

Online-OCP zur Bestimmung der kornealen Reststroma- dicke bei LASIK Nachbehandlungen

C. Kühne, T. Kohnen

Zusammenfassung

Fragestellung: Ein wichtiges Kriterium zur Vermeidung einer iatrogenen Keratektasie bei keratorefraktiven Behandlungen scheint eine minimale korneale Reststromadicke von 250 μm zu sein. Insbesondere bei Nachbehandlungen ist es schwierig, dieses Kriterium zu erfüllen, da eine direkte Messung bisher nur mit Berührung möglich ist (US). Durch Einsatz von OCP ist es nun möglich, die Reststromadicke intraoperativ direkt berührungsfrei zu messen.

Methodik: Bei 19 Augen von zehn Patienten wurde nach erfolgter komplikationsloser LASIK eine Nachbehandlung zur Korrektur einer residuellen Myopie und/oder Astigmatismus durchgeführt. Vor den Nachbehandlungen betrug das mittlere SÄ $-0,92 \pm 0,22$ dpt. Intraoperativ wurde die korneale Reststromadicke dreimal nach Anheben des Flaps mittels OCP (Online OCP, 4optics AG) gemessen. Die anhand der theoretischen Parameter der Erstbehandlung (Flapdicke, kornealer Laserabtrag) berechneten Restroma wurden mit den intraoperativ gemessenen Werten verglichen.

Ergebnisse: Die theoretisch berechnete Reststromadicke betrug 332 μm ($\pm 27\mu\text{m}$). Die intraoperative Messung mit OCP ergab ein residuelles Hornhautgewebe von 312 μm ($\pm 31\mu\text{m}$). Daraus ergibt sich eine Differenz zwischen theoretischer und mit OCP gemessener Reststromadicke von $22 \pm 27 \mu\text{m}$.

Schlussfolgerung: Durch den Einsatz von OCP lässt sich die Sicherheit bei keratorefraktiven Eingriffen entscheidend verbessern.

Summary

Purpose: A minimal corneal residual stromal thickness of 250 μm appears to be an important criterion for the prevention of iatrogenic keratectasia following keratorefractive procedures. Meeting this criterion is especially difficult when applying secondary treatment, as direct measurement has, up till now, been possible by means of contact only (US). Today, use of OCP makes it possible to measure residual stromal thickness intraoperatively, directly, and without contact to the eye.

Methods: Secondary treatment for the correction of residual myopia and/or astigmatism was performed in 19 eyes of 10 patients following complication-free LASIK treatment. Prior to secondary treatment, mean SE was -0.92 ± 0.22 D. Corneal residual stromal thickness was measured intraoperatively three times by means of optical coherence pachymetry (Online OCP, 4optics AG) after the flap was lifted. Residual stromal values calculated using theoretical parameters (flap thickness, corneal laser ablation) of primary treatment were compared to the values measured intraoperatively.

Results: The theoretically calculated residual stromal bed thickness was 332 μm ($\pm 27 \mu\text{m}$). Residual corneal tissue thickness measured intraoperatively by means of OCP

was $312 \mu\text{m}$ ($\pm 31 \mu\text{m}$). This results in a difference of $22 \pm 27 \mu\text{m}$ between theoretical and measured residual stromal thickness.

Conclusion: Safety of keratorefractive procedures can be improved decisively by the use of OCP.

