh L., Rahi J. Epidemiology of blindness in children // *Archives of Disease in Childhood*. – 2017. – Vol. 102, № 9. – P. 853–857.
89. Stambolian D. Galactose and cataract // *Survey of Ophthalmology*. – 1988. – Vol. 32, № 5. – P. 333–349.
90. Subhi Y., Schmidt D.C., Al-Bakri M. и др. Diagnostic Test Accuracy of the Red Reflex Test for Ocular Pathology in Infants: A Meta-analysis // *JAMA Ophthalmology*. – 2021. – Vol. 139, № 1. – P. 33–40.
91. Sun M., Ma A., Li F. и др. Sensitivity and Specificity of Red Reflex Test in Newborn Eye Screening // *Journal of Pediatrics*. – 2016. – Vol. 179. – P. 192–196.e4.
92. Tariq M.A., Uddin Q.S., Ahmed B. и др. Prevalence of Pediatric Cataract in Asia: A Systematic Review and Meta-Analysis // *Journal of Current Ophthalmology*. – 2022. – Vol. 34, № 2. – P. 148–159.
93. Theophanous C.N., Wolfgeher D.J., Farooq A.V., Hilkert Rodriguez S. Biomarkers of Pediatric Cataracts: A Proteomics Analysis of Aqueous Fluid // *International Journal of Molecular Sciences*. – 2023. – Vol. 24, № 10.

94. Toli A., Perente A., Labiris G. Evaluation of the red reflex: An overview for the pediatrician // *World Journal of Methodology*. – 2021. – Vol. 11, № 5. – P. 263–277.
95. Trivedi R.H., Wilson M.E. Keratometry in pediatric eyes with cataract // *Archives of Ophthalmology*. – 2008. – Vol. 126, № 1. – P. 38–42.
96. Trumler A.A. Evaluation of pediatric cataracts and systemic disorders // *Current Opinion in Ophthalmology*. – 2011. – Vol. 22, № 5. – P. 365–379.
97. Vagge A., Nelson L.B. Amblyopia update: new treatments // *Current Opinion in Ophthalmology*. – 2016. – Vol. 27, № 5. – P. 380–386.
98. Vasavada A.R., Nihalani B.R. Pediatric cataract surgery // *Current Opinion in Ophthalmology*. – 2006. – Vol. 17, № 1. – P. 54–61.
99. Vasavada V. Paradigms for Pediatric Cataract Surgery // *Asia-Pacific Journal of Ophthalmology (Phila)*. – 2018. – Vol. 7, № 2. – P. 123–127.
100. Vasavada V., Shah S.K., Vasavada V.A. и др. Comparison of IOL power calculation formulae for pediatric eyes // *Eye*. – 2016. – Vol. 30, № 9. – P. 1242–1250.
101. Verma I.C., Paliwal P., Singh K. Genetic Testing in Pediatric Ophthalmology // *Indian Journal of Pediatrics*. – 2018. – Vol. 85, № 3. – P. 228–236.
102. Vijayalakshmi P., Njambi L. Paediatric cataract: challenges and complications // *Community Eye Health*. – 2016. – Vol. 29, № 94. – P. 34–35.
103. Vijayalakshmi P., Njambi L. Postoperative care for paediatric cataract patients // *Community Eye Health*. – 2016. – Vol. 29, № 94. – P. 32–34.
104. Villanelo F., Minogue P.J., Maripillán J. и др. Connexin channels and hemichannels are modulated differently by charge reversal at residues forming the intracellular pocket // *Biological Research*. – 2024. – Vol. 57, № 1. – Article 31.
105. Wadhvani M., Vashist P., Singh S.S. и др. Prevalence and causes of childhood blindness in India: A systematic review // *Indian Journal of Ophthalmology*. – 2020. – Vol. 68, № 2. – P. 311–315.

106. Wagner I.V., Stewart M.W., Dorairaj S.K. Updates on the Diagnosis and Management of Glaucoma // *Mayo Clinic Proceedings: Innovations, Quality & Outcomes*. – 2022. – Vol. 6, № 6. – P. 618–635.
107. Whitman M.C., Vanderveen D.K. Complications of pediatric cataract surgery // *Seminars in Ophthalmology*. – 2014. – Vol. 29, № 5–6. – P. 414–420.
108. Wu S., Yan X., Wu W. и др. Early juvenile cataract in newly diagnosed type 1 diabetic patients: a description of two cases // *Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism*. – 2024. – Vol. 37, № 7. – P. 652–656.
109. Zetterström C., Lundvall A., Kugelberg M. Cataracts in children // *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. – 2005. – Vol. 31, № 4. – P. 824–840.
110. Zhang J.H., Ramke J., Lee C.N. и др. A Systematic Review of Clinical Practice Guidelines for Cataract: Evidence to Support the Development of the WHO Package of Eye Care Interventions // *Vision (Basel)*. – 2022. – Vol. 6, № 2.
111. Zhan J., Wu H., Wang Z. и др. Congenital cataract: prevalence and surgery age at Zhongshan Ophthalmic Center (ZOC) // *PLoS One*. – 2014. – Vol. 9, № 7. – e101781.