

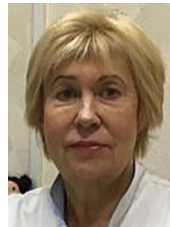
# Профилактика лазерных повреждений ИОЛ у детей при ИАГ-лазерной деструкции вторичной катаракты



Н.Н. Арестова



Н.С. Егиян



Т.Б. Круглова

Р.В. Калиниченко

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр глазных болезней им. Гельмгольца»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
ул. Садовая-Черногрозская, 14/19, Москва, 105062, Российская Федерация

## РЕЗЮМЕ

**Офтальмология. 2021;18(2):245–252**

В последние годы участились случаи обращения детей из разных регионов России с множественными повреждениями ИОЛ, полученными при ИАГ-лазерном устранении вторичной катаракты по месту жительства. **Цель:** проанализировать причины лазерных повреждений ИОЛ, возникающих у детей при ИАГ-лазерной деструкции вторичной катаракты и определить пути их предупреждения. **Пациенты и методы.** Изучена частота лазерных повреждений ИОЛ из акрила при ИАГ-лазерной деструкции в 593 случаях вторичной катаракты, образовавшейся после удаления врожденной, посттравматической и постувеальной катаракты у детей в возрасте от 6 мес. до 17 лет (1/3 детей до 3 лет). Все лазерные операции были выполнены с использованием идентичных ИАГ-лазерных установок, по единой методике, одним лазерным хирургом. **Результаты и обсуждение.** Установлено, что у детей основным достоверным фактором предупреждения лазерных повреждений ИОЛ в ходе ИАГ-лазерной деструкции вторичной катаракты является точная фокусировка лазерного луча. Уменьшение в 4,5 раза частоты лазерных повреждений ИОЛ при деструкции вторичной катаракты за последние 10 лет (с 2007 до 2018 г.) обусловлено увеличением частоты выполнения этих лазерных операций под наркозом (с 43,8 % в 2007–2008 гг. до 65,8 % к 2018 г.) со снижением числа лазерных повреждений ИОЛ с 5,9 до 1,3 % при аналогичной возрастной структуре пациентов ( $p < 0,05$ ). **Заключение.** Для эффективной профилактики лазерных повреждений ИОЛ в ходе ИАГ-лазерной деструкции вторичной катаракты необходимо выполнение лазерных операций под наркозом детям до 5-летнего возраста, неконтактным детям более старшего возраста и детям с нистагмом, патологией ЦНС, задержкой психомоторного развития. Недопустимо выполнение без наркоза лазерной деструкции вторичной катаракты у детей любого возраста, не способных фиксировать взор. Обязательно следует использовать контактные линзы для дополнительного обездвиживания глаза ребенка, подбирать индивидуальный щадящий метод и технику выполнения лазерной операции, использовать одиночные импульсы с минимальной эффективной энергией, строго соблюдать разработанные безопасные энергетические режимы (энергия импульса не более 2,4 мДж, число импульсов до 100).

**Ключевые слова:** ИАГ-лазерная офтальмохирургия, зрачковые мембраны, вторичная катаракта, артифакция, лазерное повреждение ИОЛ, дети

**Для цитирования:** Арестова Н.Н., Егиян Н.С., Круглова Т.Б., Калиниченко Р.В. Профилактика лазерных повреждений ИОЛ у детей при ИАГ-лазерной деструкции вторичной катаракты. *Офтальмология*. 2021;18(2):245–252. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2021-2-245-252>

**Прозрачность финансовой деятельности:** Никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах

**Конфликт интересов отсутствует**



# Prevention of IOL Laser Damage after YAG Laser Destruction in Children with Secondary Cataract

N.N. Arestova, N.S. Egiyan, T.B. Kruglova, R.V. Kalinichenko  
Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases  
Sadovaya-Chernogryazskaya str., 14/19, Moscow, 105062, Russian Federation

## ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2021;18(2):245–252

**Background.** In recent years there is a tendency to more often admission in our institution children with multiple IOL damage caused by laser treatment of secondary cataract operated at local hospitals. **Purpose.** To analyze the causes of laser damage to IOL in children underwent YAG laser destruction of secondary cataract and find best ways to prevent them. **Patients and methods.** We analyzed the frequency of acrylic IOL damage after YAG-laser destruction in 593 children with congenital, posttraumatic and postuveal cataract at age from 6 months to 17 years (one third of patients were less than 3 years old). All laser operations were performed on identical YAG-laser, by the same protocol and by one surgeon. **Results.** We confirmed that main reliable prevention factor of damage to IOL in children is the precise focus of laser beam. In past 10 years in our institution, we managed to decrease frequency of laser damage to IOL in children with secondary cataract in 4.5 times due to performing operations under general anesthesia (43.8 % in 2007–2008, 65.8 % in 2018). Thus, decreasing frequency from 5.9 % to 1.3 % in the same age group of patients. **Conclusion.** To achieve the effective prevention of laser damage to IOL in cases of YAG laser destruction of secondary cataract it is essential to use general anesthesia in following conditions: children 5 or below age, non-contact children of older age, children with nystagmus, CNS pathology, psychomotor development delay. It is unacceptable to perform this operations without general anesthesia in children that can't fix the gaze. Furthermore it is important to use contact lenses to fix the eyes of a child, select the individual less invasive method and technique of laser operation, utilize single short impulses with minimal effective energy, thoroughly follow standard safe energy modes (impulse energy shouldn't be more than 2.4 mJ, impulse number should be not more than 100).

