



CME

Zertifizierte Fortbildung

Behandlung der kongenitalen und frühkindlichen Katarakt

Wolf A. Lagrèze^{1,2}

¹ Klinik für Augenheilkunde, Medizinische Fakultät, Universität Freiburg, Freiburg, Deutschland

² Schule für Orthoptik, Klinik für Augenheilkunde, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

Zusammenfassung

Der erfolgreiche Ausgang einer Behandlung der Linsen­trübung im Säuglings- und Kindesalter hängt von vielen Faktoren ab. Von Bedeutung ist, dass die Therapie in eine Phase fällt, in der weder das Auge, noch die Sehbahn und der visuelle Kortex ausgereift sind. Diese Übersichtsarbeit fasst den aktuellen Wissenstand zusammen und gibt einen Überblick über die Epidemiologie, die Ursachen und klinischen Formen, die Früherkennung und v. a. die Therapieoptionen. Besonderes Augenmerk wird dabei auf die Beachtung zeitkritischer Entwicklungsstufen gerichtet, nach denen sich die Therapiekonzepte richten. Komplikationen wie Amblyopie oder das Glaukom werden ausführlich diskutiert. Neben operativen Aspekten wird viel Gewicht auf die orthoptisch-refraktive Nachsorge gelegt, deren Qualität und Ausführung der wesentliche Prädiktor für ein gutes funktionelles Ergebnis sind.

Schlüsselwörter

Säugling · Kind · Linse · Amblyopie · Glaukom

Online teilnehmen unter:
www.springermedizin.de/cme

Für diese Fortbildungseinheit
werden 3 Punkte vergeben.

Kontakt

Springer Medizin Kundenservice
Tel. 0800 77 80 777
(kostenfrei in Deutschland)
E-Mail:
kundenservice@springermedizin.de

Informationen

zur Teilnahme und Zertifizierung finden
Sie im CME-Fragebogen am Ende des
Beitrags.

Lernziele

Nach der Lektüre dieses Beitrags ...

- kennen Sie die Häufigkeiten, das klinische Spektrum und die Ursachen einer Linsen­trübung im Kindesalter,
- können Sie eine Kataraktoperation bei einem Kind mit Linsen­trübung indizieren und den Zeitpunkt sowie die Operationstechnik festlegen,
- sind Ihnen die wichtigsten Komplikationen nach einer Kataraktoperation im Kindesalter bekannt,
- sind Sie in der Lage, Empfehlungen für die Nachsorge zu geben.

Einleitung

Die angeborene oder im Säuglings- bzw. Kindesalter erworbene Katarakt ist eine **seltene Erkrankung**. Sie darf nicht übersehen werden, und ihre Behandlung muss besonders bei der angeborenen Form in klar definierten Zeiträumen erfolgen, damit ein gutes funktionelles Ergebnis resultiert. Wenn beide Augen betroffen sind, gehört sie, ähnlich wie die Behandlung der Frühgeborenenretinopathie, zu den **kosteneffektivsten Maßnahmen** unseres Fachgebiets [1]. „Quality adjusted life years“ können durch nur selten so kosteneffektiv erworben werden, weil die Behandlung am Anfang des Lebens stattfindet und im Idealfall dem Patienten eine normale Teilhabe am alltäglichen Leben ermöglicht. Anderenfalls drohen Sehbehinderung oder gar Blindheit, zu deren weltweiten Hauptursachen die Katarakt im Kindesalter gehört [2]. Die speziellen Aspekte der Kindermedizin und ihrer Finanzierung wurden 2019 in einem lesenswerten Beitrag im *Deutschen Ärzteblatt* diskutiert [3].

In dieser frühen Lebensphase bedeutet die Krankheit eine starke Einschränkung der **gesundheitsbezogenen Lebensqualität** nicht nur der Kinder, sondern auch ihrer Familien. Entsprechende Studien berichteten von einer Lebensqualität, die der bei rheumatischen oder neoplastischen Erkrankungen im Kindesalter entspricht [4]. Dies ist nachvollziehbar, wenn man sich vor Augen führt, dass teils mehrere Narkosen und viele Arztbesuche notwendig sind, begleitet von der Angst der Eltern vor einer Sehbehinderung, die unter allen Ängsten vor Krankheiten die größte ist [5]. Manchmal ist die Katarakt Teil eines Syndroms, sodass eine pädiatrische Mitbehandlung notwendig ist.

Im Vergleich zu der ca. 1000-mal häufiger durchgeführten Operation im Erwachsenenalter [6] gibt es einige Unterschiede in der Behandlung der Katarakt im Kindesalter:

- Die Operation erfolgt immer in Vollnarkose.
- Meist werden die Kinder stationär in einer Kinderklinik oder auf einer für Kleinkinder qualifizierten Station aufgenommen.
- Die Operation erfolgt in einem Alter, in dem das Auge noch wächst und wichtige Strukturen unreif sind wie auch der visuelle Kortex im Hinblick auf die synaptische Verschaltung.
- Das okuläre Gewebe ist elastischer als bei Erwachsenen (relevant für Rhexis und Dichtigkeit von Parazentesen).
- Regeneratorischer Nachstar ist vorprogrammiert, daher ist eine primäre Prophylaxe notwendig.
- Intraokularlinsen (IOL) sind mindestens vor dem 1. Lebensjahr kontraindiziert.
- Die Biometrie ist weniger präzise.
- Mit dem Augenwachstum ändert sich die Refraktion („myopic shift“).
- Komplikationen sind häufiger (z. B. Aphakieglaukom).
- Okuläre Komorbiditäten sind häufiger (z. B. Mikrophthalmus).

Voraussetzung für ein funktionell gutes Ergebnis ist die Behandlung in einem **spezialisierten Zentrum**, in dem eine nahtlose orthoptische/refraktive Versorgung nach der Operation sichergestellt ist.

Treatment of congenital and early childhood cataract

The successful outcome of treatment for infant and childhood cataract depends on many factors. It is crucial that the treatment falls into a phase in which neither the eye nor the visual pathway and visual cortex are fully developed. This review summarizes the current state of knowledge and provides an overview of the epidemiology, causes and clinical forms, early detection and, above all, treatment options. Special attention is paid to time-critical stages of development, according to which the therapeutic concepts are based. Complications, such as amblyopia and glaucoma are discussed in detail. In addition to surgical aspects, much emphasis is placed on orthoptic-refractive aftercare, the quality and execution of which is the essential predictor of a good functional outcome.

Keywords

Infant · Child · Lens · Amblyopia · Glaucoma

Epidemiologie

Ungefähr eines von 200 Kindern weist eine angeborene Trübung der Augenlinse auf, die in den meisten Fällen optisch aber nicht störend ist. Bei ca. 1 von 3000 Geburten ist sie jedoch relevant [7]. Eine Metaanalyse aus 27 Studien ermittelte für die kongenitale Katarakt eine Prävalenz von 4,2/10.000 Individuen [8]. Am häufigsten war die Krankheit in Asien mit 7,4/10.000, gefolgt von den USA mit 4,4/10.000 und Europa mit 3,4/10.000.

Früherkennung

Da die Erkrankung in die Phase der Sehentwicklung fällt, kommt der richtigen Terminierung der Operation eine große Bedeutung zu und somit auch der Früherkennung. Durch die Verankerung des Transilluminations- bzw. Brückner-Tests in den Früherkennungsuntersuchungen hat sich die Versorgungssituation in Deutschland inzwischen verbessert. Beide Tests sind in der Kinderrichtlinie des GBA (Gemeinsamer Bundesausschuss) vom 01.09.2016 und der Revision vom 09.08.2019 genau festgelegt. Bei den U3 und U4 (4. bis 5. Lebenswoche, 3. bis 4. Lebensmonat) hat ein sog. **Transilluminationstest** zu erfolgen, bei dem auf die Transparenz der optischen Medien im regredienten Licht geachtet werden muss. Der **Brückner-Test** ist explizit für die U5 bis U7 (6. bis 7., 10. bis 12, 21. bis 24. Lebensmonat) vorgeschrieben.

An dieser Stelle soll erwähnt sein, dass sich der Brückner-Test aus 1 und 4 m Entfernung auch hervorragend zum Erkennen von Refraktionsfehlern bei organisch gesunden Augen und damit auch zum **Amblyopiescreening** eignet [9]. Eine Studie aus Skandinavien belegt den Nutzen: In Schweden muss der Fundusrotreflex beurteilt werden, in Dänemark werden die Augen lediglich inspiziert. Es zeigte sich, dass die Schwelle zur 50%-Erkennungsrate für Katarakt in Schweden bei 10 und in Dänemark bei 80 Tagen Lebensalter lag [10].

Trübungen im vorderen Linsenbereich werden früher erkannt als im hinteren: Nagamoto et al. berichteten, dass vordere subkapsuläre Trübungen mit 9 Tagen Lebensalter am frühesten entdeckt wurden, mit fast 50 Tagen jedoch erst die optisch relevanteren hinteren subkapsulären Trübungen [11].

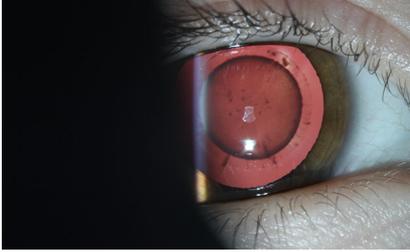


Abb. 1 ▲ Lamelläre Linsentrübung an der Spaltlampe

Morphologie

Phänotypisch sind Linsentrübungen im Säuglings- und Vorschulalter sehr heterogen. Sie können in folgende Kategorien eingeteilt werden:

1. komplett (ganze Linse getrübt, grau-weiß),
2. nukleär (Embryonalkern trüb),
3. lamellär (Grenze Kern zu Rinde trüb),
4. anterior oder posterior subkapsulär,
5. vorderer oder hinterer Polstar und
6. PFV („persistent fetal vasculature“, auch PHPV [persistierender hyperplastischer primärer Vitreus] genannt).

