

Untersuchung über die Temperatursteigerung bei der Phakoemulsifikation und deren Einfluss auf das Hornhautendothel

Steffen Buschschlüter

Ziel der vorliegenden Arbeit war eine fundierte Abschätzung der Temperatursteigerung während der Phakoemulsifikation sowie deren Einfluss auf das Hornhautendothel. Zunächst konnten durch die orts aufgelöste Messung der Temperatursteigerung in Schweineaugen die Regionen identifiziert werden, in denen die stärkste Erwärmung auftritt. Im Anschluss wurden für verschiedene praxisrelevante Geräteeinstellungen statistisch gesicherte Daten zum Temperaturverlauf gewonnen. Die höchste mit in der klinischen Praxis üblichen Einstellungen gemessene Temperatursteigerung betrug 1,11 °C. Es zeigte sich, dass die Durchflussrate den größten Einfluss auf den Temperaturverlauf hat. Die Blockade der Aspiration führte bei sonst gleichen Einstellungen zu einer um den Faktor 5-6 erhöhten Temperatursteigerung. Zudem wurde festgestellt, dass eine Verdoppelung der Amplitudeneinstellung zu einer Vervierfachung der maximalen Temperatursteigerung führt.

Nach den Temperaturmessungen wurde der entstandene Schaden am Endothel der Schweineaugen großflächig bestimmt. Zwischen der Temperatursteigerung und dem Schaden konnte keine signifikante Korrelation nachgewiesen werden. Daher kann davon ausgegangen werden, dass die Temperatursteigerung nicht ursächlich für den Schaden ist. Dagegen konnte ein mechanischer Zellschaden festgestellt werden. Weiter hing der Zellverlust nichtlinear von der Amplitudeneinstellung ab, was auf Kavitation als Schädigungsursache hindeuten könnte.

Zusätzlich wurde eine mathematische Modellierung der wirkenden Wärmequellen entwickelt um die Mechanismen der Erwärmung zu identifizieren. Die Modellierung wurde durch kalorimetrische Messungen bestätigt und zeigt, dass hauptsächlich viskose Reibung in direkter Umgebung der Klinge für die Erwärmung verantwortlich ist. Zudem erlaubt die Modellierung die Simulation der Temperatursteigerung mittels finiter Elemente (FEM) für beliebige Einstellungen und Operationsverläufe. Die Ergebnisse von Temperaturmessungen und FEM-Simulationen ermöglichten die Formulierung konkreter Empfehlungen für die klinische Praxis.