Einleitung

Bei der Korrektur einer Myopie und eines myopen Astigmatismus bis mittleren Grades hat sich die Laser-in-situ-Keratomileusis (LASIK) als das weltweit am häufigsten eingesetzte refraktiv-chirurgische Verfahren etabliert [7-11,15]. Selten ist nach primärer LASIK Behandlung aufgrund eines residuellen Refraktionsfehlers eine Nachbehandlung notwendig. Wie auch bei der Erstbehandlung ist hierbei ein ausreichendes Reststroma zur Vermeidung einer Keratektasie notwendig [1,2,12-14]. Klinisch hat sich dabei eine minimale korneale Reststromadicke von $250 \mu\text{m}$ etabliert [16]. Zurzeit wird in den meisten Kliniken allein die präoperative Hornhautdicke bestimmt und anhand des erwarteten Hornhautabtrages und der theoretischen Flapdicke die Dicke des Reststromas berechnet. Dabei geht man davon aus, dass z.B. mit einer $160 \mu\text{m}$ Platte des Mikrokeratoms ein Flap von $160 \mu\text{m}$ erzeugt wird und der reale Abtrag des Excimer-Lasers mit dem vorhergesagten Wert übereinstimmt. Die direkte Messung der Reststromadicke ist bisher nur durch den intraoperativen Einsatz der Ultraschallpachymetrie möglich, eine kontinuierliche Messung während der gesamten Behandlung („Online-Pachymetrie“) jedoch nicht. Weiterhin bringt die Ultraschallpachymetrie als so genanntes Kontaktverfahren ein erhöhtes Infektionsrisiko durch die Messung während der Operation mit sich. Mit Einführung der Optischen Kohärenzpachymetrie als weiteres Messprinzip für die Untersuchung des vorderen Augenabschnittes sollen die Nachteile der Ultraschallpachymetrie, bei gleicher Messgenauigkeit, vermieden werden.

Ziel dieser Studie ist der Vergleich von theoretischer und mit Online-OCP gemessener kornealer Reststromadicke bei LASIK Nachbehandlungen.

Patienten und Methoden

Bei 19 Augen von zehn Patienten wurde nach erfolgter komplikationsloser LASIK eine Nachbehandlung zur Korrektur einer residuellen Myopie und/oder eines Astigmatismus durchgeführt. Vor den Nachbehandlungen betrug das mittlere SÄ $-0,92 \pm 0,22 \text{ dpt}$. Für alle Behandlungen wurde der gleiche Excimer-Laser (Technolas 217z, Bausch & Lomb, München) eingesetzt. Die Bestimmung der zentralen Hornhautdicke erfolgte mittels optischer Online-Pachymetrie (Online OCP, 4Optics AG, Lübeck), welches durch ein Glasfaserkabel in den Strahlengang des Lasers integriert wurde. Durch Fokussierung des Excimer-Lasers kann die zentrale Hornhautdicke kontinuierlich gemessen werden. Intraoperativ wurde die korneale Reststromadicke dreimal nach Anheben des Flaps mittels Optischer Kohärenzpachymetrie (Online OCP, 4optics AG) gemessen. Die anhand der theoretischen Parameter der Erstbehandlung (Flapdicke, kornealer Laserabtrag) berechneten Reststromata wurden mit den intraoperativ gemessenen Werten verglichen.

Ergebnisse

Die direkte Messung des Reststromas konnte in allen Fällen erfolgreich durchgeführt werden. In einem Fall wurde aufgrund eines gemessenen Reststromas von $< 250 \mu\text{m}$ ein weiterer Laserabtrag unterlassen.

Die theoretisch berechnete Reststromadicke betrug im Mittel $332 \mu\text{m}$ ($\pm 27 \mu\text{m}$). Die intraoperative Messung mit OCP ergab ein residuelles Hornhautgewebe von $312 \mu\text{m}$ ($\pm 31 \mu\text{m}$). Daraus ergibt sich eine Differenz zwischen theoretischer und mit OCP gemessener Reststromadicke von $22 \pm 27 \mu\text{m}$. Somit ergab sich eine mittlere Differenz zwischen nominalem und mit OCP gemessenen kornealen Reststroma von $31 \pm 25 \mu\text{m}$ (3 bis $80 \mu\text{m}$). In 13 Fällen wurde bei der direkten Messung ein geringeres Reststroma ermittelt als es durch die theoretische Berechnung erwartet wurde (Abb. 1).

