

# Phakoemulsifikation bei PEX-Patienten

Catharina Latz

Der Beitrag bietet Tipps und Tricks, mit deren Hilfe die Komplikationsrisiken von Patientinnen und Patienten mit Pseudoexfoliations(PEX)-Syndrom bei der Kataraktoperation minimiert werden können.

## Einleitung

Die Kataraktoperation hat sich in den vergangenen 25 Jahren kontinuierlich weiterentwickelt und verbessert. Mit dieser Verbesserung ist auch der Wunsch nach der optimalen Intraokularlinsen (IOL)-Fixierung, der zielgenauen postoperativen Refraktion und einem unkomplizierten intra- und postoperativen Verlauf gestiegen. Das PEX-Syndrom gefährdet die Erfolgchancen darauf durch einen geschwächten Zonula-Kapsel-Apparat, die dadurch veränderte effektive Linsenposition und ein erhöhtes Risiko für Komplikationen sowohl intra- als auch postoperativer Art.

Welche Aspekte helfen uns, die Erfolgchancen zuverlässig und dauerhaft zu erhöhen?

## Epidemiologie von PEX

Das PEX-Syndrom ist eine häufige, altersassoziierte, genetisch determinierte, systemische Erkrankung der extrazellulären Matrix[1]. Aasved fand 1979 eine Prävalenz von 4,7 Prozent bei über 60-Jährigen in einem Bonner Seniorenheim[2]. Aktuelle Daten über die Prävalenz in Deutschland liegen nicht vor. Selbst in homogenen Populationen kann diese stark variieren: Ob dies an unterschiedlichen Untersuchern, regionalen Genpools oder Umweltfaktoren liegt, ist unklar[1]. Für die Praxis empfiehlt sich daher eine generelle Wachsamkeit gegenüber einer möglichen Pseudoexfoliations-Pathologie.

## Pathophysiologie von PEX

Die charakteristischen Gewebsveränderungen beim Pseudoexfoliations-Syndrom führen zu einem breiten Spektrum an okulärer Pathologie. Dies wiederum prädisponiert zu einem breiten Spektrum an PEX-typischen Erkrankungen (Phakodonesis, Glaukom, Hornhaut-Dekomensation), sowie an möglichen intraoperativen Erschwernissen (insuffiziente Mydriasis, Zonulolyse) und postoperativen Komplikationen (Kapselphimose, Subluxatio lentis).

Verbessertes intraoperatives Management hat intraoperative Komplikationen in die späte postoperative Periode verschieben, wie eine zunehmende Anzahl von späten IOL-Sub- und Dislokationen nach unkomplizierter Phakoemulsifikation widerspiegelt[3].

## Präoperativ

Die präoperativ klinische Untersuchung ist insofern relevant, da hier das Ausmaß der PEX-Pathologie, dem intraoperativ begegnet werden könnte, abgeschätzt werden kann. Andererseits hat Mizuno bei klinisch einseitigem Befund auch im nicht betroffenen Auge PEX-Ablagerungen auf Zonulae (53 Prozent), im Bereich des Ziliarkörpers (in 77 Prozent) und in 35 Prozent sowohl auf Zonulae als auch Ziliarkörper nachgewiesen[4]. Auch eine nicht ausreichend erweiterte Pupille wird die PEX-Ablagerungen auf der Linse verschleiern.

## Daraus ergeben sich:

- Auch das spaltlampenmikroskopisch unbeteiligte PEX-Auge hat häufig PEX-Pathologie.
- Das ganze Ausmaß der PEX-Pathologie ist oft erst intraoperativ zu erkennen.
- Die OP-Technik muss eine Ausdehnung des Zonulaschadens verhindern.
- PEX ist eine chronische, progressive Erkrankung, die auch nach erfolgreicher Kataraktoperation voranschreitet.

