

Mikroschnitte in Nukleus und Cortex

Untersuchungen zur Presbyopiebehandlung mittels Femtosekunden-Laser - Gleitebenen schaffen neue Flexibilität

HANNOVER - Die meisten Refraktionsfehler wie Myopie, Hyperopie oder Astigmatismus können heute hervorragend mittels Laserchirurgie oder phaken Linsen korrigiert werden. Für die Presbyopie gilt dies bislang noch nicht.

Ausgehend von der Helmholtz-Theorie der Akkommodation ist die zunehmende Sklerosierung des Linseninneren die Hauptursache für die Presbyopieentwicklung. Bisherigen Therapien wie Monovision oder Konduktive Keratoplastik erhöhen nicht die Elastizität der Augenlinse und schaffen damit auch keine echte Akkommodationsfähigkeit. Auch Ansätze wie Multifokalität oder Erhöhung der Tiefenschärfe schaffen lediglich eine Pseudoakkommodation, um die Abhängigkeit von der Brille zu mindern.

Am Laser Zentrum Hannover (LZH) wird mit dem Laserforum in Köln ein vom BMBF gefördertes laserchirurgisches Verfahren entwickelt, das die Flexibilität der Linse wieder herstellen und somit kausal

der Presbyopie entgegenwirken soll. Untersuchungen der vergangenen Jahre haben zu einer Bestätigung der Theorie von Helmholtz geführt. Beim Akkommodationsvorgang wird der Ziliarmuskel angespannt und verdickt sich zur Linse hin. Die Zonularfasern verlieren an Spannung und geben dem Kapselsack Platz zu kontrahieren und dabei zusammen mit der Linse einer sphärischen Form entgegen zu streben. Dadurch werden die Krümmungsradien insbesondere an der Linsen-Rückseite wesentlich kleiner, was einer Erhöhung der Brechkraft gleichkommt. Sowohl Ziliarmuskel als auch Kapselsack bleiben nahezu das gesamte Leben über in ihrer Funktion uneingeschränkt. Dass es dennoch zu einem Akkommodationsverlust kommt, liegt daran, dass die Linse an Elastizität verliert und somit die Rückstellkraft des Kapselsackes nicht mehr ausreicht, um diese zu verdicken.

Mit Hilfe von FS-Laserpulsen werden am LZH Mikroschnitte in Nukleus und Cortex eingebracht. Durch entsprechende Schnittgeo-

metrien ergeben sich Gleitebenen, die eine Flexibilitätsrückgewinnung der Linse bewirken. Die Schneidwirkung der ultrakurzen Laserpulse beruht auf dem Prinzip der Photodisruption, das bereits bei der LASIK zur Flap-Präparation erfolgreich eingesetzt wird. Die Gleitebenen entstehen durch Aneinanderreihung photodisruptiver Effekte mit einer Ausdehnung weniger Mikrometer.

Insgesamt konnte bereits an mehr als 200 extrahierten Schweinebulbi und über 20 humanen Autopsie-Linsen in vitro erfolgreich eine fs-Lentotomie vorgenommen werden. Schnittkonfiguration und Laserparameter wurden dabei optimiert, um möglichst glatte Schnitte mit möglichst effizienter Beeinflussung der Biomechanik der Linse zu erhalten. Darüber hinaus wurden vier Albinokaninchen in vivo behandelt, drei Monate lang beobachtet und schließlich die gelaserten Linsen entnommen und beurteilt. Die Untersuchungen zeigen, dass durch die eingebrachten Schnittmuster eine signifikante Erhöhung in der Verformbarkeit der

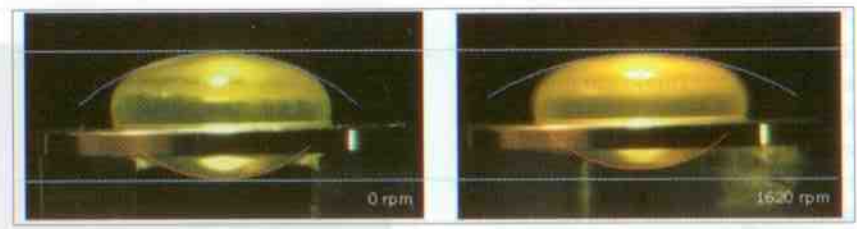


Abb. 3: Enukleierte Linse im „Fisher Spinning Lens Test“. Die in Rotation versetzte Linse (r.) wird durch Fliehkräfte abgeflacht. Die Abflachung dient als Maß für den Elastizitätsgewinn der Linse nach dem fs-Eingriff.

Linsen auftrat. Bei geeigneter Parameterwahl der fs-Laserpulse entstanden keine störenden optischen Nebenwirkungen durch Lichtstreuung an persistierenden Gasblasen. In keinem Fall kam es zu einer Dislokation des Schnittmusters oder gar zu einer Perforation der Linsenkapsel. Offen bleibt bislang die Frage nach längerfristigen Komplikationen, insbesondere die mögliche Eintrübung beziehungsweise Kataraktogenität des Verfahrens. In der

Studie blieben die Kaninchenlinsen über drei Monate makroskopisch klar. Mikroskopisch waren lediglich die direkt um das lasergenerierte Plasma gruppierten Zellmembranen

zerstört. Die lokalisierte Disruption der Zellmembran führte jedoch nicht notwendigerweise zur Eintrübung der betroffenen Linsenfasern oder gar der gesamten Kaninchenlinse. Die Fasern humaner Augenlinsen sind prinzipiell ähnlich in Struktur und Größe. Ob entsprechende fs-Laser-Schnitte auch in der Augenlinse von Primaten oder Menschen ohne Kataraktbildung möglich sind, muss durch weitere Studien geklärt werden. Zusammenfassend sind die bisherigen Ergebnisse so ermutigend, das zumindest die berechtigte Hoffnung auf eine Therapie der Presbyopie mit fs-Laserpulsen besteht.



Abb. 1: Enukleierte Linse (Schwein) mit eingebrachten Gleitebenen



Abb. 2: Beispiel eines Schnittmusters in einer Linse (Schwein) unmittelbar nach dem Laser-eingriff

Do., 20. Sept. 11.00-13.00 h
DO.06.05 Estrel Saal C

Autor: Prof. Dr. Holger Lubatschowski
Laser Zentrum Hannover
Hollerithallee 8, D-30419 Hannover