**Keywords:** YAG laser ophthalmosurgery, pupil adhesions, secondary cataract, pseudophakia, laser damage IOL, children

**For citation:** Arestova N.N., Egiyan N.S., Kruglova T.B., Kalinichenko R.V. Prevention of IOL Laser Damage after YAG Laser Destruction in Children with Secondary Cataract. *Ophthalmology in Russia*. 2021;18(2):245–252. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2021-2-245-252>

**Financial Disclosure:** No author has a financial or property interest in any material or method mentioned

**There is no conflict of interests**

## ВВЕДЕНИЕ

В современной хирургии врожденной катаракты у детей интраокулярная коррекция признана наиболее физиологичным и эффективным методом коррекции афакии [1, 2].

Однако у большинства детей (80,0–99,7 %) уже в первые 2 года после первичной операции по удалению катаракты с имплантацией ИОЛ формируются зрачковые мембраны или вторичная катаракта в виде зрачковых экссудативных мембран, пигментных наложений и преципитатов на передней поверхности ИОЛ или фиброзного помутнения задней капсулы, образования характерных для детей «регенеративных форм» — пролиферации и/или трансформации хрусталиковых эпителиальных клеток, остающихся в капсульном мешке после удаления катаракты, а также нередкого сочетания этих факторов [1–8].

В последние годы у детей, как и у взрослых, для удаления вторичной катаракты широко используются ИАГ-лазерные методы [9–14]. Наиболее частыми осложнениями, возникающим при ИАГ-лазерной операции при задней капсулотомии (ЗКТ) и деструкции зрачковых мембран (ДЗМ), являются лазериндуцированные, «дистантные» повреждения ИОЛ, которые отмечаются у взрослых пациентов в 0,9–91 % всех операций, в среднем до 20 % [10, 16].

Это осложнение характеризуется образованием ямок, выбоин, кратеров («штреков» или «треков»), трещин, сколов на задней поверхности ИОЛ, иногда многочисленных, захватывающих центральную зону [10, 15–17].

При «чистке» ИОЛ (удаление пигментных наложений, преципитатов, рассечение экссудативных мембран на передней и задней поверхности, в том числе сращенных с ИОЛ) лазериндуцированные повреждения возникают у 14 % больных [18, 19]; среди детей — в 3,1–41,7 % случаев [9].

ИОЛ любого типа может быть повреждена импульсным излучением ИАГ-лазера. Характер повреждения определяется степенью прочности материала, из которого изготовлена ИОЛ (при поверхностных повреждениях образуются сколы, при более глубоких — трещины или треки с оплавлением материала) [10, 15, 20].

Экспериментально установлено, что частота, характер и глубина дистантного повреждения ИОЛ в первую очередь зависят от материала, из которого она изготовлена (ПММА, силикон, акрил) [10, 21, 22].

Так, частота лазерного повреждения ИОЛ из ПММА составляет 56,8–65,5 %, из силикона — 91,7–95,1 % (линзы двояковыпуклые, наименее прочные и наименее лазероустойчивые, причем в 49,1 % отмечаются не единичные, а множественные треки), из акрила — 42,3 % (наиболее лазероустойчивые). Менее подвержены лазерному повреждению современные ИОЛ из гидрогеля и акрила [10, 23].

Имеет значение и способ изготовления ИОЛ: точечное, литое, штамповка — литые и штампованные линзы более подвержены повреждению, чем точечные [10, 15], а также дизайн ИОЛ.

Увеличение уровня лазерной энергии ведет к достоверному повышению частоты и степени риска лазерного повреждения ИОЛ [16, 21]. Некоторые авторы отмечают формирование треков только при большой мощности (4–5 мДж) и большом диаметре фокусного пятна (более 7 мкм), которые требуются при плотной ЗК, при этом обычно более чем в половине случаев возникают точечные повреждения ИОЛ [20].

Оптимальным уровнем энергии, гарантирующим относительную безопасность лазерного вмешательства для ИОЛ из ПММА и акрила, считают 2,5–3,5 мДж, для силиконовых ИОЛ — 1,3–2,0 мДж (в зависимости от дистанции между ИОЛ и ЗК) [23].

Достоверными факторами риска дистантного повреждения ИОЛ лазерным излучением у взрослых пациентов являются: низкая сопротивляемость лазерному излучению ИОЛ из силикона (95,1 %) по сравнению с ИОЛ из ПММА и акрила, при которых она составляет 65,5 и 42,3 % соответственно; отсутствие безопасной дистанции между задней капсулой и ИОЛ (особенно силиконовых ИОЛ, в меньшей степени ИОЛ из акрила и ПММА); высокая плотность помутнений задней капсулы, необходимость увеличения энергии импульса при рассечении плотной фиброзной вторичной катаракты (повреждение ИОЛ до 62 %, а «мягких» — до 53 %); наличие сопутствующей патологии (дислокация ИОЛ, иридохрусталиковые сращения, эктопия зрачка) [10, 23].

Дискутабельным остается вопрос о влиянии повреждений ИОЛ на функциональный результат. Так, в экспериментальных и клинических исследованиях, а также с помощью математических расчетов доказано, что единичные повреждения ИОЛ ИАГ-лазером, неизбежно возникающие в процессе выполнения лазерной операции, не вызывают нарушений оптических свойств линзы, не оказывают выраженного влияния на визуальный эффект операции при использовании эластичной ИОЛ как у взрослых, так и у детей [17].