## Intraoperativ Insuffiziente Mydriasis

PEX-Augen zeigen häufig eine insuffiziente Mydriasis. Diese ist vermehrter Geweberigidität durch PEX-Ablagerungen in Stroma und Muskelgewebe als auch der Degeneration des musculus sphincter pupillae und des musculus dilatator pupillae geschuldet[3]. Die Schwere der Zonulopathie korreliert umgekehrt mit der medikamentös erreichbaren Pupillenweite: Das heißt, PEX-Augen mit enger Pupille haben häufiger Zonulaschwächen. Hier kann die zusätzliche Gabe von intrakameralem Phenylephrin (1,25 %) und Viskoelastikum wenigstens während der Kapsulorhexis helfen. Bei besonders enger Pupille können auch Kapselhäkchen oder ein Irisspannring z. B. nach Malyugin die Operation vereinfachen. Bei schon vorgeschädigtem Irisgewebe kann es dadurch zu kleinen iatrogenen Sphinkterissen und zusätzlich zu einer Aufhebung der Blut-Augen-

Schranke kommen. Beim Abwägen von Für und Wider eines eventuell traumatischen und teuren Einsatzes von Pupillenmanipulatoren sollte das Ziel einer verlässlich unkomplizierten Operation den Ausschlag geben.

### Kompromittiertes Endothel

PEX-Endotheliopathie prädisponiert zu früher Endotheldekompensation. Daher empfiehlt sich intraoperativ eine endothelschonende Herangehensweise, z. B. durch eine Chop- oder Femto-Technik sowie durch vermehrte Gabe von Viskoelastikum mit dispersivem Viskoelastikum. Alternativ bietet sich die von Arshinoff publizierte Soft-Shell-Technik an, bei der dispersives Viskoelastikum das Endothel schützt, kohäsives Viskoelastikum die Vorderkammertiefe erhöht und damit den Abstand von Endothel und Phakotipp maximiert [5]. Auch hier kann eine Femto-assistierte Teilung des Nukleus helfen, die Phakoenergie im Auge zu reduzieren [6].

### Kapsulorhexis

Um eine spätere Kapselphimose zu verhindern, empfiehlt es sich, die Kapsulorhexis lieber zu groß als zu klein zu ziehen. Es ist auch möglich, die Rhexis nach Implantation der IOL noch zu erweitern. Dadurch werden die negativen Konsequenzen, sollte die Rhexis auslaufen, quasi annulliert.

### Zonulopathie

Die Zonulopathie umfasst ein Spektrum von unmerklich schwacher Zonula bis zur absoluten Zonulolyse. Erklärtes Ziel ist es, die bei PEX geschwächten Zonulae intraoperativ nicht weiter zu schädigen, so dass die reguläre IOL-Implantation in den Kapselsack möglich ist und eine spätere Subluxation unwahrscheinlich. Daher gilt: Stress auf Zonulae minimieren!

Wie kann die Katarakt-OP derart angepasst werden, dass die Zonulae möglichst wenig belastet werden?

### Slow-Motion-Phako und Trampolin-Effekt

Schwache Zonulae kann man zu Beginn der Operation am Trampolin-Effekt erkennen, wenn beispielsweise beim Stellen der Vorderkammer mit Viskoelastikum oder beim Einführen der Irrigation die Vorderkammer sehr tief wird, weil das Iris-Linsen-Diaphragma nach posterior gedrückt wird, da die Zonulae geringen Widerstand bieten (►Abbildung 1). Ähnlich schnell kann sich das Diaphragma wieder nach anterior bewegen, sollte der Druck in der Vorderkammer abnehmen. Dabei ist jede Vor- und Rückbewegung nicht nur ein Zeichen von schwachen Zonulae, sondern belastet diese zusätzlich. Die Vorderkammerstabilität ist durch Verbesserung der Phakosettings, die z. B. ein Dauerirrigation ermöglichen oder aber plötzlichen Druckabfall mit vermehrter Irrigation ausgleichen können, sowie durch stabilere Schnitte und die Entwicklung des Sleeves deutlich verbessert. Den Begriff Slow-Motion-Phako, den Robert H. Osher in den 1980er Jahren geprägt hat, kann man aber auch heute noch anwenden: geringe Aspirations- und Vakuurraten (damals 12 ml/Minute!), sowie kontinuierliche Irrigation bei niedrigerer Flaschenhöhe stabilisieren die Vorderkammerverhältnisse [7].