Der vordere Polstar ist oft beidseitig und optisch nicht immer störend, weil er meist umschrieben ist. Eine Unterform ist die pyramidale Trübung, die hart und verkalkt sein kann, sodass sie mit dem Vitrektom nur schwer zu zerkleinern ist. Die lamelläre Trübung ist ebenfalls meist beidseitig, häufig dominant vererbt und vergleichsweise weniger amblyogen, nimmt aber nicht selten mit der Zeit zu (**Abb. 1**). Dabei ist ein begleitender Mikrophthalmus selten im Gegensatz zur nukleären Trübung, welche die häufigste Variante der kongenitalen Katarakt darstellt. Posteriore Polstare sind ein- oder beidseitig, und ihre Ausdehnung ist sehr variabel. Oft sind sie mit der an dieser Stelle instabilen Hinterkapsel verwachsen. Subkapsuläre Katarakte sind in der vorderen Rinde hinweisend auf Uveitis, Trauma oder eine Atopie, in der hinteren Rinde auf Zustand nach Steroidgabe, Neurofibromatose Typ 2 oder Morbus Fabry.

Ferner gibt es **Formanomalien** der Linse ohne Trübung, die optisch relevant sein können, hier aber thematisch nur gestreift werden:

1. anteriorer Lentikonus (Alport-Syndrom),
2. Linsendislokation durch Zonulaschwäche (Marfan-Syndrom, Homozysteinämie, Ehlers-Danlos-Syndrom, Weill-Marchesani-Syndrom, Epimerasemangel),
3. der meist einseitige posteriore Lentiglobus (Lowe-Syndrom) oder
4. Mikrophakie.

In der japanischen Kohorte von Nagamoto et al. waren bei beidseitiger Katarakt in 34% der Fälle komplette Linsentrübungen am häufigsten, bei einseitiger Katarakt waren es mit 35% die hinteren kapsulären Trübungen, worunter sich vermutlich einige Fälle von PFV (früher PHPV) verbargen. Das Verhältnis von beid- zu

einseitiger Trübung betrug 2:1 [11]. In der Metaanalyse von Wu et al. hatten 31% eine komplette Trübung der Linse, 27% eine Kerntrübung und 27% eine hintere subkapsuläre Trübung; 54% der Fälle waren bilateral.

Ursachen und allgemeine Diagnostik

Die Liste der Ursachen und assoziierten Erkrankungen ist lang. Daher sei an dieser Stelle auf die entsprechende Spezialliteratur verwiesen (z. B. Lambert SR und Lyons CJ. Taylor & Hoyt's Pediatric Ophthalmology and Strabismus, Elsevier Saunders 2016; Wilson ME, Rivedi RH, Pandey SK, Pediatric Cataract Surgery. Lippincott Williams & Wilkins 2005). Generell sind erworbene (Entzündung, Trauma etc.) von genetischen Ursachen zu trennen. Bei Letzteren handelt es sich meist um monogene Defekte, selten um digene (z. B. Bardet-Biedl-Syndrom). **Genetische Defekte** wiederum können isolierte Linsentrübungen oder Syndrome bedingen.

Folgende Auflistung nennt die wichtigsten **Ursachengruppen**, in Klammern werden Beispiele genannt: intrauterine Infektionen (Röteln, Herpes simplex, Spiroplasma), Entzündungen (juvenile idiopathische Arthritis), Stoffwechselerkrankungen (Galaktosämie, Homozystinurie-Cystathionin- β -Synthasemangel, Morbus Fabry, Mukopolysaccharidosen, Refsum-Krankheit, zerebrotendinöse Xanthomatose, Morbus Wilson), Trauma, Chromosomenanomalien (Trisomien 21, 13, 18), Nierenerkrankungen (Lowe-Syndrom, Alport-Syndrom), Skeletterkrankungen (Stickler-Syndrom, Bardet-Biedl-Syndrom), Hauterkrankungen (Incontinentia pigmenti) und andere komplexe Augenerkrankungen (Mikrophthalmus, Aniridie, PFV).

Von den vorangegangenen Erkrankungen, die eine kongenitale Katarakt im Rahmen eines Syndroms aufweisen, sind die isolierten Linsentrübungen zu unterscheiden. Diese sind monogen bedingt, es liegen keine assoziierten Fehlbildungen oder Erkrankungen vor. Die isolierten Formen sind genetisch heterogen, d. h. es wurden ursächliche Varianten in zahlreichen Genen beschrieben. Der Erbgang ist typischerweise autosomal-dominant oder rezessiv, eine X-chromosomale Form ist selten. Die Mutationen kommen am häufigsten in Genen vor, die für die wasserlöslichen Linsenkristalline kodieren. Ferner sind Mutationen in Genen der Membranproteine, Wachstums- bzw. Transkriptionsfaktoren und der zytoskeletalen Proteine beschrieben. Die meisten der bereits erwähnten Syndrome und Stoffwechselerkrankungen sind ebenfalls genetisch bedingt.

Beim obligatorischen **Neugeborenencreening** erfolgt eine Blutuntersuchung mittels Trockenblutkarte aktuell auf 17 Erkrankungen, 14 davon sind angeborene Stoffwechselstörungen (s. AWMF[Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V.]-Leitlinie 07.02.2019, Neugeborenencreening auf angeborene Stoffwechselstörungen und Endokrinopathien [12]). Von den mit Katarakt assoziierten Stoffwechselerkrankungen wird nur die Galaktosämie im Screening abgedeckt. Die frühzeitige Diagnose einer Galaktosämie ist prognostisch relevant, da dieser Gendefekt bereits in den ersten Lebenswochen zu einer tröpfchenartigen Trübung der Linse führt, im Frühstadium jedoch noch reversibel sein kann. Andere Stoffwechselerkrankungen führen in der Regel erst später zu Linsentrübungen.

Fortschritte in den molekulargenetischen Methoden wie **Next Generation Sequencing** (NGS) haben die Möglichkeiten der genetischen Diagnostik enorm verbessert. Diverse humangenetische Labore bieten eine kataraktspezifische Multigen-Panel-Diagnostik an. Inzwischen wurden ursächliche Mutationen in weit über 100 Genen beschrieben, die mit syndromalen und nichtsyndromalen Linsentrübungen einhergehen. Die Erfolgsquote der Identifizierung von pathogenen Genvarianten liegt bei bilateralen Linsentrübungen über 75 % [13].

Die **molekulargenetische Diagnostik** wurde bisher nicht als Initialdiagnostik empfohlen. Jedoch kann in den meisten Fällen durch eine frühzeitige NGS-Diagnostik eine präzise Diagnose schnell und eindeutig gesichert oder ausgeschlossen werden. Bei Bestätigung einer isolierten kongenitalen Katarakt bzw. Ausschluss eines übergeordneten Syndroms sind dann keine ergänzenden Untersuchungen notwendig. Wird molekulargenetisch der Nachweis auf ein komplexeres Syndrom erbracht, kann frühzeitig auf die übrigen assoziierten Symptome aus anderen Organsystemen geachtet werden. Die Diagnostik kann anhand einer Blutprobe durchgeführt werden, nimmt ca. 3 bis 4 Wochen in Anspruch und ist wenig invasiv. Sie ist eine Leistung der gesetzlichen und nach vorheriger Genehmigung auch der privaten Krankenkassen. Daher erscheint es sinnvoll, die genetische Diagnostik auch bei kongenitaler Katarakt mehr in den Fokus zu rücken.

Bei einseitiger Linsentrübung bleibt die Ursache häufig offen, und in ca. 20% der Fälle handelt es sich nicht um eine Katarakt, sondern um eine PFV („persisting fetal vasculature“) als Überrest eines inkomplett zurückgebildeten fetalen vaskulären Systems im Glaskörper. Diese einseitige Trübung kann in ihrer Ausprägung sehr variabel sein und entspricht in ihrer Minimalvariante dem Mittendorf-Fleck in der hinteren Linsenkapsel und in der Maximalvariante einer dicken, weißen und stark vaskularisierten Membran mit persistierender A. hyaloidea. Nicht selten geht die PFV mit einem Mikrophthalmus einher.

Ophthalmologische Diagnostik und Operationsindikation

Säuglinge und Kleinkinder mit Verdacht auf Linsentrübung sollten sowohl in Miosis als auch unter pharmakologischer Mydriasis beurteilt werden. Nicht immer wird eine Untersuchung mit einer Spaltlampe oder Handspaltlampe möglich sein. Neugeborene können ähnlich der Untersuchung auf ROP (Frühgeborenenretinopathie) mit einem Tuch durch Einwickeln fixiert werden und unter einem Mikroskop liegend wach untersucht werden. Alternativ ist die reine Inspektion aus ca. 10–20 cm Entfernung mit guter Beleuchtung im Vorfeld einer Untersuchung in Narkose ausreichend. So kann schon vorab relativ sicher zwischen einer Linsentrübung und einer Trübung hinter der Linse (z. B. PFV) unterschieden werden. Wenn im regredienten Licht kein Fundusrot sichtbar ist oder kein Funduseinblick besteht, muss eine Sonographie zum Ausschluss anderer Ursachen einer Leukokorie (Retinoblastom oder Morbus Coats) bzw. zur Einschätzung der Ausdehnung einer PFV erfolgen.