Дистантные повреждения ИОЛ (из ПММА и силикона) в парацентральной зоне не вызывают каких-либо значительных изменений в оптически активной зоне, хотя могут снижать прочность линзы. Значительные по площади повреждения в оптически активной центральной зоне ИОЛ способны значительно ограничивать световой поток за счет эффекта светорассеяния [10, 23].

Однако согласно другим экспериментальным данным, полученным при проведении лазерной интерферометрии, даже единичные дефекты вызывают снижение контраста интерференционной картины, т.е. обуславливают снижение зрительных функций. Отмечены случаи, когда дефекты, особенно трещины (crack), на оптической

части твердой ИОЛ приводили к снижению остроты зрения на 0,05–0,2<sup>1</sup>.

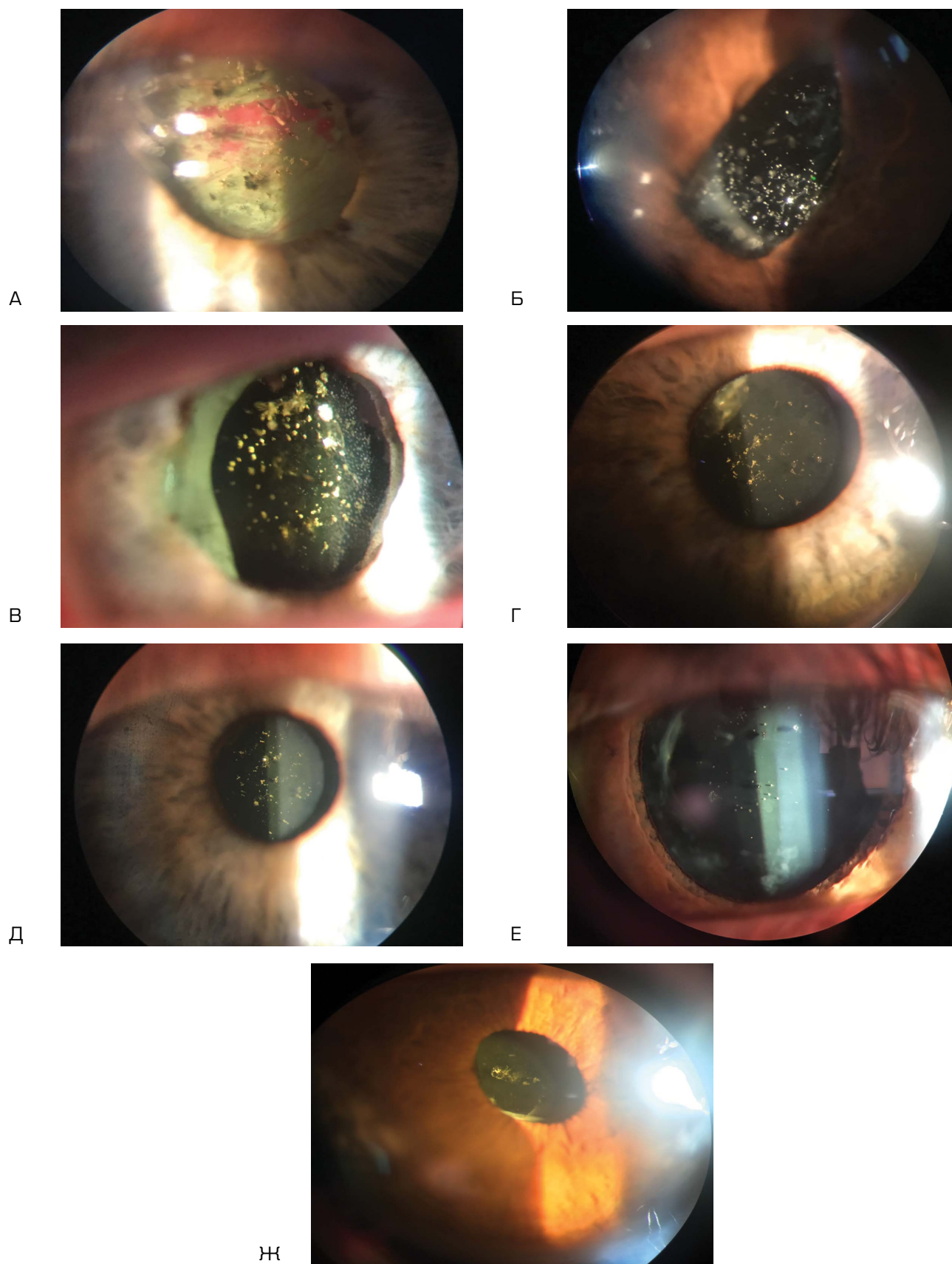
Отдел патологии глаз у детей ФГБУ «НМИЦ ГБ им. Гельмгольца» Минздрава России имеет 27-летний опыт лазерных реконструктивных операций у детей. Всего было выполнено более 5000 лазерных реконструктивных операций у детей с врожденной, посттравматической и поствоспалительной патологией глаз. Анализ данных позволил с учетом особенностей патологии глаз у детей и реакции глаз на лазерные операции разработать и внедрить систему ИАГ-лазерных реконструкций у детей любого возраста (детям младшей возрастной группы под наркозом), включающую перечень заболеваний, подлежащих лазерной реконструкции, методы лазерных и лазерно-инструментальных операций, показания, противопоказания, факторы риска, меры профилактики осложнений, в том числе и повреждений ИОЛ, программу диспансеризации и функциональной реабилитации [11, 13].