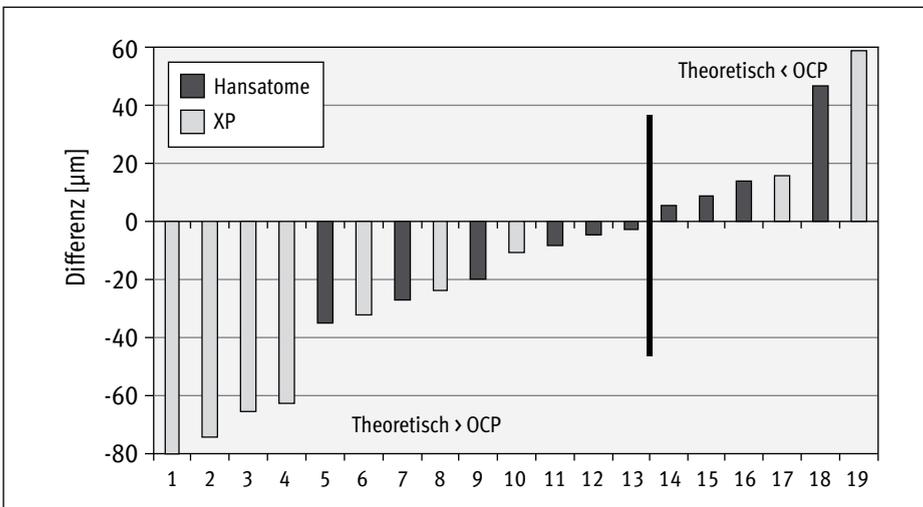


Abb. 1: Vergleich von gemessener Flapdicke und nominaler Reststromadicke

Diskussion

Die LASIK ist der weltweit häufigste refraktive Eingriff zur Behandlung von geringen bis mittleren Myopien und Astigmatismen. Wichtigste Limitierung in der Anwendung dieses Verfahrens ist die Hornhautdicke bzw. die stromale Restdicke. Insbesondere die residuale Stromadicke scheint entscheidend für die Sicherheit der Anwendung dieses Verfahrens zu sein [4,18,19]. Die Bestimmung der restlichen Stromadicke erfolgt zurzeit durch Subtraktion der theoretischen Flapdicke und des erwarteten Laserabtrags von der präoperativen Hornhautdicke. In verschiedenen Studien wurde die Variabilität der Flapdicke gezeigt [3,6,17]. Diese Variabilität und auch andere Störgrößen während der Behandlung machen eine intraoperative Messung der Hornhautdicke wünschenswert. Eingesetzt werden kann dafür während der Behandlung die Ultraschallpachymetrie als derzeitiger Goldstandard. Eine erhöhte

Infektionsgefahr und Variabilität der Zentrierung durch den Untersucher erweisen sich jedoch für den Einsatz dieser Methode während der LASIK als nachteilig. Die kontaktlose, hochauflösende Optische Kohärenz pachymetrie soll die Nachteile der Ultraschallmessung vermeiden. Die Messung der Hornhautdicke, auch kontinuierlich während LASIK Behandlungen, wurde in Studien überprüft [5,20,21]. Durch die fiberoptische Integration der OCT-Einheit in den Excimer-Laser und den dadurch gemeinsamen Focus ist eine kontinuierliche Messung („online“) während der Operation möglich.

Die Spannweite von - 80 bis 58 μm zwischen der theoretischen und mit OCP gemessenen Reststromadicke zeigt die Notwendigkeit einer direkten Messung. Schwankungen der Messergebnisse durch unterschiedliche Gewebshydratation sowie eine Gewebsschwellung limitieren allerdings die Aussagekraft. In der vorliegenden Arbeit erschwerte die Dehydratation des Hornhautgewebes im Laufe der Behandlung teilweise erheblich den Messvorgang. Dennoch konnte in allen Fällen die Hornhautdickenmessungen durchgeführt werden. Der intraoperative Einsatz der Online OCP ist ein wirkungsvolles Instrument zur Erhöhung der Sicherheit von LASIK Behandlungen, insbesondere bei Nachbehandlungen, wenn keine Daten zur Erstbehandlung zur Verfügung stehen.