### Kapsel scheren statt reißen

Auch bei der Kapsulorhexis werden die Zonulae belastet. Nicht umsonst lässt sich bei Zonulopathie oder Zonulolyse die Rhexis schlecht ziehen, da der notwendige Gegendruck auf die Rhexispinzette- oder -nadel durch die Zonula fehlt. Im Gegenteil, im schlimmsten Fall zieht man die

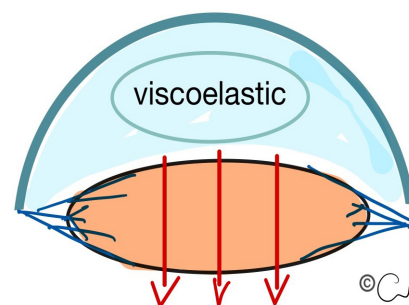


Abb. 1: Trampolin-Effekt. Das Iris-Linsen-Diaphragma wird durch schwache Zonulae nach anterior und posterior bewegt

Alle Abbildungen: C. Latz

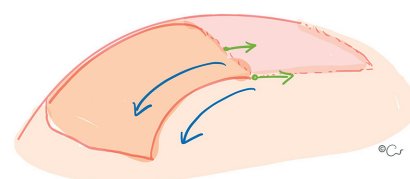


Abb. 2: Bei Zugrichtung parallel zur Kapseloberfläche entstehen Scherkräfte durch zwei parallel zueinander in entgegengesetzter Richtung wirkende Kräfte

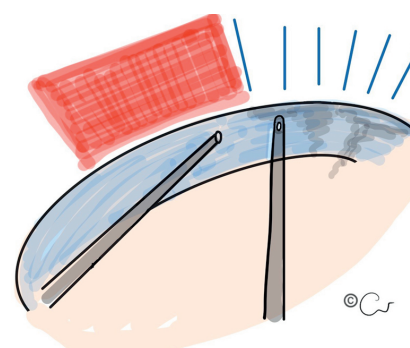


Abb. 3: Die Irrigationskanüle unterstützt die schwachen Zonulae, während der Kortex abgesaugt wird

Zonulae samt Kapselsack zu sich und vergrößert damit den Defekt. Physikalisch ist der Zug auf die Zonulae bei der Scherung im Gegensatz zum Ziehen am niedrigsten, da die Teilung der Kapsel an dem Punkt erreicht wird, wo das Material den geringsten Widerstand bietet [8]. Zum Scheren muss die Zugkraft parallel zur Kapseloberfläche verlaufen, wie in ►Abbildung 2 dargestellt. Alternativ ist hier die Femto-Kapsulotomie zu erwähnen.

### Kerndemontage

Eine gründliche Hydrodelineation hilft, die Mobilisierung des Kerns ohne Belastung der Zonulae durchzuführen. Für die Nukleusdemontage ist es sinnvoll, auf Chop-Techniken zurückgreifen, da hierbei die Teilungskräfte zwischen Chopper und Phako-Tipp aufgebaut werden und nicht zwischen Phako-Tipp und Zonula. Auch in diesem Punkt bietet die Femto-Phako eine echte Alternative [9].

### Kortex

Ähnlich wie bei der Hydrodelineation ist eine gründliche Hydrodissektion Zonula-schonend. Dadurch löst sich der größte Teil des Kortex und kann ohne Zug von der Kapsel abgesaugt werden. Nur wenige Fasern bleiben zurück, die nach Implantation der IOL, wenn die Zonulae durch die IOL-Haptiken unterstützt werden, abgesaugt werden können. Diese Technik hat Howard Fine schon 1992 vorgestellt und „Cortical Cleaving Hydrodissection“ genannt [10].

Wenn kortikale Fasern verbleiben, dann sollte man sich bemühen, diese Zonula-schonend zu entfernen: zum Beispiel, indem man tangential zum Kapselfornix saugt, um die Zugkraft auf eine größere Anzahl von Zonulae zu verteilen, oder indem man die Zonula mit Viskoelastikum, der Irrigationskanüle oder der implantierten IOL-Haptik unterstützt (►Abbildung 3).

### Die dritte Hand: Viskoelastikum

Viskoelastikum ist eine große Hilfe bei der Entlastung der Zonulae, da es den Kapselfornix nach peripher drückt und die auf die Zonulae wirkenden Kräfte gleichmäßig verteilt. Dies ist auch sinnvoll bei der IOL-Implantation. Durch den erweiterten Kapselsack entsteht zusätzlich mehr Platz und weniger Friktion für die IOL.

