

Pikosekunden-Infrarotlaser (PIRL) für die Hornhauttransplantation

In einer Machbarkeitsstudie zur Anwendung des Pikosekunden-Infrarotlasers (PIRL) für Hornhauttransplantationen wurde gezeigt, dass mithilfe des PIRL Schnitte im Hornhautgewebe bei minimaler Schädigung des umliegenden Gewebes ausgeführt werden können. Priv.-Doz. Dr. Stephan J. Linke (Hamburg) fasst den Ansatz, der neue Perspektiven für eine applanationsfreie Trepanation bietet, zusammen.

Kritisch betrachtet, ist man dem Ziel der nahtfreien und astigmatismusneutralen Hornhauttransplantation durch exakte Schnittkonfigurationen nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip trotz der Erfolge und Verbreitung des Femtosekundenlasers (FSL) nicht wesentlich näher gekommen. Zwei limitierende Faktoren der femtosekundenlaserassistierten Hornhauttransplantation, die durch die physikalischen Eigenschaften des Lasers und die biologischen

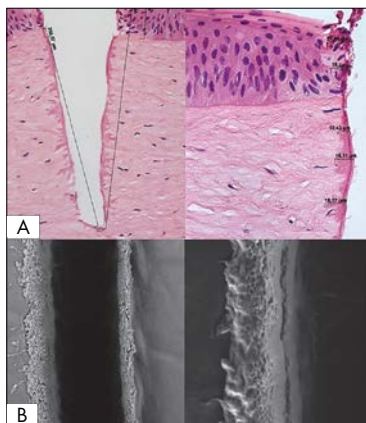
fixiert und anschließend unter kontrollierten und stabilen Augeninnendruckverhältnissen mit dem PIRL behandelt.

Ein definiertes Ablationsschema, beispielsweise kreisförmig, linear, rechteckig oder scheibenförmig kann gewählt und die spezifischen Abmessungen durch den Benutzer festgelegt werden. Innerhalb dieser Studie wurden kreisförmige und gerade Inzisionen der Hornhaut analysiert. Makroskopische, histologische,

konfokal mikroskopische und Environmental Scanning Electron Microscopy- (ESEM) Untersuchungen wurden zur Charakterisierung der Schnittqualität durchgeführt. Mit Hilfe des PIRL konnten reproduzierbar und stabil Inzisionen im humanen und porpinken Hornhautgewebe bei minimaler Schädigung des umliegenden Gewebes ausgeführt werden.

Die Laserstrahlung des PIRL, die im mittleren infraroten Spektralbereich ($\lambda = 3 \mu\text{m}$) exakt auf eine Vibrations-Anregungsbande des Wassermoleküls abgestimmt ist, dient als effektives Hilfsmittel zur applanationsfreien Trepanation der Hornhaut und erweitert damit das Instrumentarium der Hornhauttransplantationschirurgie. Die Vision eines All-in-One-Lasersystems für

den vorderen Augenabschnitt – von der Hornhautmodulation über die Hornhauttrepanation bis hin zur Anwendung an der Linse – scheint in Anbetracht der technischen Entwicklungen und Innovationsgeschwindigkeit in greifbare Nähe gerückt.



Einschnitt von Hornhautgewebe mit dem PIRL-Laser bis in das Stroma. (A) Histologische Untersuchung mit Hämatoxylin-Eosin-Färbung und (B) Untersuchung mit dem atmosphärischen Rasterelektronenmikroskop (ESEM) jeweils in 200- und 400-facher Vergrößerung. Die präzisen Schnittkanten sind klar zu erkennen. Lediglich die erste Zellschicht neben dem Einschnitt ist von thermischen Effekten betroffen. © S. Linke et al., PLoS ONE 10(3): e0120944

Eigenschaften der Hornhaut bedingt sind, haben sich im Lauf der klinischen Anwendung herauskristallisiert. Zum einen ist eine applanationsfreie Schnittführung nicht möglich und zum anderen ist ein Schneiden von vaskularisiertem und narbig alteriertem Gewebe erschwert.

Die vorliegende Analyse beschreibt eine Machbarkeitsstudie zur Anwendung eines neuen Pikosekundenlasers für die applanationsfreie Hornhaut-Trepanation: Das Verfahren basiert auf einem speziell angepassten Lasersystem (PIRL-HP2-1064 OPA-3000, Attodyne Inc., Canada), das bei einer Wellenlänge von $3000 \pm 90 \text{ nm}$ mit einer Pulsdauer von 300 ps und einer Repetitionsrate von 1 kHz arbeitet. Der Pikosekunden-Infrarotlaser (PIRL) wird mit Hilfe eines selbstentwickelten Optiksystems über eine Scanner-Einheit zur Probe geführt. Die Korneoskleralscheiben wurden vor der Trepanation auf einer künstlichen vorderen Augenkammer

Das Forscherteam um Stephan J. Linke vom Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (UKE)/zentrumSehstärke und R. J. Dwayne Miller vom Max-Planck-Institut für Struktur und Dynamik der Materie (MPSD) erhielt für seine Arbeit den Dr.-Karl-Robert-Brauns-Preis für Augenheilkunde 2016.

Linke SJ, Frings A, Ren L, Gomolka A, Schumacher U, Reimer R, et al. A new technology for applanation free corneal trephination: the picosecond infrared laser (PIRL). PLoS One. 2015; 10(3): e0120944.

Priv.-Doz. Dr. Stephan J. Linke

UKE/zentrumsehstärke im Spectrum am UKE

E-Mail: slinke@uke.de