Literatur

1. AMOILS SP, DEIST MB, GOUS P, AMOILS PM: Iatrogenic keratectasia after laser in situ keratomileusis for less than -4.0 to -7.0 diopters of myopia. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:967-77
2. BIANCHI C: LASIK and corneal ectasia. *Ophthalmology* 2002;109:619-21; author reply 21-22
3. CHOUDHRI SA, FEIGENBAUM SK, PEPOSE JS: Factors predictive of LASIK flap thickness with the Hansatome zero compression microkeratome. *J Refract Surg* 2005;21:253-59
4. DURAIRAJ VD, BALENTINE J, KOUYOUMDJIAN G ET AL.: The predictability of corneal flap thickness and tissue laser ablation in laser in situ keratomileusis. *Ophthalmology* 2000;107:2140-43
5. FISHMAN GR, PONS ME, SEEDOR JA ET AL.: Assessment of central corneal thickness using optical coherence tomography. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:707-11
6. GILEDI O, MULHERN MG, ESPINOSA M ET AL.: Reproducibility of LASIK flap thickness using the Hansatome microkeratome. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:1031-37
7. KOHNEN T, BÜHREN J, KÜHNE C, MIRSHAHI A: Wavefront-guided LASIK with the Zyoptix 3.1 system for the correction of myopia and compound myopic astigmatism with 1-year follow-up: clinical outcome and change in higher order aberrations. *Ophthalmology* 2004;111:2175-85
8. KOHNEN T, MELTENDORF C, CICHOCKI M: [LASIK using a scanning spot excimer laser for the treatment of myopia and myopic astigmatism, 3-Jahresergebnisse]. *Ophthalmologie* 2005;102:363-68
9. KOHNEN T, STEINKAMP GW, SCHNITZLER EM ET AL.: [LASIK with a superior hinge and scanning spot excimer laser ablation for correction of myopia and myopic astigmatism. Results of a prospective study on 100 eyes with a 1-year follow-up]. *Ophthalmologie* 2001;98:1044-54
10. NETTO MV, DUPPS W JR., WILSON SE: Wavefront-guided ablation: evidence for efficacy compared to traditional ablation. *Am J Ophthalmol* 2006;141:360-68
11. NUIJTS RM, NABAR VA, HAMENT WJ, EGGINK FA: Wavefront-guided versus standard laser in situ keratomileusis to correct low to moderate myopia. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:1907-13

12. PALLIKARIS IG, KYMIONIS GD, ASTYRAKAKIS NI: Corneal ectasia induced by laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:1796-802
13. PICCOLI PM, GOMES AA, PICCOLI FV: Corneal ectasia detected 32 months after LASIK for correction of myopia and asymmetric astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:1222-25
14. RANDLEMAN JB, RUSSELL B, WARD MA ET AL.: Risk factors and prognosis for corneal ectasia after LASIK. *Ophthalmology* 2003;110:267-75
15. SCHALLHORN SC, AMESBURY EC, TANZER DJ: Avoidance, recognition, and management of LASIK complications. *Am J Ophthalmol* 2006;141:733-39
16. SEILER T, KOUFALA K, RICHTER G: Iatrogenic keratectasia after laser in situ keratomileusis. *J Refract Surg* 1998;14:312-17
17. SOLOMON KD, DONNENFELD E, SANDOVAL HP ET AL.: Flap thickness accuracy: comparison of 6 microkeratome models. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:964-77
18. STULTING RD, CARR JD, THOMPSON KP ET AL.: Complications of laser in situ keratomileusis for the correction of myopia. *Ophthalmology* 1999;106:13-20
19. SUGAR A, RAPUANO CJ, CULBERTSON WW ET AL.: Laser in situ keratomileusis for myopia and astigmatism: safety and efficacy: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology* 2002;109:175-87
20. WIRBELAUER C, HÄBERLE H, PHAM DT: [Online optical coherence pachymetry in laser in situ keratomileusis]. *Ophthalmologie* 2004;101:140-45
21. WIRBELAUER C, PHAM DT: Continuous monitoring of corneal thickness changes during LASIK with online optical coherence pachymetry. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:2559-68