Комплексные клиничко-функциональные исследования лазероперированных и парных глаз, выполненные до и в сроки до 19 лет после операции, доказали безопасность вмешательства при строгом соблюдении отработанных методических приемов и энергетических параметров лазерных операций [11, 13].

Однако, к сожалению, в последние годы участились случаи обращения в ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России детей из разных регионов России с множественными повреждениями ИОЛ, полученными при лазерном устранении вторичной катаракты по месту жительства. Эти дети перенесли многократные лазерные вмешательства, результатом которых стали множественные лазерные повреждения ИОЛ — от ямок и треков до расколов, занимающих большую площадь оптической части ИОЛ. На рисунке 1, А–Е представлены множественные треки и трещины ИОЛ из акрила, на рисунке 2 — «оплавленные» треки на линзе из силикона. Как выяснилось, все эти лазерные повреждения ИОЛ получены у детей при выполнении операций высококвалифицированными специалистами, но все операции были проведены под местной анестезией, без использования наркоза.

Возникло подозрение, что причиной столь частых повреждений ИОЛ у детей, помимо изложенных, характерных для пациентов любого возраста, является неточная фокусировка лазерного луча из-за неадекватного поведения детей, отсутствия фиксации взора ребенка во время лазерной операции. Не всегда лазерные хирурги, работающие со взрослыми пациентами, учитывают специфику детского контингента, пытаются детям любого возраста и «контактности» выполнить лазерную операцию, как и у взрослых, под местной анестезией, причем нередко без использования контактной линзы.

<sup>1</sup> Южакова О.И. Оптимизация лазерной дисцизии вторичной катаракты: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Куйбышев; 1991:1–23.



**Рис. 1, А–Е.** Лазерные повреждения ИОЛ из акрила с множественными треками и трещинами у детей

**Fig. 1, А–Е.** Laser damage of Acrylic IOL with multiple tracks and fissures in children

**Н.Н. Арестова, Н.С. Егиян, Т.Б. Круглова, Р.В. Калиниченко**

248

Контактная информация: Арестова Наталья Николаевна arestovann@gmail.com

**Профилактика лазерных повреждений ИОЛ у детей при ИАГ-лазерной деструкции вторичной катаракты**

Цель — проанализировать причины лазерных повреждений ИОЛ, возникающих у детей при ИАГ-лазерной деструкции вторичной катаракты, и наметить пути их предупреждения.

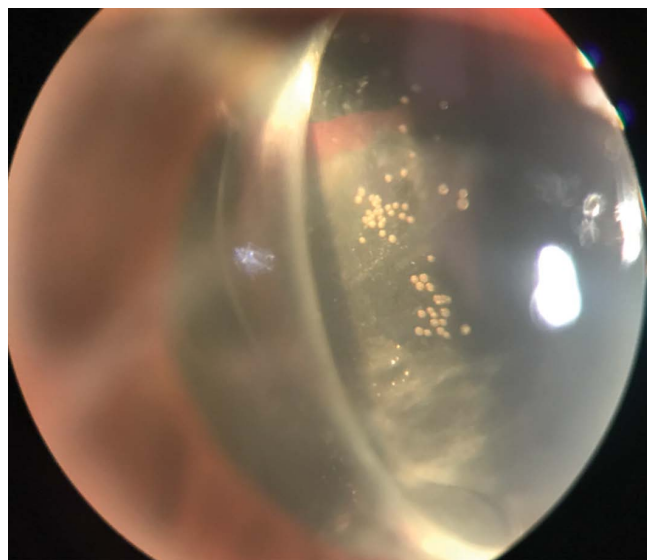
## ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Нами проведен сравнительный анализ частоты лазерных повреждений ИОЛ из акрила при деструкции вторичной катаракты, выполненной в отделе патологии глаз у детей ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России в последние годы (2017–2018 гг.) по сравнению с аналогичными данными 2007–2008 гг. Вторичная катаракта образовалась у детей в возрасте от 6 мес. до 17 лет (1/3 детей до 3 лет) после удаления врожденной, посттравматической и постувеальной катаракты с имплантацией ИОЛ из акрила. Важно отметить, что во всех случаях лазерная деструкция вторичной катаракты были выполнена на идентичных лазерных установках, по единой методике, одним лазерным хирургом.

Для проведения лазерной деструкции вторичной катаракты был использован ИАГ-лазер (длина волны 1064 нм) (комбинированные лазерные установки Visulas-YAG-Argon-II; Combi III, Zeiss, Германия; YAG YC-1800+диод GYC-1000, NIDEK, Япония). Аргоновый или диодный лазерный коагулятор (длина волны 532 нм) применяли для сопутствующих вмешательств (коагуляции васкуляризированных зрачковых мембран, иридокорнеопластики и пр.). При этом использовали как традиционные лазерные методики, адаптированные для детей, так и разработанные нами и запатентованные методики [11, 13].