### IOL-Material

Hydrophobe Linsenmaterialien entfalten sich langsamer als hydrophile. Durch die langsame Entfaltung werden plötzliche und punktuelle Kräfte auf die Kapsel oder die Rhexis und damit auf die Zonulae zu verhindern.

Hydrophile IOL-Materialien können sich nach Eingriffen, die die Kammerwasserzusammensetzung zwischenzeitlich verändern, wie zum Beispiel Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty (DMEK) oder Pars-plana-Vitrektomie (PPV), sekundär eintrüben [11]. PEX-Augen haben im Laufe der Zeit ein erhöhtes Risiko für weitere Eingriffe. Dies ist ein zusätzlicher Grund, ein hydrophobes Linsenmaterial zu verwenden.

### Kapselhäkchen und Spannringe

Der frühestmögliche Einsatz von Kapselhäkchen entlastet schwache Zonulae intraoperativ komplett und verhindert das intraoperative Ausdehnen der Zonulopathie auf Nachbarregionen. Falls keine Kapselhäkchen zur Hand sind, können auch Irishäkchen verwendet werden [12]. Die von Chang modifizierten Kapselhäkchen bieten zusätzliche eine breitere Basis, der die anteriore Kapsel aufliegt, und einen günstigeren Winkel, mit dem der Kapselsack nach peripher gezogen oder fixiert wird.

Die Verwendung eines Kapselspannrings wird widersprüchlich beurteilt: Einerseits verteilt er die wirkenden Kräfte gleichmäßig auf die Zonulafasern und kann so besonders beanspruchte Bereiche entlasten, andererseits kann er durch das zusätzliche Gewicht eine Luxation der Linse begünstigen [13]. Ein positiver Aspekt des Kapselspannrings ist die Option, den Ring, sollte eine Subluxation zu einem späteren Zeitpunkt

stattfinden, direkt skleral zu fixieren.

### Alternative IOL-Fixation

Bei deutlicher Zonulainsuffizienz besteht die Möglichkeit, die Intraokularlinse von vornherein im Sulcus zu fixieren und mittels Optic Capture zu zentrieren oder aber auf alternative IOL-Fixation wie iris- oder sklerafixierte Systeme umzusteigen. Hier kann auch ein zweizeitiges Vorgehen sinnvoll sein, z. B., wenn die Pupille nicht wieder ausreichend eng wird oder die ursprünglich gewählte Anästhesie oder die OP-Dauer für den Patienten nicht adäquat sind. Ausschlaggebend bei der Wahl der IOL-Fixation sollte zum einen das Ausmaß der Zonulopathie in der Gesamtschau der Lebenserwartung und die Expertise des OP-Teams sein.

### Welche Besonderheiten gibt es postoperativ für PEX-Patienten?

PEX-Augen neigen zur Tensio-dekompensation. Diese wird begünstigt durch Obstruktion des Trabekelmaschenwerkes entweder durch abgeschilfertes oder während der Phako freigesetztes Pigment oder abgelagertes PEX-Material [1]. Gründliches Absaugen des Viskoelastikums ist daher unabdingbar.

Die beim PEX vorliegende Zonulopathie begünstigt transiente Winkelblockaden ähnlich dem oben beschriebenen Trampolin-Effekt. Insofern ist ein Tagesdruckprofil bei allen PEX-Augen empfehlenswert, um diese Schwankungen früh zu erkennen und zu therapieren.

Zusätzlich bieten wir in der Dardenne Klinik unseren Patienten mit PEX-Glaukom eine Trabekelwerksaspiration an. Dabei werden abgelagertes Pigment und PEX-Material aus dem Kammerwinkel

abgesaugt und so die Abflusssituation verbessert. Dazu bringt man am Ende der Phakoemulsifikation im Aspirations-Irrigations-Modus ein dem Kammerwinkel angepasstes Aspirationshandstück in direkten Kontakt mit dem Kammerwinkel. Die Höhe des Soges wird auf maximal 300 mmHg fixiert. Der Kammerwinkel wird fast über die kompletten 360° freigesaugt [13]. Häufig erkennt man am Ende der Trabekelaspiration eine retrograde Sanguination in den Kammerwinkel als Zeichen eines durchgängigen Abflusssystems.