Eine **Skiaskopie** deckt jede Linsentrübung zuverlässig auf. So besteht eine Operationsindikation dann, wenn die Linsentrübung

so dicht ist, dass die Skiaskopie und Funduskopie eingeschränkt sind. Bei bekannter Linsentrübung ist ein neu aufgetretener Strabismus Hinweis auf eine relevante Visusminderung, welche die Fusion destabilisiert.

Präoperative Untersuchungen in Allgemeinnarkose

Zur Vermeidung ungenutzter Narkosezeit werden die Pupillen im Regelfall vor Einleitung der Narkose mit Mydriatikum weitgetropft. Eine zusätzliche Gabe von Phenylephrin muss mit den Anästhesisten besprochen werden, weil sie Blutdruck und Herzfrequenz steigert. Nicht selten reagieren die Pupillen gerade bei begleitenden Entwicklungsanomalien des Vorderabschnitts insuffizient, sodass bei einer Operation Irisretraktoren notwendig sind. Eine **Biometrie** hat immer zu erfolgen, auch wenn das Auge aphak bleibt, da in diesem Fall der Kontaktlinsenadapter Informationen zum Hornhautkrümmungsradius benötigt. Über die Bulbuslänge kann bereits grob die notwendige Kontaktlinsenbrechkraft abgeschätzt werden, ebenso sollte mit einem Zirkel der Hornhautdurchmesser gemessen werden. Die Keratometrie führen wir mit einem handgehaltenen Autorefraktor durch, der bei Bedarf auch für die Refraktionsbestimmung des anderen Auges genutzt werden kann. Zur Tonometrie bevorzugen wir ein Handapplanationsstomatometer [14]. Bei Verdacht auf Vorderabschnittsdysgenesien empfiehlt sich zur Gonioskopie unter dem Operationsmikroskop. Für Studienzwecke sollte eine Linsentrübung mittels Fotografie durch das Operationsmikroskop dokumentiert werden.

Operationsprinzipien und -zeitpunkte

Hinter dieser Überschrift verbergen sich viele Fragen:

- In welcher Lebenswoche soll ein Säugling bei ein- bzw. beidseitiger Katarakt lentektiert werden?
- Was wiegt schwerer: ein Aphakieglaukom nach früher Operation oder eine Amblyopie nach später Operation?
- Ab welchem Alter soll eine IOL (Intraokularlinse) implantiert werden?
- Schützt eine IOL vor Sekundärglaukom?
- Wie viel Hyperopie soll zur Kompensation des „myopic shift“ geplant werden?
- Welche Biometrieformeln sind bei Kindern zu bevorzugen?
- Nützen multifokale IOL?

Entsprechend wurden viele Vorgehensweisen und technische Variationen beschrieben. Die Hauptunterschiede bestehen darin, ob eine Lentektomie über den vorderen oder hinteren Augenabschnitt durchgeführt wird, ab wann eine IOL implantiert wird und wie die Nachstarprophylaxe erfolgt. Die Vor- und Nachteile der IOL liegen auf der Hand: Die aufwendige, postoperative Kontaktlinsenanpassung nach Lentektomie kann entfallen. Zwei starke Argumente sprechen jedoch dagegen: Der „**myopic shift**“ aufgrund des in den folgenden Jahren stattfindenden Augenlängenwachstums ist variabel und kann bei früher Implantation nicht präzise vorhergesagt werden. Ferner ist die **Nachstarrate** trotz primärer Prophylaxe durch Hinterkapsulotomie und vordere Vitrektomie bei früher Operation so hoch, dass in mehr als 50% der Fälle aufgrund einer

erneuten Trübung in der optischen Achse nachoperiert werden muss, wie die randomisierte und prospektive klinische Infant Aphakia Treatment Study (IATS) aus den USA gezeigt hat [15]. Sie wird im Weiteren noch diskutiert.

Zeitpunkt der Lentektomie

Zunächst soll der Zeitpunkt einer Lentektomie diskutiert werden. Voraussetzung ist, dass eine kongenitale Katarakt rechtzeitig, also in den ersten Lebenswochen, erkannt wird. Operiert man spät, steigt das Risiko der Amblyopie, operiert man früh, steigt das Risiko eines Aphakieglaukoms, das schwierig zu therapieren ist und für das keine chirurgischen Konzepte konsentiert sind. Somit ist der **optimale Operationszeitpunkt** das Ergebnis einer Abwägung von Vor- und Nachteilen. Eine einseitige Katarakt wird üblicherweise früher versorgt, weil die **Amblyogenität** bei einseitiger Trübung stärker ist als bei beidseitiger Erkrankung, bei der die Afferenzen beider Augen nicht um die synaptische Verschaltung im Kortex konkurrieren müssen.

In einem via PubMed frei zugänglichen Editorial fasst Lambert die Sachlage zusammen [16]: Generell sei mit einer **Aphakieglaukomrate** von ca. 15 % zu rechnen [17], bei Verzögerung der Operation sinke das Risiko [18]: So zeigte die IATS, dass eine Verschiebung der Operation von der 4. in die 8. Lebenswoche das Risiko eines Sekundärglaukoms um 50 % senke. Birch et al. berichteten Visusergebnisse nach Operation bei einseitiger Katarakt und fanden, dass gute Visusergebnisse nur bei Operation in den ersten 6 Lebenswochen zu erzielen seien [19]. Bei beidseitiger Katarakt sei die Länge der latenten Periode weniger klar. Die lineare Korrelation zwischen Operationszeitpunkt und Visusergebnis war in einer älteren Studie von Lambert et al. schwach und nicht signifikant [20]. Bei Operation nach der 10. Lebenswoche fanden die Autoren jedoch eine erhöhte Rate von Nystagmus und einem resultierenden Visus unter 0,2. Birch et al. fanden bei beidseitiger Katarakt eine bilineare Abhängigkeit: Bei Operation innerhalb der ersten 14 Lebenswochen nahm das Visusergebnis für jede 3 Wochen Verzögerung um 1 Zeile ab [21].

Aktuelle Übersichtsarbeiten empfehlen nach wie vor, die einseitige Katarakt im Alter von 4 bis 6 Wochen, die beidseitige zwischen 6 und 8 Wochen zu versorgen [22, 23]. Einzelne Übersichten jedoch dehnen das Zeitfenster bei beidseitiger Erkrankung bis zur 10. Woche aus [7, 24, 25]. Wichtig ist zu bedenken, dass nicht selten eine Narkose aus verschiedensten Gründen verschoben wird. Letztendlich ist der entscheidende Zeitpunkt nicht der Operationstag, sondern der Moment, ab dem nach Lentektomie die korrekte Kontaktlinse angepasst ist und die Netzhaut eine scharfe Abbildung erhält.

Kuhli-Hattenbach et al. haben eine Fallserie publiziert, welche die Thematik des Operationszeitpunktes erneut kritisch beleuchtet und interessante Fragen aufwirft [24]. Es wurden 26 Kinder mit bilateraler Katarakt nachuntersucht, die im 1. Lebensjahr eine Lentektomie erhielten. Die Gruppe wurde zweigeteilt in solche, die vor der 10. Lebenswoche (Gruppe A) operiert wurden, und solche, die danach operiert wurden (Gruppe B). Berichtet wurde in der Fallserie nicht die dezimale Sehschärfe, sondern die Rate einer milden, mäßigen oder schweren Amblyopie. Die mittlere

Nachbeobachtungszeit betrug 60 Monate. Beide Gruppen zeigten keine Unterschiede hinsichtlich der Amblyopierate. In der Gruppe A entwickelten 43,8 % ein Aphakieglaukom, während dies lediglich bei 25 % der zu einem späteren Zeitpunkt operierten Augen in der Gruppe B der Fall war. Die statistische Auswertung ergab ein signifikant erhöhtes Risiko für ein Aphakieglaukom infolge einer Kataraktoperation innerhalb der ersten 14 Lebenswochen.

Eine ähnliche Studie stammt vom Autor dieser Übersicht, in der 40 Kinder nachuntersucht wurden und bei der es speziell um die Ursache des Aphakieglaukoms ging [26]. Wir überprüften dabei eine vor einigen Jahren experimentell generierte Hypothese, wonach Zytokine (IL[Interleukin]-4, VEGF [„vascular endothelial growth factor“]) aus verbleibenden Linsenepithelien die Entwicklung des Trabekelmaschenwerks negativ beeinflussen sollen. Daher verglichen wir 2 Kohorten, die identisch behandelt wurden bis auf den Unterschied, dass in der ersten Gruppe die Linsenkapsel inklusive Zonula komplett entfernt und diese in der zweiten Gruppe belassen wurde. Eingeschlossen wurden Kinder, die wegen ein- oder beidseitiger Katarakt im 1. Lebensjahr operiert und anschließend mit formstabilen Kontaktlinsen versorgt wurden. Wir sahen keinen signifikanten Unterschied in der Glaukomrate beider Operationstechniken. Insgesamt war die Rate des Aphakieglaukoms in unserer Studie geringer: Nach einer mittleren Nachbeobachtungszeit von 11 Jahren lag sie bei 26 %. Die maximale Nachbeobachtungszeit lag bei 25 Jahren. Kinder, die nach der 10. Lebenswoche operiert wurden, hatten teilweise immer noch einen sehr guten Visus (s. unten). In den letzten Jahren sind wir daher dazu übergegangen, die oben genannten Zeiträume im Einzelfall unter sehr engmaschiger Kontrolle auszuweiten, um im Fall eines sensorischen Defektnystagmus rasch operieren zu können, was dann zunehmend häufig an beiden Augen zeitgleich in einer Narkose geschieht.