Более половины лазерных операций (62 %) были выполнены под наркозом. Помимо премедикации (атропин, реланиум в возрастных дозировках, антигистаминные, гормональные препараты, церукал по показаниям), были использованы разные методы наркоза в зависимости от возраста, сопутствующей соматической патологии и объема лазерного вмешательства: ингаляционная анестезия (севоран) с использованием ларингеальной маски, внутривенная (пропофол или кетамин) или внутримышечная (кетамин).

Энергетические режимы лазерного вмешательства зависели от толщины, васкуляризации вторичной катаракты, наличия преципитатов на ИОЛ, прозрачности роговицы и других факторов. Для воздействия использовали одиночные импульсы с минимальной эффективной энергией. При удалении («сдувании») преципитатов с передней поверхности ИОЛ применяли расфокусированное излучение (фокус на 250 мкм впереди от передней поверхности ИОЛ, энергия импульса — от 0,4 до 1,2 мДж ( $0,79 \pm 0,03$ ). Для задней капсулотомии при 1–3-й степенях помутнения у детей было достаточно энергии импульса 0,57–1,46 мДж, для швартообразных прехрусталиковых или ретрохрусталиковых мембран считали безопасной для детского глаза энергию импульса до 2,4 мДж при оптимальном числе импульсов до 100 [11, 13].



**Рис. 2.** Лазерные повреждения ИОЛ из силикона с «оплавленными» треками

**Fig. 2.** Silicone IOL with “fused” tracks

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнительный анализ частоты лазерных повреждений ИОЛ при деструкции вторичной катаракты в последние годы (2017–2018) по сравнению с 2007–2008 гг. показал, что за последние 10 лет частота лазерных повреждений ИОЛ уменьшилась с 5,9 до 1,3 %. Нашей задачей было выяснить, чем обусловлено снижение частоты лазерных повреждений ИОЛ за последние 10 лет.

На частоту лазерных повреждений ИОЛ не оказывал влияние материал линзы (в анализ включены только глаза с ИОЛ из акрила), а также методика операции и опыт лазерного хирурга, поскольку все операции выполнены на идентичных лазерных установках, по единой методике и только одним лазерным хирургом [13].

Безусловно, что, как и у взрослых пациентов (по данным литературы), основным бесспорным фактором риска дистантных лазерных повреждений ИОЛ является необходимость увеличения лазерной энергии из-за большой плотности и толщины вторичной катаракты, особенно васкуляризированной, сращенной с ИОЛ, а также при дислокации ИОЛ или наличии иридохрусталиковых сращений. Поэтому важной мерой предупреждения лазерных повреждений ИОЛ при необходимости использования чрезмерных энергетических режимов и проведения многократных повторных сеансов, особенно под наркозом, по нашему опыту, является отказ от лазерной операции в пользу инструментальной.

Однако, как показал наш многолетний опыт, основным, специфическим для детского контингента фактором, определяющим риск повреждения ИОЛ в ходе операции, является неадекватное поведение ребенка во время лазерной операции.

Возрастные рамки «контактности» ребенка чрезвычайно различны. Детям в возрасте до 6 лет только

в единичных случаях удается под местной анестезией качественно выполнить лазерную деструкцию зрачковой мембраны на артифактичных глазах. Если лазерную иридотомию или переднюю синехотомию получается выполнить без наркоза даже ребенку 4–5-летнего возраста, то устранить вторичную катаракту на артифактичных глазах без риска повреждения ИОЛ у многих детей бывает невозможно даже в 10-летнем возрасте.

Точность зрения зависит от психоневрологического состояния ребенка, его типа нервной системы, воспитания и пр. На обеспечение фиксированного зрения, неподвижности глаза и головы ребенка, по нашему опыту, можно рассчитывать у детей старше 5-летнего возраста, но только при их разумном, сознательном поведении, позволяющим надеть контактную линзу на глаз для качественного выполнения лазерной операции. Использование контактных линз у всех детей строго обязательно для точной фокусировки лазерного луча и дополнительного обездвиживания глаза ребенка.

Наш опыт показал, что у детей только наркозный сон, в отличие от местной анестезии, обеспечивает почти полное обездвиживание глаза, возможность точной фокусировки лазерного луча, что создает необходимые условия для качественного и полного выполнения любой технически сложной задачи, стоящей перед лазерным хирургом (иссечение толстых васкуляризированных объемных прехрусталиковых и ретрохрусталиковых зрачковых мембран, сращенных с радужкой, стекловидным телом).

Сравнительный анализ частоты лазерных повреждений ИОЛ в ходе ИАГ-лазерной деструкции у 593 детей с вторичной катарактой, выполненной в отделе патологии глаз у детей ФГБУ «Московский научно-исследовательский институт глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России в разные годы показал, что увеличение частоты выполнения операций под наркозом (при аналогичной возрастной структуре пациентов,  $p > 0,05$ ), ведет к достоверному ( $p < 0,05$ ) снижению частоты лазерных повреждений ИОЛ. Если в 2007–2008 гг. под наркозом было выполнено 43,8 % лазерных

деструкций вторичной катаракты, то к 2018 г. — 65,8 %, что сопровождалось снижением числа лазерных повреждений ИОЛ с 5,9 до 1,3 % ( $p < 0,05$ ).