Der postoperative Verlust der Blut-Kammerwasser-Barriere ist bei PEX-Patienten deutlich ausgeprägter. Daher resultiert ein stärkerer postoperative Entzündungsreiz [1]. Fallbasiert sollte hier eine vermehrte antientzündliche Therapie zum Beispiel mit nichtsteroidalen Antiphlogistika in Erwägung gezogen werden.

### Zusammenfassung

Das Verständnis der PEX-eigenen Pathophysiologie und ein großes Angebot an chirurgischen Werkzeugen und Techniken ermöglichen eine komplikationslose und erfolgreiche Phakoemulsifikation an PEX-Augen.

Die Lebenserwartung und der progressive Aspekt der Pseudoexfoliation sollten bei den Entscheidungen z.B. der besten IOL-Fixation oder Für und Wider den Einsatz eines Kapselspannrings in Betracht gezogen werden.

Bei PEX-Patienten mit Glaukom bietet sich eine Trabekelwerksaspiration an.

### Schlüsselwörter:

Pseudoexfoliations-Syndrom – PEX – Katarakt – Phakoemulsifikation – Zonulaschwäche – Zonulopathie

### Literatur:

1. Ritch R, Schlotzer-Schrehardt U. Exfoliation syndrome. *Surv Ophthalmol* [Internet]. 2001/02/13. 2001;45(4):265–315. <https://ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11166342>
2. Aasved H. Prevalence of fibrillopathia epitheliocapsularis (pseudoexfoliation) and capsular glaucoma. *Trans Ophthalmol Soc U K* (1962) [Internet]. 1979/07/01. 1979;99(2):293–5. <https://ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/298429>
3. Schlotzer-Schrehardt U, Naumann GO. Ocular and systemic pseudoexfoliation syndrome. *Am J Ophthalmol* [Internet]. 2006/05/09. 2006;141(5):921–37. <https://ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16678509>
4. Mizuno K, Muroi S. Cycloscopy of pseudoexfoliation. *Am J Ophthalmol* [Internet]. 1979/04/01. 1979;87(4):513–8. <https://ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/443315>
5. Arshinoff SA, Norman R. Tri-soft shell technique. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2013;39(8):1196–203. [https://journals.lww.com/jcrs/Fulltext/2013/08000/Tri\\_soft\\_shell\\_technique.12.aspx](https://journals.lww.com/jcrs/Fulltext/2013/08000/Tri_soft_shell_technique.12.aspx)
6. Kanclerz P, Alio JL. The benefits and drawbacks of femtosecond laser-assisted cataract surgery. *Eur J Ophthalmol*. 2020;1–10.
7. Osher RH. Slow motion phacoemulsification approach. *J Cataract Refract Surg*. 1993 Sep;19(5):667.
8. Arshinoff S. Mechanics of capsulorhexis. *J Cataract Refract Surg*. 1992 Nov;18(6):623–8.
9. Latz C, Asshauer T, Rathjen C, Mirshahi A. Femtosecond-Laser Assisted Surgery of the Eye: Overview and Impact of the Low-Energy Concept. *Micromachines* (Basel). 2021/01/28. 2021;12(2).
10. Fine IH. Cortical cleaving hydrodissection. *J Cataract Refract Surg*. 1992 Sep;18(5):508–12.
11. Milojcic C, Latz C, Tandogan T, Auffarth GU, Holz FG, Choi CY, et al. Eintrübung einer hydrophilen Acryl-Intraokularlinse nach DMEK. *Der Ophthalmologe*. 2017 Sep 21;114(9):832–7.
12. Merriam JC, Zheng L. Iris hooks for phacoemulsification of the subluxated lens. *J Cataract Refract Surg*. 1997 Nov;23(9):1295–7.
13. Nobl M, Mackert M. [Pseudoexfoliation Syndrome and Glaucoma]. *Klin Monbl Augenheilkd* [Internet]. 2019/08/15. 2019;236(9):1139–55. <https://ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31412384>

### Interessenkonflikt:

Die Autorin erklärt, dass bei der Erstellung des Beitrags kein Interessenkonflikt im Sinne der Empfehlung des International Committee of Medical Journal Editors bestand.

### Korrespondenzadresse:

Dr. med. Catharina Latz  
Leiterin Hornhaut-Chirurgie  
Augenklinik Dardenne  
Friedrich-Ebert-Straße 23–25  
53177 Bonn-Bad Godesberg  
latz@dardenne.de

Dr. med.  
Catharina Latz