Bei einseitiger Katarakt wird der resultierende Visus trotz optimaler Nachsorge im Regelfall nicht dem des gesunden, anderen Auges entsprechen. Daher muss man sich fragen, ob durch die strenge Befolgung der oben genannten Zeiträume ein Kind nicht zu sehr dem Risiko eines Glaukoms ausgesetzt wird, das seine sehbezogene Lebensqualität viele Jahre nach der Operation massiv einschränken wird. Allzu oft stehen in dieser schwierigen Abwägung strabologische vor glaukomatologischen Argumenten. Nur durch die Betrachtung sehr langer Nachbeobachtungszeiten wird man beide Argumente balancieren können.

Zeitpunkt, ab dem eine Intraokularlinse implantiert werden kann

Bei dieser Frage finden sich immense Unterschiede im Behandlungsmuster verschiedener Länder, wie es beim FEOph-Symposium zur pädiatrischen Katarakt am 06.05.2017 in Paris offensichtlich wurde: Deutsche Kollegen implantieren meist ab einem Alter von 2 Jahren, italienische und französische bereits im 1. Lebenshalbjahr, Kollegen aus den USA ab 1 Jahr. Somit herrscht auch in dieser Frage Unsicherheit. Die einzige Studie mit hohem Evidenzgrad ist die IATS: 114 Fälle mit einseitiger Katarakt wurden im Alter bis zu 6 Lebensmonaten entweder auf eine Lentektomie mit anschließender KL(Kontaktlinsen)-Versorgung oder auf eine primäre IOL mit Eröffnung der Hinterkapsel und vordere Vitrektomie

randomisiert. Nach 5 Jahren betrug der mittlere Visus in beiden Gruppen gleichermaßen logMAR 0,9. Während 14 % der KL-Gruppe eine Nachoperation benötigten, lag der Wert in der IOL-Gruppe bei 68 %, obwohl eine primäre Nachstarprophylaxe durchgeführt wurde; 27 % der Kinder in der IOL-Gruppe hatten innerhalb von 5 Jahren einen „myopic shift“ von >5 dpt, 2 davon von bis zu 20 dpt [27]. Daher werden in den USA IOL aktuell erst ab einem Lebensalter von ca. 1 Jahr implantiert [28]. Auf dem Homepage der AAO (American Academy of Ophthalmology) finden sich Tabellen, anhand derer man die initial notwendige Hyperopisierung zur Neutralisierung des zu erwartenden „myopic shift“ ablesen kann.

In der IATS betrug die mittlere IOL-Stärke 29,6 dpt. Aufgrund des zu erwartenden Augenlängenwachstums wurden Kinder in der IOL-Gruppe auf 6 dpt hyperopisiert. Am geringsten war der „refractive error“ der Biometrie mit 1,4 dpt unter Verwendung der SRK/T-Formel, am höchsten mit 2,6 dpt mit der Hoffer-Q-Formel. Eine Augenlänge <18 mm war ein signifikanter Faktor für einen höheren „refractive error“ [29].

Die IATS-Kohorte wurde auch auf Glaukom untersucht: Nach 5 Jahren hatten 18 % der Kinder ein Glaukom entwickelt, Kinder in der IOL-Gruppe waren etwas häufiger betroffen (19 % vs. 16 %, $p=0,62$) [30]. In 95 % der Glaukomfälle wurde der Kammerwinkel offen beschrieben. Eine weitere Publikation zur Glaukomrate nach IOL bei Kindern ist die IoLunder2-Kohortenstudie der British Isles Congenital Cataract Interest Group [31]. Hierin wurden 221 Kinder mit ein- oder beidseitiger Katarakt zum Teil aphak belassen, zum Teil mit einer IOL versorgt. Zielgröße war die Odds Ratio (OR) für einen guten Visus und Glaukom. Eine IOL-Implantation war assoziiert mit besserem Visus bei beidseitiger Katarakt (OR=4,6), nicht jedoch bei einseitiger. Bezüglich Glaukominduktion hatte eine IOL keinen signifikanten Einfluss. Matafisi et al. publizierten 2014 eine Metaanalyse zur Glaukomrate nach Kataraktoperation. Die OR für Glaukom nach IOL betrug 0,27 [32]. Zum Einfluss einer IOL auf die Rate eines Sekundärglaukoms liegen somit 3 widersprüchliche Studien vor. Daher kann aktuell die Frage der Rolle einer IOL bezüglich Sekundärglaukoms nicht abschließend beantwortet werden. Aufgrund eindeutig höherer Nachoperationsraten und der zu erwartenden postoperativen Myopisierung ist jedoch von einer zu frühen IOL-Implantation abzuraten.

Zusammenfassend implantieren wir bei beidseitiger Katarakt eine IOL nach wie vor erst ab dem 2. Lebensjahr, bei einseitiger manchmal etwas früher. Entscheidend für die endgültige Sehschärfe ist und bleibt die Qualität der postoperativen orthoptischen, refraktiven und kontaktologischen Nachsorge. Aufgrund des Glaukomrisikos sind **lebenslange Kontrollen** zu empfehlen.

Immer wieder fragen Eltern nach multifokalen IOL. Ram et al. versorgten 21 Kinder im Alter zwischen 5 und 12 Jahren entweder mit einer mono- oder einer multifokalen IOL [33]. In der monofokalen Gruppe lag die Nahsehschärfe bei logMAR 0,6, in der multifokalen bei logMAR 0,2. In erster Gruppe trugen 71 % der Kinder eine Nahbrille, in der zweiten Gruppe keines der Kinder. Wir raten jedoch aufgrund der eher unpräzisen Biometrie in dieser Altersgruppe von multifokalen IOL ab, da wie auch bei multifokalen Kontaktlinsen ihre Lichtstreuung amblyogen sein kann. Wir haben

bei 4 Kindern mit monofokalen Kontaktlinsen bessere Sehschärfen als mit multifokalen Kontaktlinsen gemessen.

Technik der Lentektomie

Ob eine Lentektomie über den vorderen Augenabschnitt via kornealem Tunnel und Parazentesen erfolgt oder über die Pars plicata/plana, wird von der Prägung des Operateurs abhängen. Der Autor bevorzugt die von Witschel 1987 beschriebene **Pars-plana-Lentektomie** [34], da sie den direktesten Weg zur Linse darstellt. Korneale Parazentesen haben bei Säuglingen nicht immer die notwendige Dichtigkeit und hinterlassen Spuren am Hornhautrand. Nach Untersuchung in Narkose erfolgt die Desinfektion. Als Abdeckmaterial haben sich Folien mit besonders geringer Schichtdicke bewährt, wie sie beispielsweise in der refraktiven Chirurgie eingesetzt werden. Bei Säuglingen mit kleiner Lidspalte kann eine laterale Kanthotomie nach Druck durch eine Arterienklemme für ca. 5 s erfolgen. Diese muss anschließend nicht genäht werden, sondern verheilt von alleine. Die Lentektomie beginnt damit, dass bei ca. 2 mm Limbusabstand zwei 23-G-Ports gestochen werden. Durch den einen Port erfolgt eine Dauerinfusion, deren Druck den operativen Phasen angepasst wird. Durch den anderen Zugang wird das Saug-Schneide-Gerät eingeführt und über den Äquator bis in die Linsenmitte geführt. Hierbei ist eine maximale Saugleistung bei geringer Schnittrate hilfreich. Zunächst wird der Linsenkern aufgearbeitet, anschließend wird die Rinde ohne Schneidefunktion abgesaugt (**Abb. 2**). Anschließend werden die vordere und hintere Linsenkapsel eröffnet, und der vordere Glaskörper wird entfernt. Ein gewisser Mindestdurchmesser der Kapsulorhexis muss gewährleistet sein, anderenfalls kann es postoperativ rasch zu einer ausgeprägten Kapselphimose kommen. Der periphere Kapselring sollte gerade so suffizient bleiben, dass in den folgenden Jahren bei Wunsch eine sekundäre IOL-Implantation in den Sulcus ciliaris möglich ist. Üblicherweise fusionieren die beiden Kapselblätter nach der Operation, sodass proliferierende Linsenepithelien als Sömmering-Nachstar-Ring in einem Torus eingeschlossen bleiben. Wenn die Instrumente aus dem Auge entfernt sind, verbinden wir mit gut haftenden Uhrglasverbänden. Innerhalb weniger Tage kann die Kontaktlinsenanpassung (s. unten) beginnen. In den letzten Jahren sind wir zunehmend häufig dazu übergegangen, bei beidseitiger Katarakt beide Augen in einer Sitzung mit 2 komplett getrennten Sets zu operieren. Entsprechende Publikationen attestieren diesem Vorgehen eine ausreichende Sicherheit [35, 36]. Unter diesem Link findet sich ein Video



Abb. 2 ▲ Operationssitus bei einer Lentektomie via Pars plicata mit einem 23-G-Vitrektom

des Autors: https://www.youtube.com/watch?v=zBLbgr_X0o&list=PLw4gI8NI25qhPAYbPjGI-vVzf5Gkh1gXP&index=12&t=0s.

Intraokularlinsenimplantation

Bis zu einem Alter von etwa 10 Jahren sollte bei dem Eingriff eine **primäre Nachstarprophylaxe** erfolgen. Die Details der Operation hängen wiederum von den Präferenzen des Operateurs ab. Bei Kindern mit einer Katarakt aufgrund einer juvenilen idiopathischen Arthritis sollte von IOL abgesehen werden oder diese nur im Ausnahmefall unter guter Einstellung mit einem Biologikum, wie z. B. Adalimumab, und perioperativer Immunsuppression in Absprache mit einem Kinderrheumatologen und einem in der Behandlung der Uveitis erfahrenen Ophthalmologen erfolgen.