Причем мы наблюдали только единичные треки, не оказывающие достоверного влияния на визуальный эффект операции ( $p > 0,05$ ), сколов, трещин на поверхности ИОЛ не было отмечено. При появлении 1–2 треков лазерную операцию под местной анестезией немедленно прекращали, а затем выполняли под наркозом.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Определяющим фактором успешного и безопасного выполнения любой лазерной операции у детей является обеспечение точной фокусировки лазерного луча (под наркозом или без него). Детям до 5-летнего возраста и неконтактным детям более старшего возраста, а также при наличии нистагма, патологии ЦНС, задержке психомоторного развития необходим наркоз для качественного безопасного выполнения любых лазерных реконструктивных вмешательств.

Поскольку поведение детей не во всех случаях адекватно коррелирует с возрастом, необходим индивидуальный подход к каждому ребенку, терпение врача, навыки общения с детьми. Надо затратить время и усилия на снятие эмоционального напряжения, страха, позиционного дискомфорта ребенка, использовать при этом психолого-педагогические приемы, которые повышают доверие ребенка, контактность, позволяют многим детям (до 40 %) выполнить операцию без наркоза.

Учитывая многолетний опыт лазерных операций у детей [11, 13], рекомендуем следующие меры эффективной профилактики лазерных повреждений ИОЛ в ходе деструкции зрачковых мембран (вторичная катаракта) и задней капсулэктомии при фиброзе задней капсулы:

- обязательное использование контактной линзы для точной фокусировки лазерного луча и дополнительного обездвиживания глаза ребенка, даже в условиях наркоза;
- отказ от лазерной операции в пользу инструментальной при необходимости использования чрезмерных

**Таблица.** Частота лазерных повреждений ИОЛ в ходе ИАГ-лазерной деструкции вторичной катаракты, выполненной под наркозом и без него в 2007–2018 гг.

**Table.** The frequency of laser damage to the IOL during the YAG laser destruction of secondary cataract performed under anesthesia and without in 2007–2018

| Годы<br>Years | Число артифактичных глаз детей, перенесших ИАГ-лазерную деструкцию вторичной катаракты<br>Number of artifact eyes of children undergoing YAG laser destruction of secondary cataract |                                                                                                                                  |                                         | Число лазерных повреждений ИОЛ / % от числа лазерных операций<br>Number of laser damage to the IOL / % of the number of laser operations |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               | всего<br>total                                                                                                                                                                       | из них: число операций / % от числа лазерных операций<br>of them: the number of operations / % of the number of laser operations |                                         |                                                                                                                                          |
|               |                                                                                                                                                                                      | без наркоза / without general anesthesia                                                                                         | под наркозом / under general anesthesia |                                                                                                                                          |
| 2007–2008     | 153                                                                                                                                                                                  | 86/56,2 %                                                                                                                        | 67/43,8 %                               | 9/5,9 %                                                                                                                                  |
| 2017          | 212                                                                                                                                                                                  | 79/37,3 %                                                                                                                        | 133/62,7 %                              | 4/1,9 %                                                                                                                                  |
| 2018          | 228                                                                                                                                                                                  | 78/34,2 %                                                                                                                        | 150/65,8 %                              | 3/1,3 %*                                                                                                                                 |

Примечание:  $p$  — достоверность различий показателя по сравнению с группой 2007–2008 гг.; \* —  $p < 0,05$ .

Note:  $p$  — the significance of differences in the indicator compared with the 2007–2008 group; \* —  $p < 0.05$ .

энергетических режимов и проведения многократных сеансов, особенно под наркозом;

- индивидуальный выбор щадящего метода и техники выполнения лазерной операции, использование одиночных импульсов с минимальной эффективной энергией, строгое соблюдение разработанных энергетических режимов с учетом особенностей патологии у ребенка;

- при среднем оптимальном количестве импульсов излучения ИАГ-лазера в количестве до 100 безопасной для детского глаза является энергия импульса не более 2,4 мДж, суммарная энергия за сеанс — не выше 450 мДж;

- при появлении единичных треков (1–2) в ходе лазерной операции следует переходить от местной анестезии к общему обезболиванию.

Множественные треки, трещины, даже расколы, затрагивающие центральную оптическую зону

(рис. 1, 2), значительно снижают остроту зрения, делают невозможной оценку состояния глазного дна, уменьшают прочность ИОЛ, могут вести к необходимости замены ИОЛ, что у детей проблематично из-за адгезивного процесса в капсульном мешке, и чаще — невыполнимо. Считаем недопустимым проведение лазерных операций ценой повреждений ИОЛ только потому, что ребенок не может фиксировать взор из-за малого возраста, нистагма или психосоматических расстройств.

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ

Арестова Н.Н. — концепция исследования, выполнение лазерных операций, анализ клинических данных, написание текста;

Егиян Н.С. — дизайн исследования, обработка материала, написание текста;

Круглова Т.Б. — научное редактирование; оформление библиографии;

Калининченко Р.В. — диспансерное наблюдение детей после лазерных операций, подготовка иллюстраций (фоторегистрация).

