

Femtosekundenlaser-assistierte Katarakt-Chirurgie: sechs-Monats-Ergebnisse

Dr. Peter Hoffmann

In den vergangenen zwei Jahren ist die Femtosekundenlaser-assistierte Katarakt-Chirurgie (LARCS) stark in das Interesse der Augenchirurgen gerückt. Ist das Verfahren sicherer, präziser und besser als die konventionelle Phakoemulsifikation?

Material und Methoden – Technik

Seit Juli 2012 nutzen wir den Femtosekundenlaser „Victus“ für die Katarakt-Chirurgie. Es handelt sich um eine Laser-Plattform, die sowohl für die Katarakt- als auch für die refraktive Chirurgie einsetzbar ist. Das Andocken erfolgt über ein gekrümmtes Kontaktglas in zwei verschiedenen Modi. Das so genannte „soft docking“ für die intraokularen Schnitte erfolgt mit sehr geringem Anpressdruck, hierbei liegt das Kontakt-



Hoffmann (4)

Peter Hoffmann

glas der Hornhaut nur lose auf oder berührt sie gar nicht. Hierdurch soll eine Faltenbildung in den inneren Hornhautschichten vermieden und die Präzision verbessert werden; dies gilt insbesondere für die Kapsulotomie. Das so genannte „hard docking“ applaniert die Hornhaut und erlaubt so präzise intracorneale Schnitte für Zugänge, arkuate Keratotomien, Intracor, INTACS, LASIK-flaps und so weiter. Der Laser hat eine Pulslänge von etwa 450 fs und arbeitet mit einer Repetitionsfrequenz von bis zu 160 kHz je nach Zielgewebe und Energie.

OP-Zahlen

Bis zum 11. Juli 2013 wurden 422 Katarakt-Prozeduren mit dem Laser durchgeführt. Bei

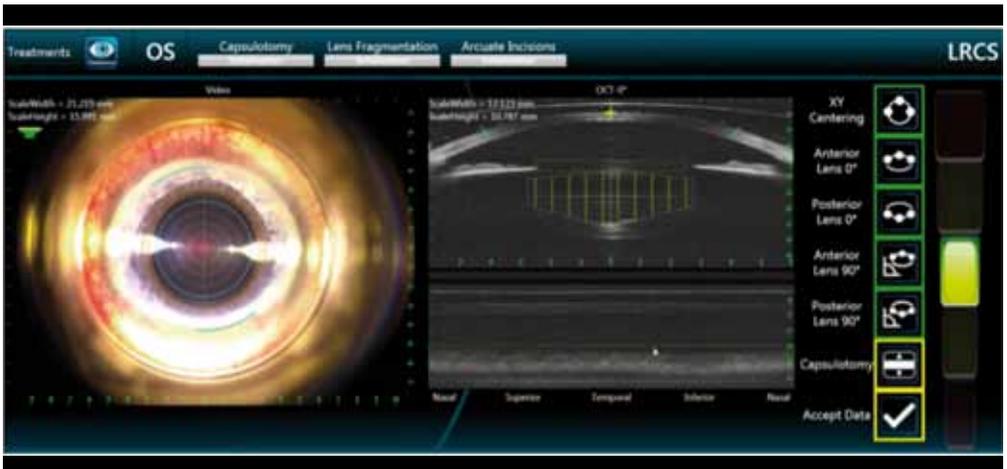


Abbildung 1: Intraoperatives Bild am Benutzerbildschirm des Lasers. Das Auge ist im „soft docking mode“ angedockt (Hornhaut nur leicht berührt, peripher Flüssigkeitsmeniskus zwischen Hornhaut und Kontaktglas erkennbar). In diesem Modus werden die intraokularen Schnitte gesetzt.

77 davon wurden arkuate Keratotomien angelegt. Diese Inzisionen wurden konventionell auf 80 Prozent der lokalen Hornhauttiefe und epithel- und Bowman-eröffnend angelegt. Die optische Zone betrug 8,5 mm und die Bogenlänge wurde nach einem an Oshika (1) angelehnten und auf unsere Verhältnisse adaptierten Nomogramm festgelegt.

Die Kapsulotomie wurde auf die vermutete Gesichtslinie zentriert (Mitte zwischen Pupillenmitte und 1. Purkinjebild in der Voruntersuchung). Als Fragmentationsmuster wurde in 71 Prozent der Fälle eine pre-chop-Technik mit sechs bis acht Stücken gewählt, in 29 Prozent eine Kombination aus radiären und zirkulären Schnittmustern.