Linsenabsaugung mit Intraokularlinsen-Kapselsackimplantation, Hinterkapseleröffnung und Vitrektomie

Zunächst werden 2 sklerale 23-G-Ports zwischen 3 und 3,5 mm Limbusabstand gesetzt. Danach erfolgt die Operation analog zu der des Erwachsenen. Zwei Besonderheiten sind hierbei zu beachten: Für die Absaugung der Linse wird keine Phakoenergie benötigt. Dies macht die Operation einfacher. Alternativ kann die Linse auch mit dem Vitrektom abgesaugt werden. Komplizierter hingegen ist die Kapsulorhexis, da die Linsenkapsel bei Kindern nicht starr, sondern elastisch ist. Es hat sich bewährt, die Vorderkammer mit einem sehr viskösen Viskoelastikum so weit zu füllen, dass der Druck in der Vorderkammer ansteigt und die anteriore Linsenfläche fast konkav wird. Dies verhindert das Auslaufen der Rhexis nach außen. Wenn die Linse im Kapselsack implantiert ist, empfiehlt sich eine resorbierbare Tunnelnaht. Anschließend wird der Infusionsport eingesetzt und das Auge bei niedrigem Druck infundiert. Über den anderen Port wird der vordere Glaskörper entfernt und die Hinterkapsel auf einen Durchmesser von ca. 4,5 mm eröffnet (**Abb. 3**). Anschließend geben wir ein Parasympathomimetikum und ein Antibiotikum in die Vorderkammer und ein Steroiddepot unter die Bindehaut. Unter diesem Link findet sich ein Video des Autors: <https://www.youtube.com/watch?v=L8Y04j-zHA&feature=youtu.be>. Die mehrfach beschriebene und funktionell anscheinend gleichwertige Variante [37] „optical capture“ sieht vor, anstatt der Vitrektomie den Korpus der IOL durch die hintere Rhexis zu drücken, derweil die Haptiken im Kapselsack verbleiben.



Abb. 3 ▲ Operationssitus nach Intraokularlinsen-Kapselsackimplantation während der Eröffnung der Hinterkapsel mit einem 23-G-Vitrektom

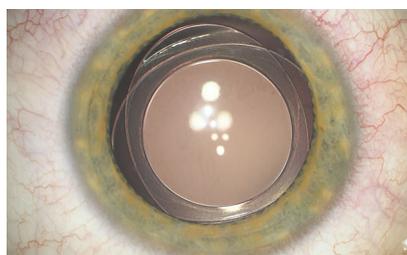


Abb. 4 ▲ „Bag in the lens“. Die Ränder der vorderen und hinteren Rhexis liegen fusioniert in der Rille im Rand der Intraokularlinse

„Bag in the lens“

Diese IOL ist eine gute Alternative zur Vermeidung des Nachstars als Hauptkomplikation der Linsenimplantation im Kindesalter. Das Prinzip dieser Operation besteht darin, dass die vordere und hintere Rhexis kongruent sind und eine IOL in diese Öffnung eingeknüpft wird, die am Rand eine Rille hat, in der beide Kapselblätter zu liegen kommen (**Abb. 4**). Dieses Linsenmodell wurde von Tassignon im Jahr 2002 entwickelt. Hierbei wird der Hinterabschnitt gemieden, da die vordere Glaskörpergrenzfläche nicht eröffnet wird und durch das Fusionieren beider Kapselblätter die proliferierenden Linsenepithelien im Raum des Sömmering-Rings gehalten werden (**Abb. 4**). Diese Technik ist anspruchsvoller, konzeptuell jedoch überzeugend. Unter diesem Link findet sich ein Video des Autors: <https://www.youtube.com/watch?v=rVvosKHx5P8&list=PLw4gI8NI25qhPAYbPjGI-vVzf5Gkh1gXP&index=24&t=0s>. Wenn es intraoperativ nicht gelingt, die Größe der Rhexis bei 5 mm zu halten, muss auf das oben beschriebene Verfahren oder ein anderes gewechselt werden. Durch einen Femtolaser kann eine sehr definierte Rhexis realisiert werden [38]. Die Erfinderin dieser Linse berichtet bei Kindern, die zum Zeitpunkt der Operation über 1 Jahr alt waren, keinerlei Nachstar, vorausgesetzt, die Linse ist korrekt implantiert [39].

Ergebnisse und Komplikationen

Eine PubMed-Recherche [*pediatric cataract surgery*] mit Filter *Clinical trail* ergab zum Zeitpunkt der Manuskripterstellung 60, eine Recherche zu [*pediatric cataract visual acuity*] 473 Zitationen. Ihre Zusammenschau würde den Rahmen des Manuskripts sprengen. Visusbestimmend sind in dieser Altersgruppe nicht nur die Transparenz und Refraktion des vorderen Augenabschnittes oder begleitende pathologische Veränderungen im hinteren Augenabschnitt, sondern auch das Ausmaß einer Amblyopie. In fast allen Publikationen sind Ausmaß und Zeitpunkt des Auftretens einer Linsentrübung aus nachvollziehbaren Gründen nicht genau dokumentiert. Somit ist die Amblyogenität einer Trübung nicht präzise festzustellen, und aus den Daten ableitbare Vorhersagewerte zum Visus sind generell eingeschränkt.

Die größte Kohorte stammt von der PEDIG-Gruppe: In diese prospektive Registerstudie gingen Daten von 61 kinderophthalmologischen Zentren in den USA, Kanada und dem Vereinigten Königreich ein [40, 41]: 1266 Augen von 994 Kindern, bei denen

die Linse im einem Alter von 0 bis 12 Jahren aufgrund einer Trübung entfernt worden war, wurden identifiziert. Das mittlere Alter bei Operation betrug 4,2 Jahre, 34 % der Kinder wurden im 1. Lebensjahr operiert; 41 % der Kinder wurden beidseitig operiert; 60 % der Augen erhielten primär eine IOL. Von den Kindern, die im 1. Lebensjahr operiert wurden, erhielten bei beidseitiger Erkrankung 3 % eine IOL bei Operation im 1. Lebenshalbjahr, 23 % im 2. Lebenshalbjahr und 84 % bei Operation im Alter von 1 bis 3 Jahren. Bei einseitiger Erkrankung wurden IOL etwas früher eingesetzt: Die entsprechenden Zahlen lauten 2 %, 35 % und 86 %. Der mittlere biometrische Fehler betrug 1,36 dpt, seine Spanne war mit $-10,00$ dpt bis $+14,50$ dpt groß. Bei Operation im 2. Lebenshalbjahr betrug die mittlere Zielrefraktion $+4,3$ dpt, im Alter von 1 bis 3 Jahren $+2,6$ dpt und in der Altersspanne von 4 bis 6 Jahren $+1,3$ dpt. Bei 880 Kindern konnten Daten 1 Jahr nach der Operation erhoben werden. Von den aphaken Kindern waren 49 % mit einer Kontaktlinse versorgt, 24 % mit einer Brille und 24 % mit beidem. In 3 % blieb die optische Korrektur unklar. Quantitative Visusdaten 1 Jahr nach Operation konnten bei 54 % der Kinder mit einem Alter von ≥ 3 Jahren erhoben werden. Bei 51 % wurde eine Amblyopie diagnostiziert. Am höchsten war die Rate mit 84 % bei einseitig aphaken Kindern, am geringsten mit 22 % bei beidseitig pseudophaken Kindern. Unter den pseudophaken Kindern, die mit 2 Jahren operiert wurden, lag die mittlere Sehschärfe 1 Jahr später bei beidseitiger Erkrankung bei 0,4, bei einseitiger bei 0,125. Bei Operation mit 3 Jahren betrug die Werte entsprechend 0,4 und 0,25, bei Operation mit 4 und 5 Jahren 0,5 und 0,32; 2 % aller Augen erhielten nach der Linsenoperation eine Glaukomoperation, 0,4 % eine Netzhautablösung und 12,4 % eine operative Nachstarbehandlung. Die Endophthalmitisrate betrug 0,1 % [41].

In der erwähnten IATS – Operation im 1. Lebenshalbjahr bei einseitiger Katarakt – erzielten die Kinder im Alter von 10 Jahren sowohl in der IOL- als in der Kontaktlinsengruppe eine mittlere Sehschärfe von 0,125. In der IOL-Gruppe erzielten 27 %, in der Kontaktlinsengruppe 22 % immerhin einen Visus $\geq 0,5$ [42]. Die Autoren publizierten ebenfalls Ergebnisse zu einseitiger Katarakt mit Operation zwischen dem 7. und 24. Lebensmonat. In dieser Altersspanne war die IOL (Implantationsrate 92 %) im Vergleich zur Aphakie nicht mehr unterlegen [43].

Die Toddler Aphakia and Pseudophakia Treatment Study ist ein retrospektives Parallelprojekt zur IATS, in dem die Operateure über ihre Ergebnisse bei beidseitig erkrankten Kindern berichten [44]: 96 Kinder wurden in einem mittleren Alter von 2,5 Monaten lentrektomiert, 24 % erhielten dabei primär eine IOL. Mit 5 Jahren lag die mediane Sehschärfe des besseren Auges in beiden Gruppen bei 0,4; 29 % hatten einen Visus $>0,5$. Mit 32 % hatten die mit einer IOL versorgten Kinder häufiger Nachstar als die Kinder der Kontaktlinsengruppe mit 8 %.