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Азнабаев М.Т., Азнабаев Р.А., Кинзыбулатова О.Ю., Зайнуллин И.С. Результаты первичной имплантации интраокулярных линз после удаления врожденных катаракт у детей первых двух лет жизни. *Вестник офтальмологии*. 2005;1:10–12. [Aznabae M.T., Aznabae R.A., Kinzybulatova O.Yu., Zaynullin I.S. Results of primary implantation of intraocular lenses after removal of congenital cataracts in children of the first two years of life. *Annals of Ophthalmology = Vestnik Ophthalmologii*. 2005;1:10–12 (In Russ.).]
2. Круглова Т.Б., Катаргина Л.А., Егиян Н.С., Арестова Н.Н. Хирургическая тактика и особенности интраокулярной коррекции у детей с врожденными катарактами первого года жизни. *Офтальмохирургия*. 2018;1:13–18. [Kruglova T.B., Katargina L.A., Egiyan N.S., Arestova N.N. Surgical tactics and features of intraocular correction in children with congenital cataracts of the first year of life. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery = Oftalmokhirurgiya*. 2018;1:13–18 (In Russ.).] DOI: 10.25276/0235-4160-2018-1-13-18
3. Боброва Н.Ф., Романова Т.В., Хмарук А.Н., Тронина С.А. Закономерности развития вторичной катаракты при детской псевдофакии. *Российская педиатрическая офтальмология* 2006;1:25–29. [Bobrova N.F., Romanova T.V., Khmaruk A.N., Tronina S.A. Patterns of development of secondary cataract in childhood pseudophakia. *Russian Pediatric Ophthalmology = Rossiiskaya pediatricheskaya oftalmologiya*. 2006;1:25–29 (In Russ.).]
4. Боброва Н.Ф., Скрипниченко З.М. Катаракты — токсические, врожденные, вторичные. Одесса: Феникс; 2017. 320 с. [Bobrova N.F., Skripnichenko Z.M. *Cataracts — toxic, congenital, secondary*. Odessa: Feniks; 2017. 320 p. (In Russ.).]
5. Kappellhoff J.P., Vrensen G.F. The pathology of after-cataract. A minireview. *Acta Ophthalmol. Suppl.* 1992;205:13–24.
6. Idaraki N., Ohara K., Miyamoto T. Membranous outgrowth suggesting lens epithelial cells proliferation in pseudophakic eyes. *Amer. J. Ophthalmol.* 2002;119:706–711.
7. Zetterstrom C., Kugelberg M. Paediatric cataract surgery. *Acta Ophthalmol. Scand.* 2007;85(7):698–710. DOI: 10.1111/j.1600-0420.2007.01007.x
8. Vasavada A.R., Praveen M.R., Tassignon M.J., Shah S.K., Vasavada V., Vasavada V.A., Van Looren J., De Veuster I., Trivedi R.H. Posterior capsule management in congenital cataract surgery. *J. Cataract Refract Surg.* 2011;37(1):173–193. DOI: 10.1016/j.jcrs.2010.10.036
9. Зубарева Л.Н., Магарамов Д.А., Хватов В.Н. Применение ИАГ-лазера в хирургии задней капсулы хрусталика у детей. В кн.: *Лазерные методы лечения заболеваний глаз*. М.; 1990. С. 34–36. [Zubareva L.N., Magaramov D.A., Khvatov V.N. Application of a YAG laser in surgery of the posterior lens capsule in children. In: *Laser treatments for eye diseases*. Moscow; 1990. P. 34–36 (In Russ.).]
10. Гамидов А.А., Большунов А.В. Лазерная микрохирургия зрачковых мембран: Иллюстрированное руководство. М.: Памятники исторической мысли; 2008. 80 с. [Hamidov A.A., Bolshunov A.V. *Laser Microsurgery of the Pupillary Membranes: An Illustrated Guide*. Moscow: Monuments of historical thought; 2008. 80 p. (In Russ.).]
11. Арестова Н.Н. Результаты, показания и оптимальные сроки ИАГ-лазерной реконструктивной хирургии переднего отдела глаза у детей. *Вестник офтальмологии*. 2009;125(3):38–45. [Arestova N.N. Results, indications and optimal timing of YAG-laser reconstructive surgery of the anterior eye in children. *Annals of Ophthalmology = Vestnik oftalmologii*. 2009;125(3):38–45 (In Russ.).]
12. Арестова Н.Н., Егиян Н.С., Круглова Т.Б. Показания к реконструктивной лазерной хирургии при патологии глаз у детей: итоги многолетних наблюдений. *Офтальмохирургия*. 2018;2:52–57. [Arestova N.N., Egiyan N.S., Kruglova T.B. Indications for reconstructive laser surgery for eye pathology in children: the results of many years of observation. *Ophthalmosurgery = Oftalmokhirurgiya*. 2018;2:52–57 (In Russ.).] DOI: 10.25276/0235-4160-2018-2-52-57
13. Нероев В.В., Арестова Н.Н. Лазерные реконструктивные операции при заболеваниях глаз у детей. М.: Изд. РАН; 2018. 304 с. [Neroev V.V., Arestova N.N. *Laser reconstructive surgery for eye diseases in children*. Moscow: RAN Publ.; 2018. 304 p. (In Russ.).]
14. Fankhauser F., Kwasniewska S. *Laser in ophthalmology. Basic, diagnostic and surgical aspects*. Hague: Netherlands; 2003. 452 p.
15. Bath P.E., Boerner C.F., Dang Y. Pathology and physics of YAG — laser intraocular lens damage. *J. Cataract. Refract. Surg.* 1987;13(1):47–49.
16. Bath P.E., Brown P., Romberger A. Quantitative concepts in avoiding intraocular lens damage from the Nd: YAG laser in posterior capsulotomy. *J. Cataract. Refract. Surg.* 1986;12:262–266. DOI: 10.1016/S0886-3350(86)80005-0
17. Flohr M.J., Robin A.L., Kelly J.S. Early complications following Q-switched neodymium: YAG laser posterior capsulotomy. *Ophthalmology*. 1985;92(3):360–363. DOI: 10.1016/S0161-6420(85)34026-5
18. Степанов А.В., Иванов А.Н. Чистка интраокулярных линз (ИОЛ) с помощью ИАГ-лазера. В кн.: *Патология оптических сред*. М.; 1989. С. 50–52. [Stepanov A.V., Ivanov A.N. Cleaning of intraocular lenses (IOL) using a YAG laser. In: *Pathology of optical media*. Moscow; 1989. P. 50–52 (In Russ.).]
19. Haut J. Cleaning of implants with the nanosecond YAG laser. *Bull. Soc. Ophthalmol. Franc.* 1988;88(11):1287–1288.
20. Bath P.E., Hofer K.J., Aron-Rosa D.S. Glare disability secondary to YAG laser intraocular lens damage. *J. Cataract. Refract. Surg.* 1987;13:309–313. DOI: 10.1016/S0886-3350(87)80076-7
21. Joo C.K., Kirn J.H. Effect of neodymium: YAG laser photodisruption on intraocular lenses in vitro. *J. Cataract. Refract. Surg.* 1992;18(6):562–566. DOI: 10.1016/S0886-3350(13)80443-9
22. Weiblinger R.P., Spring S., Maryland P. Review of the clinical literature on the use of the Nd: YAG laser for posterior capsulotomy. *J. Cataract. Refract. Surg.* 1986;12(3):162–170. DOI: 10.1016/S0886-3350(86)80034-7
23. Гамидов А.А., Большунов А.В. Лазерная микрохирургия пленчатых образований в области иридохрусталиковой диафрагмы. В кн.: Большунов А.В., ред. *Вопросы лазерной офтальмологии*. М.: Апрель; 2013. С. 106–130. [Hamidov A.A., Bolshunov A.V. Laser microsurgery of membranous formations in the field of the iridocrystal diaphragm. In: Bolshunov A.V., ed. *Questions of laser ophthalmology*. Moscow: Aprel; 2013. P. 106–130 (In Russ.).]
24. Apple D.J., Kincaid M.C., Mamalis N. Intraocular lenses; evolution, designs, complications and pathology. Baltimore: Williams and Wilkins; 1989. P. 313–361. DOI: 10.1016/S0955-3681(13)80482-0