Vier Operationen (1,0 Prozent) konnten wegen technischer Störungen nicht zu Ende geführt werden. Einzige laserbedingte Komplikation war eine inkomplette Kapsulotomie (Druckverlust), welche noch am Laser korrigiert werden konnte. 1,1 Dockversuche waren im Mittel pro Auge notwendig.

Alle Eingriffe wurden mittels koaxialer Mikrophako weitergeführt und die Augen mit asphärisch-aberrationskorrigierenden Linsen versorgt.

Vergleichsgruppe

Um die LARCS-Ergebnisse bewerten zu können, wurde Prozess- und Ergebnisqualität mit einer Gruppe von 120 Patienten verglichen, die im Rahmen einer Qualitätssicherungsmaßnahme mit der gleichen Diagnostik und den gleichen Linsen manuell operiert wurden. Die Vergleichsgruppe war geringfügig älter (Median 71 versus 74 Jahre), die LOCS-Gradierung war ähnlich (NO Mittel 3,1 versus 3,2).

Ergebnisse - Prozessqualität

94,5 Prozent der Kapsulotomien waren freischwimmend, 4,6 Prozent adhärent und 0,9 Prozent inkomplett. 100 Prozent der Laser-Kapsulotomien wurden hinsichtlich Größe und Zentrierung als sehr gut gewertet im Vergleich zu 85 Prozent in der manuellen Gruppe. An Komplikationen traten 0,5 Prozent anteriore und 0,2 Prozent posteriore Kapselrisse auf. Die Behandlungszeit (Schusszeit) lag im Mittel bei 32 s inklusive der Selbsttests. Die Zeit zum Andocken und Einstellen betrug im Mittel 88 s. Die benötigte Zeit zur Entfernung des Kerns („tip time“) war 84 ± 42 s / 81 ± 33 s (LARCS / manuell). Der BSS-Verbrauch betrug 82 ± 30 / 76 ± 31 Milliliter. Die „effektive Phakozeit“ lag bei $1,6 \pm 2,1$ s / $2,6 \pm 2,8$ s (Mann-Whitney $P < 0,001$).

Die eingestrahelte Laserenergie (abgeschätzt) lag bei $8,8 \pm 2,7$ J. Die Ultraschallenergie der Phakomaschine (abgeschätzt) war in der Größenordnung von $10,5 \pm 13,7$ J (LARCS) beziehungsweise $17,1 \pm 18,4$ J (manuell).

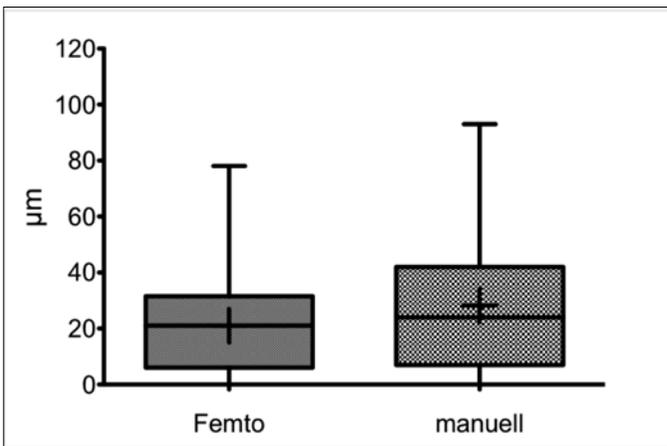


Abbildung 2: Hornhautquellung am ersten postoperativen Tag. Differenz zwischen dünnster Stelle post- und präoperativ, gemessen mit der Pentacam. + markiert den arithmetischen Mittelwert.

Ergebnisqualität

Zur Ergebnisqualität wurden folgende Parameter erfasst: Hornhautquellung, refrak-

tive Präzision, Visus und optische Aberrationen.