In der **Freiburger Kohorte** von ein- und beidseitig erkrankten Kindern, die im 1. Lebensjahr lentrektomiert wurden und ab einem Mindestalter von 3 Jahren nachuntersucht wurden, lag die mediane Sehschärfe bei einseitiger Erkrankung bei 0,2, bei beidseitiger Erkrankung bei 0,5. Diese retrospektive Studie mit sehr langer Nachbeobachtungsdauer zeigt 2 wichtige Aspekte [26]:

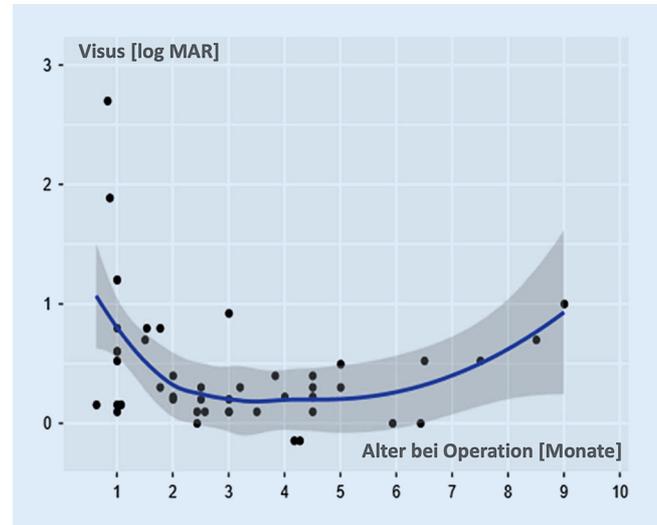


Abb. 5 ▲ Visus mindestens 3 Jahre nach Lentrektomie bei beidseitiger Katarakt im 1. Lebensjahr. (Mod. nach [26])

1. Gute Visusergebnisse resultierten bei beidseitiger Katarakt im Einzelfall bis zu einem Operationsalter von ca. 6 Monaten (**Abb. 5**).
2. Bis zu einer Nachbeobachtungsdauer von 10 Jahren lag die Glaukomrate konform mit der Literatur bei ca. 20 %, nahm in den darauf folgenden Jahren jedoch noch einmal deutlich auf ca. 50 % zu (**Abb. 6**).

Es wurde ferner gezeigt, dass das Belassen bzw. Entfernen der peripheren Linsenkapsel keinen Einfluss auf die Glaukomrate hatte.

Neben den bereits beschriebenen langfristigen Komplikationen wie Glaukom und Nachstar sind intraoperative und direkt **postoperative Risiken** zu bedenken. Intraoperative entsprechen denen der Chirurgie im Erwachsenenalter, auf einige Aspekte sei jedoch besonders hingewiesen. Bei der Lentrektomie sollte genau darauf geachtet werden, nicht akzidentell Irisgewebe mit dem Vitrektom anzusaugen und einzuschneiden. Ferner kann beim Pars-plicata-Zugang eine Blutung in den Glaskörperraum entstehen, die meist innerhalb von Wochen resorbiert wird, allerdings amblyogen sein kann. **Intraoperative Komplikationen** bei der IOL-Implantation

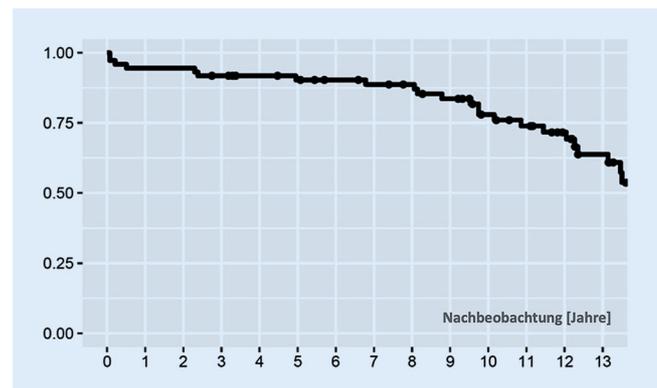


Abb. 6 ▲ Glaukomfreies Überleben nach Lentrektomie im 1. Lebensjahr

betreffen in den meisten Fällen die Qualität und Form der Rhexis. Hier muss ein Auslaufen der Rhexis nach außen vermieden werden, da sonst eine IOL-Dislokation droht. Unmittelbare postoperative Komplikationen sind eher bei IOL-Implantationen relevant und umfassen die seltene Fibrinreaktion, der mit einer Steigerung der postoperativen Steroiddosis gut begegnet werden kann.

Nachsorge

Nach einer Lentektomie passen wir meist 2 bis 3 Tage später die erste Kontaktlinse an und verwenden ausschließlich formstabile, hochgasdurchlässige Kontaktlinsen. Die Vorteile sind eine hohe Sauerstoffdurchlässigkeit (DK-Wert bis 200) trotz hoher Dioptrienzahl, eine Gewichtsreduktion durch eine reduzierte Vorderoptikzone, ein einfacheres Auf- und Absetzen aufgrund kleinen Linsendurchmessers sowie die leichtere Reinigung und geringeres Infektionsrisiko. Diese Linsen aus Silikon-Fluor-Acrylat haben einen UV-Filter und besitzen ein biasphärisches Rückflächendesign. Dies erlaubt durch eine minimale Steilanpassung eine Entlastung des Hornhautzentrums bei gleichmäßiger und großflächiger Druckverteilung durch 2-fache Abflachung in der Hornhautperipherie. Zudem unterstützt es einen zentrischen Sitz und mindert ein Verrutschen.

Für die Anpassung der Kontaktlinse benötigt man einen geeigneten Probesatz und Informationen zu Hornhautradien und -durchmesser. Der Linsendurchmesser orientiert sich am Durchmesser der Hornhaut, der bei Säuglingen nach der Geburt etwa 10 mm beträgt. Der Kontaktlinsendurchmesser muss entsprechend kleiner gewählt werden. Der zentrale Rückflächenradius der Kontaktlinse wird minimal steiler zum flachen Hornhautmeridian des Kindes angepasst. Ob Durchmesser und Rückflächendesign zur Hornhaut passen, wird mit einer Probekontaktlinse im Fluoreszeinbild ermittelt unter Verwendung einer Blaulichtlampe mit Gelbfilter und 2,8-facher Vergrößerung. Die korrekte Refraktion wird skiaskopisch über die Probekontaktlinse (in der Regel mit einer Brechkraft von ca. +30 dpt) ermittelt. Säuglinge werden auf einen Fokus in ca. 25–30 cm (etwa Armlänge) korrigiert.

Mit den Eltern werden die Maßnahmen zur Aufbewahrung und Reinigung der Kontaktlinsen sowie die Tragemodalitäten besprochen. Idealerweise sollten die Linsen täglich gewechselt werden. Aufgrund der Sauerstoffdurchlässigkeit des Materials können die Kontaktlinsen auch mehrere Tage auf dem Auge belassen werden. Dies kann in seltenen Fällen hilfreich sein (Compliance-Schwierigkeiten, Betreuung durch kontaktlinsenungeübte Personen, häufigeres Verrutschen durch Reiben). Es ist wichtig, die Eltern präoperativ darüber zu informieren, was durch das tägliche Auf- und Absetzen der Linsen auf sie zukommt. Nach einer anfänglichen Eingewöhnungs- und Übungszeit, die der Begleitung bedarf, stellt die Kontaktlinsenhandhabung meist kein Problem dar. Das Absetzen der Kontaktlinsen erfolgt mit einem Vollsauger, das Aufsetzen mittels Hohlsauger.

Im Verlauf sind engmaschige Kontrollen wichtig, da sich die Parameter gerade in den ersten Lebensjahren rasch verändern. Im ersten Jahr nach Lentektomie benötigen unsere Patienten ca. 7 Kontaktlinsen pro Auge entweder aufgrund der oben erwähnten notwendigen Änderung der Kontaktlinsenparameter, teilweise aber auch, weil die Kontaktlinsen verloren gehen. Die erste Kontrolle nach An-

passung erfolgt etwa nach 4 bis 5 Wochen. Weitere Kontrollen, bei denen auch eine orthoptische Untersuchung durchgeführt wird, finden im Abstand von etwa 3 Monaten statt. Im Verlauf können die Untersuchungstermine auf halbjährliche Abstände vergrößert werden.

Im Falle einer IOL-Implantation refraktionieren wir die Kinder mittels Skiaskopie ca. 2 bis 3 Wochen nach Operation und passen aufgrund des höheren Alters sofort eine Bifokalbrille, später eine Gleitsichtbrille an. Dies betrifft auch einseitig operierte Patienten mit relativ guter Visusprognose. Entsprechend erfolgt bei den aphaken Kindern mit Kontaktlinse ab einem Alter von etwa 1,5 Jahren die zusätzliche Versorgung mit einer Bifokalbrille, die immer getragen werden sollte. Für das Fernteil wählen wir –3 dpt, belassen das Nahteil plan und erhöhen die Refraktion der Kontaktlinse entsprechend. Wenn der Aufmerksamkeitsfokus mehr in den Fernbereich rückt, ist der Fernteil plan, und das Nahteil hat +3 dpt Addition. Eine Änderung des Kontaktlinsen-Bifokalbrillensystems kann später, etwa im Vorschulalter, durchgeführt werden. Dann wird die Kontaktlinsenstärke auf den Fernfokus umgestellt und entsprechend die Bifokalbrille auf den Nahbereich angepasst (Fernteil plan, Nahteil +3 dpt). Eine Alternative besteht darin, die Kontaktlinse auf 1 m zu korrigieren und die Bifokalbrille entsprechend anzupassen (Fernteil –1 dpt, Nahteil +2 dpt). Auch hier kann später jeweils eine Gleitsichtbrille verordnet werden.