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр глазных болезней им. Гельмгольца» Министерства здравоохранения Российской Федерации  
Арестова Наталия Николаевна  
доктор медицинских наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела патологии глаз у детей  
ул. Садовая-Черногызская, 14/19, Москва, 105062, Российская Федерация  
<http://orcid.org/0000-0002-8938-2943>

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр глазных болезней им. Гельмгольца» Министерства здравоохранения Российской Федерации  
Егиян Наира Семеновна  
кандидат медицинских наук, научный сотрудник отдела патологии глаз у детей  
ул. Садовая-Черногызская, 14/19, Москва, 105062, Российская Федерация  
<http://orcid.org/0000-0001-9906-4706>

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр глазных болезней им. Гельмгольца» Министерства здравоохранения Российской Федерации  
Круглова Татьяна Борисовна  
доктор медицинских наук, старший научный сотрудник отдела патологии глаз у детей  
ул. Садовая-Черногызская, 14/19, Москва, 105062, Российская Федерация  
<http://orcid.org/0000-0003-4193-681X>

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр глазных болезней им. Гельмгольца» Министерства здравоохранения Российской Федерации  
Калининченко Роман Владимирович  
кандидат медицинских наук, врач детского консультативно-поликлинического отделения  
ул. Садовая-Черногызская, 14/19, Москва, 105062, Российская Федерация  
<http://orcid.org/0000-0003-1544-3560>

**ABOUT THE AUTHORS**

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases  
Arestova Nataliya N.  
MD, principal researcher of the pathology in children Department  
Sadovaya-Chernogryazskaya str., 14/19, Moscow, 105062, Russian Federation  
<http://orcid.org/0000-0002-8938-2943>

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases  
Egiyan Naira S.  
PhD, scientific researcher of the pathology in children Department  
Sadovaya-Chernogryazskaya str., 14/19, Moscow, 105062, Russian Federation  
<http://orcid.org/0000-0001-9906-4706>

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases  
Kruglova Tat'yana B.  
MD, senior researcher officer of the pathology in children Department  
Sadovaya-Chernogryazskaya str., 14/19, Moscow, 105062, Russian Federation  
<http://orcid.org/0000-0003-4193-681X>

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases  
Kalinichenko Roman V.  
PhD, doctor of children's consultation and outpatient Department  
Sadovaya-Chernogryazskaya str., 14/19, Moscow, 105062, Russian Federation  
<http://orcid.org/0000-0003-1544-3560>

RayOne  
TRIFOCAL

Rayner



Трифокальная линза  
RayOne®

Самая эффективная  
диффракционная архитектура ИОЛ

**Запатентованная  
диффракционная  
технология, которая  
сокращает потерю  
света до всего 11 %**

Гладкий переход от дали  
к промежуточному и ближнему  
зрению

Полностью предустановлена  
для разреза 1,8 мм

Минимальные  
дисфотопические эффекты

По всем вопросам обращайтесь  
на [marketing@reper.ru](mailto:marketing@reper.ru)