Die zentrale Hornhautquellung am ersten Morgen nach der Operation betrug $19 \pm 21 \mu\text{m}$ / $28 \pm 27 \mu\text{m}$ (Mann-Whitney $P < 0.05$). Der Visus zum gleichen Zeitpunkt war in der Lasergruppe ebenfalls etwas besser: $0.67 / 0.60$ geometrisches Mittel (95% CI $0.63-0.72 / 0.56-0.64$, Mann-Whitney $P < 0.01$). Nach einem Monat ist kein diesbezüglicher Unterschied mehr feststellbar. Der refraktive Vorhersagefehler nach vier Wochen war $0.38 \pm 0.29 / 0.39 \pm 0.27$ dpt (n.s.), nach sechs Monaten $0.28 \pm 0.25 / 0.33 \pm 0.29$ dpt (n=35, n.s.). Die Aberrationen höherer Ordnung (HOA) betragen $0.10 \pm 0.07 \mu\text{m} / 0.12 \pm 0.07 \mu\text{m}$ (n.s.) Auch bei den Einzelfehlern Coma, Trefoil und Astigmatismen höherer Ordnung zeigte sich kein signifikanter Unterschied.

Arkuate Inzisionen

Der zu korrigierende Hornhautastigmatismus (TIA) lag im Mittel bei $1,38 \pm 0,42$ dpt. Hierbei wurde analog unserer TIOL-Planung der vektorielle Mittelwert aus Lenstar-Keratometrie

und TMS-5-Topographie unter Berücksichtigung der Hornhautrückfläche als Zielwert benutzt. Vier Wochen postoperativ (n = 58) lag der refraktive Zylinder bei $0,54 \pm 0,39$ dpt, der keratometrische bei $0,66 \pm 0,36$ dpt, der topographische bei $0,69 \pm 0,44$ dpt. Die vektorielle Änderung nach vier Wochen (n=58) war $1,30 \pm 0,65$ dpt und nach drei Monaten (n=25) $1,12 \pm 0,46$ dpt bei einer mittleren Bogenlänge von $47 \pm 11^\circ$.

Der correction index (CI = SIA/TIA) errechnet sich als 0,93 nach einem Monat und 0,88 nach drei Monaten.

Diskussion

Bei der Prozessqualität lässt sich eine verkürzte Ultraschallzeit, aber keine verringerte Gesamtenergiedosis feststellen. OP-Zeiten sowie BSS-Verbrauch unterschieden sich nicht zugunsten des Lasers. Im Vergleich zu anderen fs-Lasersystemen ist die eingestrahlte Energie beim Victus deutlich geringer. Die Arbeitsgruppe um Dick (2) gibt für den Catalys-Laser sowie Standard-Phako (nicht MICS) eine Reduktion der Phakozeit um den Faktor 25 an,

nennt aber keine absoluten Energiewerte. Zu vermuten ist, dass die eingesetzte Laserenergie deutlich höher als die eingesparte Ultraschallenergie ist. Ergebnisrelevante Parameter wie Hornhauttrauma, Visus etc wurden nicht angegeben. Mit dem gleichen Laser fand die Gruppe um Abell (3) eine Reduktion der Phakozeit um 84 Prozent, ebenfalls ohne Nennung absoluter Energiedosen. In dieser Arbeit wurde auch eine leichte Reduktion der Endothelverluste gesehen, aber keine Verbesserung der zentralen Hornhautquellung. Auffällig ist, dass die effektive Phakozeit mit der glei-

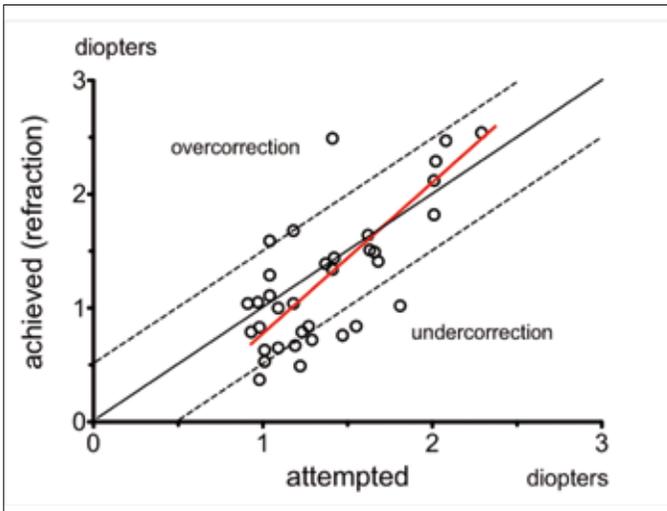


Abbildung 3: Plot des erreichten über dem beabsichtigten Effekt der antiastigmatischen Keratotomien. Das Nomogramm hat eine geringe Tendenz zur Unterkorrektur der kleineren Zylinderbeträge.

chen Phakomaschine in der Lasergruppe noch um 40 Prozent größer ist als in unserer Arbeit, während die Phakozeit der Vergleichsgruppe sogar um 490 Prozent größer ist.