Nach Operation einer einseitigen Katarakt wird immer eine **Okklusionstherapie** erforderlich. Bei einseitiger Katarakt empfehlen wir eine Pflasterokklusion des Führungsauges während der Hälfte der Wachzeit. Die Bifokalbrille ist v. a. während der Okklusion notwendig. Nach Operation einer beidseitigen Katarakt ist eine Okklusionstherapie nur dann erforderlich, wenn ein Strabismus vorliegt und ein Auge bevorzugt wird. Alternativ zur Pflasterokklusion kann die Kontaktlinse am Führungsauge stundenweise weggelassen werden. Eine andere Möglichkeit nach beidseitiger Operation ist es, durch entsprechende Kontaktlinsenstärke eine Fern-Nah-Alternanz mit entfernungsabhängigem Fixationswechsel zu induzieren, eine Bifokalbrille ist dann entbehrlich.

Die Kontaktlinsenanpassung ist für alle Beteiligten, die Patienten, ihre Eltern und die Orthoptistinnen und Augenärzte, eine große Herausforderung. Nur eine enge Zusammenarbeit kann zu guten Ergebnissen führen. Die postoperative Zeit ist der entscheidende Prädiktor für ein gutes funktionelles Ergebnis. Als entscheidende Faktoren für eine gute Sehschärfe-Prognose stehen der Zeitpunkt der Operation mit anschließender Kontaktlinsenanpassung und die Durchführbarkeit der Okklusionstherapie im Vordergrund [45].

Fazit für die Praxis

- Eine Lentektomie sollte bei einseitiger kongenitaler Katarakt bis zur 6. Lebenswoche, bei beidseitiger bis zur 10. Lebenswoche erfolgen, jedoch nicht im 1. Lebensmonat. Diese Angaben sind mit Unsicherheit versehen, und die zugrunde liegenden Annahmen sind möglicherweise durch Argumente zur Vermeidung von Amblyopie stärker geprägt als durch Argumente zur Vermeidung eines Apha-kieglaukoms.

- Ohne eine nahtlose orthoptisch-refraktive Anschlussbehandlung werden keine guten Visusergebnisse zu erzielen sein. Dabei ist eine Schulung und Einbindung der Eltern unerlässlich.
- Intraokularlinsen sollten vor dem 1. Lebensjahr nicht verwendet werden, und intraoperative Maßnahmen zur Vermeidung von Nachstar müssen mindestens bis zum 10. Lebensjahr vorgesehen werden.
- Aufgrund des Komplikationsspektrums sollten Betroffene ein Leben lang augenärztlich angebunden sein.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Wolf A. Lagrèze

Klinik für Augenheilkunde, Medizinische Fakultät, Universität Freiburg
Killianstr. 5, 79106 Freiburg, Deutschland
wolf.lagreze@uniklinik-freiburg.de

Danksagung. Der Autor dankt den Kolleginnen Prof. Judith Fischer, Prof. Dr. Claudia Kuhl-Hattenbach, Dr. Terese Neuhaan, Prof. Ute Spiekorkötter und den Orthoptistinnen Ute Gilles, Heike Link, Carolin Wolf sehr herzlich für die kritische Durchsicht des Manuskripts und hilfreiche Anregungen und Ergänzungen.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. Gemäß den Richtlinien des Springer Medizin Verlags werden Autoren und Wissenschaftliche Leitung im Rahmen der Manuskripterstellung und Manuskriptfreigabe aufgefordert, eine vollständige Erklärung zu ihren finanziellen und nichtfinanziellen Interessen abzugeben.

Autoren. W. Lagrèze: A. Finanzielle Interessen: Forschungsförderung: BMBF, DFG. – Referentenhonorar oder Kostenerstattung: Boehringer Ingelheim, Santhera, med update, Alcon. – Bezahlter Berater/interner Schulungsreferent/Gehaltsempfänger o. Ä.: Boehringer Ingelheim, InfectoPharm. – B. Nichtfinanzielle Interessen: Beamteter Universitätsprofessor, Universitätsklinikum Freiburg, Klinik für Augenheilkunde | Mitgliedschaften: DOG, BVA, EUNOS, ARVO, Bielschowsky-Gesellschaft.

Wissenschaftliche Leitung. Die vollständige Erklärung zum Interessenkonflikt der Wissenschaftlichen Leitung finden Sie am Kurs der zertifizierten Fortbildung auf www.springermedizin.de/cme.

Der Verlag erklärt, dass für die Publikation dieser CME-Fortbildung keine Sponsorengelder an den Verlag fließen.

Für diesen Beitrag wurden vom Autor keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Literatur

1. Hirneiss C, Neubauer AS, Tribus C, Kampik A (2006) Value-based medicine in ophthalmology. *Ophthalmologie* 103:493–500. <https://doi.org/10.1007/s00347-006-1340-9>
2. Foster A, Gilbert C, Rahi J (1997) Epidemiology of cataract in childhood: a global perspective. *J Cataract Refract Surg* 23(Suppl 1):601–604
3. Weyersberg A, Roth B, Köstler U, Woopen C (2019) Pädiatrie: Gefangen zwischen Ethik und Ökonomie. *Dtsch Arztebl* 116:A1586
4. Chak M, Rahi JS (2007) The health-related quality of life of children with congenital cataract: findings of the British Congenital Cataract Study. *Br J Ophthalmol* 91:922–926
5. Scott AW, Bressler NM, Ffolkes S et al (2016) Public attitudes about eye and vision health. *JAMA Ophthalmol* 134:1111–1118. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2016.2627>
6. Noack C, Lagrèze WA (2008) The treatment of congenital cataract in Germany—results of a survey. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 225:80–85
7. Lagrèze WA (2009) The management of cataract in childhood. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 226:15–21. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1027946>
8. Wu X, Long E, Lin H, Liu Y (2016) Prevalence and epidemiological characteristics of congenital cataract: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep* 6:28564. <https://doi.org/10.1038/srep28564>
9. Gräf M (2007) Früherkennung von Sehstörungen bei Kindern: Durchleuchtungstest nach Brückner – Ein Muss bei allen Vorsorgeuntersuchungen im Kindesalter. *Dtsch Arztebl* 104:724–729
10. Haargaard B, Nyström A, Rosensvärd A et al (2015) The Pediatric Cataract Register (PECARE): analysis of age at detection of congenital cataract. *Acta Ophthalmol* 93:24–26. <https://doi.org/10.1111/aos.12445>
11. Nagamoto T, Oshika T, Fujikado T et al (2015) Clinical characteristics of congenital and developmental cataract undergoing surgical treatment. *Jpn J Ophthalmol* 59:148–156. <https://doi.org/10.1007/s10384-015-0370-8>
12. Neugeborenen-Screening auf angeborene Stoffwechselstörungen und Endokrinopathien Registernummer 024-012. <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/024-012.html>
13. Gillespie RL, O'Sullivan J, Ashworth J et al (2014) Personalized diagnosis and management of congenital cataract by next-generation sequencing. *Ophthalmology* 121:2124–2137.e1–2. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2014.06.006>
14. Lassecq J, Jehle T, Feltgen N, Lagrèze WA (2008) Comparison of intraocular tonometry using three different non-invasive tonometers in children. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 246:1463–1466. <https://doi.org/10.1007/s00417-008-0863-y>
15. Plager DA, Lynn MJ, Buckley EG et al (2011) Complications, adverse events, and additional intraocular surgery 1 year after cataract surgery in the infant Aphakia Treatment Study. *Ophthalmology* 118:2330–2334. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2011.06.017>
16. Lambert SR (2016) The timing of surgery for congenital cataracts: Minimizing the risk of glaucoma following cataract surgery while optimizing the visual outcome. *J AAPOS* 20:191–192. <https://doi.org/10.1016/j.jaapos.2016.04.003>
17. Trivedi RH, Wilson ME, Golub RL (2006) Incidence and risk factors for glaucoma after pediatric cataract surgery with and without intraocular lens implantation. *J AAPOS* 10:117–123
18. Haargaard B, Ritz C, Oudin A et al (2008) Risk of glaucoma after pediatric cataract surgery. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 49:1791–1796
19. Birch EE, Stager DR (1996) The critical period for surgical treatment of dense congenital unilateral cataract. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 37:1532–1538
20. Lambert SR, Lynn MJ, Reeves R et al (2006) Is there a latent period for the surgical treatment of children with dense bilateral congenital cataracts? *J AAPOS* 10:30–36. <https://doi.org/10.1016/j.jaapos.2005.10.002>
21. Birch EE, Cheng C, Stager DR et al (2009) The critical period for surgical treatment of dense congenital bilateral cataracts. *J AAPOS* 13:67–71
22. Medsinge A, Nischal KK (2015) Pediatric cataract: challenges and future directions. *Clin Ophthalmol* 9:77–90. <https://doi.org/10.2147/OPHTH.S59009>
23. Mohammadpour M, Shaabani A, Sahraian A et al (2019) Updates on managements of pediatric cataract. *J Curr Ophthalmol* 31:118–126. <https://doi.org/10.1016/j.joco.2018.11.005>
24. Kuhl-Hattenbach C, Fronius M, Kohnen T (2017) Bilaterale kongenitale Katarakt: Klinische und funktionelle Ergebnisse in Abhängigkeit vom Operationszeitpunkt. *Ophthalmologie* 114(3):252–258
25. Vasavada V (2018) Paradigms for pediatric cataract surgery. *Asia Pac J Ophthalmol* 7:123–127. <https://doi.org/10.22608/APO.2017202>
26. Stech M, Grundel B, Lagrèze WA et al (2019) Risk of aphakic glaucoma after pars plana-lensectomy with and without removal of the peripheral lens capsule. *Eye* 33:1472–1477. <https://doi.org/10.1038/s41433-019-0435-x>
27. Infant Aphakia Treatment Study Group, Lambert SR, Lynn MJ et al (2014) Comparison of contact lens and intraocular lens correction of monocular aphakia during infancy: a randomized clinical trial of HOTV optotype acuity at age 4.5 years and clinical findings at age 5 years. *JAMA Ophthalmol* 132:676–682. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2014.531>
28. Greebel GJ, Gaffar MA (2015) Preferred practice patterns for pediatric cataract surgery and postoperative management. *J AAPOS* 19:e44–e45. <https://doi.org/10.1016/j.jaapos.2015.07.134>
29. Vanderveen DK, Trivedi RH, Nizam A et al (2013) Predictability of intraocular lens power calculation formulae in infantile eyes with unilateral congenital cataract: results from the Infant Aphakia Treatment Study. *Am J Ophthalmol* 156:1252–1260.e2. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2013.07.014>
30. Freedman SF, Lynn MJ, Beck AD et al (2015) Glaucoma-related adverse events in the first 5 years after unilateral cataract removal in the infant Aphakia treatment study. *JAMA Ophthalmol* 133:907–914. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2015.1329>