Die Erfolgsquote unserer Kapsulotomien ist im Vergleich zu frühen Ergebnissen der Arbeitsgruppe um Lawless (4) deutlich besser und auch im Vergleich zur zweiten Veröffentlichung dieser Gruppe (5) noch überlegen (99 Prozent versus 96 Prozent). Die Hornhautquellung fiel bei uns etwas geringer aus als in der Arbeitsgruppe um Nagy (6), der relative Abstand zwischen Laser- und manueller Gruppe war jedoch ähnlich. Die bessere Refraktionsvorhersage derselben Kollegen (7) konnten wir bisher nicht bestätigen, die Abell-Gruppe (3) ebenfalls nicht. Bei den sechs-Monats-Ergebnissen zeigt sich zwar ein Trend, jedoch ist er wegen der noch zu geringen Fallzahl (n=35) wenig aussagekräftig.

Die Dezentrierung und Verkipfung der Linsen wird derzeit mit photographischen und purkinjemetrischen Methoden untersucht; für eine vergleichende Bewertung ist es noch zu früh. Nagy und Kollegen (8) fanden in ihrer Arbeit nach einem Jahr bei der horizontalen Zentrierung einen leichten Vorteil zugunsten des Lasers.

Arkuate Keratotomien mit dem fs-Laser sind ein effektives und sicheres Verfahren, um mäßige Hornhautastigmatismen (1,0 bis 1,75 dpt) bei Katarakt-Patienten zu reduzieren und sind in diesem Indikationsbereich eine Alternative zur torischen Linse. Bisher gibt es nur eine peer-reviewed Arbeit zu dem Thema (9). Unser hauseigenes Nomogramm funktioniert gut bei leichter Tendenz zur Unterkorrektur, welche in dem stufenlosen Algorithmus leicht angepasst werden kann.

Das LARCS-Verfahren bietet eine hohe Präzision, niedrige Komplikationsquoten und sehr gute früh-postoperative Ergebnisse. Die langfristige Ergebnisqualität bleibt Gegenstand weiterer Untersuchungen.

Literatur

1. Oshika T, Shimazaki J, Yoshitomi F, et al. Arcuate keratotomy to treat corneal astigmatism after cataract surgery: a prospective evaluation of predictability and effectiveness. *Ophthalmology* 1998;105:2012–2016.
2. Conrad-Hengerer I, Hengerer FH, Schultz T, Dick HB. Effect of femtosecond laser fragmentation on effective phacoemulsification time in cataract surgery. *J Refract Surg* 2012;28:879–883.
3. Abell RG, Kerr NM, Vote BJ. Toward Zero Effective Phacoemulsification Time Using Femtosecond Laser Pretreatment. *Ophthalmology* 2013.
4. Bali SJ, Hodge C, Lawless M, et al. Early experience with the femtosecond laser for cataract surgery. *Ophthalmology* 2012;119:891–899.
5. Roberts TV, Lawless M, Bali SJ, et al. Surgical outcomes and safety of femtosecond laser cataract surgery: a prospective study of 1500 consecutive cases. *Ophthalmology* 2013;120:227–233.
6. Takács AI, Kovács I, Miháltz K, et al. Central Corneal Volume and Endothelial Cell Count Following Femtosecond Laser-assisted Refractive Cataract Surgery Compared to Conventional Phacoemulsification. *J Refract Surg* 2012;28:387–392.
7. Filkorn T, Kovács I, Takacs A, et al. Comparison of IOL Power Calculation and Refractive Outcome After Laser Refractive Cataract Surgery With a Femtosecond Laser Versus Conventional Phacoemulsification. *J Refract Surg* 2012;1–5.
8. Kránitz K, Takacs A, Miháltz K, et al. Femtosecond laser capsulotomy and manual continuous curvilinear capsulorrhexis parameters and their effects on intraocular lens centration. *J Refract Surg* 2011;27:558–563.
9. Rückl T, Dextl AK, Bachernegg A, et al. Femtosecond laser-assisted intrastromal arcuate keratotomy to reduce corneal astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 2013;39:528–538.