31. Solebo AL, Russell-Eggitt I, Cumberland PM et al (2015) Risks and outcomes associated with primary intraocular lens implantation in children under 2 years of age: the IoLunder2 cohort study. *Br J Ophthalmol* 99:1471–1476. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2014-306394>
32. Mataftsi A, Haidich A-B, Kokkali S et al (2014) Postoperative glaucoma following infantile cataract surgery: an individual patient data meta-analysis. *JAMA Ophthalmol* 132:1059–1067. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2014.1042>
33. Ram J, Agarwal A, Kumar J, Gupta A (2014) Bilateral implantation of multifocal versus monofocal intraocular lens in children above 5 years of age. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 252:441–447. <https://doi.org/10.1007/s00417-014-2571-0>
34. Witschel H (1987) Pars plana lensectomy. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 190:406–411
35. Dave H, Phoenix V, Becker ER, Lambert SR (2010) Simultaneous vs sequential bilateral cataract surgery for infants with congenital cataracts: visual outcomes, adverse events, and economic costs. *Arch Ophthalmol* 128:1050–1054. <https://doi.org/10.1001/archophthalmol.2010.136>
36. Eibenberger K, Stifter E, Pusch F, Schmidt-Erfurth U (2020) Simultaneous bilateral pediatric and juvenile cataract surgery under general anesthesia: outcomes and safety. *Am J Ophthalmol*. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2020.01.001>
37. Vasavada AR, Vasavada V, Shah SK et al (2017) Postoperative outcomes of intraocular lens implantation in the bag versus posterior optic capture in pediatric cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 43:1177–1183. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2017.07.022>
38. Dick HB, Schultz T (2013) Femtosecond laser-assisted cataract surgery in infants. *J Cataract Refract Surg* 39:665–668. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2013.02.032>
39. Tassignon M-J, Gobin L, De Veuster I, Godts D (2009) Advantages of the bag-in-the-lens intraocular lens in pediatric cataract surgery. *J Fr Ophthalmol* 32:481–487. <https://doi.org/10.1016/j.jfo.2009.06.007>
40. Repka MX, Dean TW, Lazar EL et al (2016) Cataract surgery in children from birth to less than 13 years of age: baseline characteristics of the cohort. *Ophthalmology* 123:2462–2473. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2016.09.003>
41. Writing Committee for the Pediatric Eye Disease Investigator Group (PEDIG), Repka MX, Dean TW et al (2019) Visual acuity and ophthalmic outcomes in the year after cataract surgery among children younger than 13 years. *JAMA Ophthalmol* 137:817–824. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2019.1220>
42. Lambert SR, Cotsonis G, DuBois L et al (2020) Long-term effect of intraocular lens vs contact lens correction on visual acuity after cataract surgery during infancy: a randomized clinical trial. *JAMA Ophthalmol*. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2020.0006>
43. Bothun ED, Wilson ME, Traboulsi EI et al (2019) Outcomes of unilateral cataracts in infants and toddlers 7 to 24 months of Age: toddler Aphakia and Pseudophakia study (TAPS). *Ophthalmology* 126:1189–1195. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2019.03.011>
44. Bothun ED, Wilson ME, Vanderveen DK et al (2020) Outcomes of bilateral cataracts removed in infants 1 to 7 months of age using the toddler Aphakia and Pseudophakia treatment study registry. *Ophthalmology* 127:501–510. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2019.10.039>
45. Chak M, Wade A, Rahi JS (2006) Long-term visual acuity and its predictors after surgery for congenital cataract: findings of the British congenital cataract study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 47:4262–4269



Behandlung der kongenitalen und frühkindlichen Katarakt

Zu den Kursen dieser Zeitschrift: Scannen Sie den QR-Code oder gehen Sie auf www.springermedizin.de/kurse-der-ophthalmologe

- ? In welchem Alter wird nach allgemeinen Empfehlungen im Idealfall eine einseitige Katarakt operiert?**
- 2 Wochen
 - 4 Wochen
 - 6 Wochen
 - 8 Wochen
 - 10 Wochen
- ? Im Rahmen der U3 erhebt ein behandelnder Kinderarzt anhand des Transilluminationstests den Verdacht einer kongenitalen, beidseitigen Katarakt und fragt Sie als augenärztlichen Kollegen um Rat: In welchem Alter wird nach allgemeinen Empfehlungen im Idealfall eine beidseitige Katarakt operiert?**
- 2 Wochen
 - 4 Wochen
 - 6 Wochen
 - 8 Wochen
 - 10 Wochen
- ? Auf welche Circa-Zielrefraktion werden beiden Augen bei Interokularlinse-implantation im Alter von 2 Jahren eingestellt?**
- 4 dpt
 - 2 dpt
 - ±0 dpt
 - +2 dpt
 - +4 dpt
- ? Welche ist die häufigste, schwerwiegende Komplikation nach Lentektomie ohne IOL (Intraokularlinse)-Implantation?**
- Endophthalmitis
 - Bulbushypotonie
 - Aphakieglaukom
 - Netzhautablösung
 - Irisverziehung
- ? Welche Erkrankung ist nicht mit Katarakt assoziiert?**
- Galaktosämie
 - Mukopolysaccharidose
 - Zerebrotendinöse Xanthomatose
 - Lowe-Syndrom
 - Budd-Chiari-Syndrom
- ? Welche Erkrankung ist nicht mit persistierender fetaler Vaskularisation (PFV) zu tun?**
- Persistierender hyperplastischer primärer Vitreus (PHPV)
 - A. hyaloidea
- ? Welche ist der Hauptgrund, bei Kindern im 1. Lebensjahr keine IOL (Intraokularlinse) zu implantieren?**
- IOL-Dislokation
 - IOL-Trübung
 - Glaukominduktion
 - „Myopic shift“
 - Uveitis
- ? Welche mittlere Sehschärfe kann man am operierten Auge nach Studienlage erwarten, wenn im 1. Lebensjahr ein Kind einseitig lentrektomiert wird und anschließend mit einer Aphakiekontaktlinse versorgt wird?**
- 0,1
 - 0,2
 - 0,3
 - 0,4
 - 0,5
- ? Welche Kataraktform ist bei einseitiger Manifestation die häufigste?**
- Nukleäre Trübung
 - Vorderer Polstar
 - Vollständige Linsen-trübung
 - Hintere kapsuläre Trübung
 - Lamelläre Trübung
- ? Worin besteht der Vorteil einer Bag-in-the-lens-IOL (Intraokularlinse)?**
- Asphärisches Design
 - Nachstarvermeidung
 - Leichtere Austauschbarkeit
 - Leichtere Implantierbarkeit
 - Sicherer Sitz im Sulcus ciliaris
- ? Welche Komplikation tritt bei Mikrophthalmus, Mittendorf-Fleck oder Elschnig-Perlen auf?**
- Mikrophthalmus
 - Mittendorf-Fleck
 - Elschnig-Perlen

Informationen zur zertifizierten Fortbildung

Diese Fortbildung wurde von der Ärztekammer Nordrhein für das „Fortbildungszertifikat der Ärztekammer“ gemäß § 5 ihrer Fortbildungsordnung mit 3 Punkten (Kategorie D) anerkannt und ist damit auch für andere Ärztekammern anerkennungsfähig.

Anerkennung in Österreich: Für das Diplom-Fortbildungs-Programm (DFP) werden die von deutschen Landesärztekammern anerkannten Fortbildungspunkte aufgrund der Gleichwertigkeit im gleichen Umfang als DFP-Punkte anerkannt (§ 14, Abschnitt 1, Verordnung über ärztliche Fortbildung, Österreichische Ärztekammer (ÖÄK) 2013).

Hinweise zur Teilnahme:

- Die Teilnahme an dem zertifizierten Kurs ist nur online auf www.springermedizin.de/cme möglich.
- Der Teilnahmezeitraum beträgt 12 Monate. Den Teilnahmeschluss finden Sie online beim Kurs.
- Die Fragen und ihre zugehörigen Antwortmöglichkeiten werden online in zufälliger Reihenfolge zusammengestellt.

- Pro Frage ist jeweils nur eine Antwort zutreffend.
- Für eine erfolgreiche Teilnahme müssen 70% der Fragen richtig beantwortet werden.
- Teilnehmen können Abonnenten dieser Fachzeitschrift und e.Med-Abonnenten.