

# Rolle der Fadenspannung bei Kanaloplastik

Der Wirkmechanismus der Kanaloplastik als neueres, nichtpenetrierendes Verfahren zur Augendrucksenkung bei primär chronischem Offenwinkelglaukom ist nicht vollständig geklärt, so auch nicht der Einfluss des Fadens oder der Fadenspannung auf den Operationserfolg. Ziel einer Studie am Klinikum Ernst von Bergmann war es, die Rolle der Fadenspannung im Schlemm'schen Kanal und ihre Auswirkungen auf die Augendrucksenkung sowie deren Einfluss auf postoperative Komplikationen zu untersuchen. Dr. Silvia Zarmas-Röhl und Priv.-Doz. Dr. Anja Liefeld (Potsdam) stellen die Ergebnisse dar.

**B**ei der operativen Behandlung von Offenwinkelglaukomen gilt es, eine effiziente Drucksenkung bei möglichst geringer Komplikationsrate zu erreichen. Daher wurden die nichtpenetrierenden Verfahren weiterentwickelt, um sickerkissenassoziierte Komplikationen, wie sie nach einem fistulierenden Eingriff vorkommen, zu vermeiden. Die Kanaloplastik stellt ein neueres, nichtpenetrierendes Verfahren zur Augendrucksenkung bei primär chronischem Offenwinkelglaukom dar, dessen Wirksamkeit und Sicherheit bereits mehrfach nachgewiesen wurde. Intraoperativ erfolgt nach Präparation eines Descemetfensters die Entdachung des Schlemmkanals. Dieser wird anschließend mit einem Mikrokatheter (iTrack 250A, iScience Interventional, Menlo Park, CA, USA) über die gesamte Circumferenz katheterisiert. Über den Katheter werden Mikrovolumina eines Viskoelastikums (Healon

GV) injiziert sowie ein 10/0-Prolene-Faden platziert. Dieser verbleibt straff geknüpft im Schlemm'schen Kanal und bewirkt somit ein permanentes Stretching des Kanals beziehungsweise des Trabekelmaschenwerks.

Der Wirkmechanismus der Kanaloplastik ist nicht vollständig geklärt, so auch nicht der Einfluss des Fadens oder der Fadenspannung auf den Operationserfolg. Ziel unserer Studie war es, die Rolle der Fadenspannung im Schlemmkanal und ihre Auswirkungen auf die Augendrucksenkung sowie deren Einfluss auf postoperative Komplikationen zu untersuchen. Um ein Maß für die Fadenspannung zu erhalten, erfolgte intraoperativ die Verwendung eines zusätzlichen Fadens, der am Operationsende wieder entnommen und vermessen werden konnte. Dieser zusätzliche Faden (10/0 Prolene), ein so genannter Referenzfaden, wurde in den Schlemm'schen Kanal eingeführt und entsprechend des exakten Umfangs der Schlemmkanal-Innenwand gekürzt (Abb. 1). Nach Spannung des Implantationsfadens war der Referenzfaden nun länger als der Umfang der Schlemmkanal-Innenwand. Das nun überstehende Fadenende wurde intraoperativ markiert (Abb. 2), anschließend wurde der Referenzfaden entnommen und vermessen. Die Fadenlängenmessung erfolgt nach 2D-Bilder-Zusammensetzung mit einem digitalen Mikroskop, mit einer 600-fachen Vergrößerung in Doppelbestimmung. Der prozentuale Anteil des Fadenüberstandes an der Fadenlänge insgesamt steht für das Maß der Fadenspannung (Abb. 3).



Abb. 1: Intraoperativ wurde ein so genannter Referenzfaden in den Schlemm'schen Kanal eingeführt und entsprechend des exakten Umfangs der Schlemmkanal-Innenwand gekürzt (blauer Faden: Implantationsfaden vor Spannung, roter Faden: Referenzfaden).

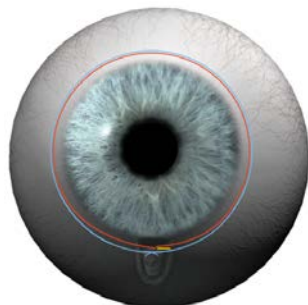


Abb. 2: Nach Spannung des Implantationsfadens war der Referenzfaden nun länger als der Umfang der Schlemmkanal-Innenwand (blauer Faden: Implantationsfaden nach Spannung, roter Faden: Referenzfaden, mit nun überstehendem Fadenende gelb markiert).

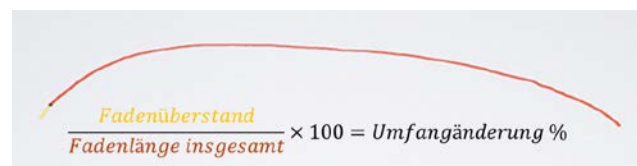


Abb. 3: Der prozentuale Anteil des Fadenüberstandes (gelber Fadenanteil) an der Fadenlänge insgesamt (roter und gelber Fadenanteil) steht für das Maß der Fadenspannung.

|                                | Minimum | Maximum | Mittelwert | SD    |
|--------------------------------|---------|---------|------------|-------|
| Fadenlänge insgesamt (mm)      | 38,96   | 50,37   | 46,97      | ±2,65 |
| Fadenüberstand (mm)            | 0,62    | 4,01    | 1,67       | ±0,81 |
| Umfangänderung (%)             | 1,59    | 7,92    | 3,51       | ±1,60 |
| Tensio prä-OP (mmHg)           | 15      | 33      | 20,75      | ±4,96 |
| Tensio 1 Monat post-OP (mmHg)  | 7       | 18      | 12,93      | ±3,17 |
| Tensio 3 Monate post-OP (mmHg) | 10      | 18      | 12,50      | ±3,39 |
| Augentropfen prä-Op            | 0       | 4       | 1,81       | ±1,17 |
| Augentropfen 1 Monat post-OP   | 0       | 1       | 0,07       | ±0,26 |
| Augentropfen 3 Monate post-OP  | 0       | 3       | 0,57       | ±0,85 |

Tab. 1: Ergebnisse der 16 Augen, bei denen eine Vermessung der Fadenspannung erfolgte.

### Methode

Insgesamt wurden 16 Augen mit primär chronischem Offenwinkelglaukom, bei denen eine unkomplizierte 360-Grad-Kanaloplastik erfolgte, in diese Studie eingeschlossen. Augen mit sekundären Glaukomformen, zuvor stattgehabten glaukomchirurgischen Eingriffen (Trabekulektomien, Cyclophotokoagulation etc.), Augen mit kombinierter Operation (Phakoemulsifikation mit Linsenimplantation und gleichzeitige Kanaloplastik) oder intraoperativen

Komplikationen (Descemetereinriss etc.) wurden ausgeschlossen. Präoperativ sowie ein und drei Monate postoperativ erfolgte die Erfassung der Tensio, der Anzahl der augendrucksenkenden Medikamente sowie die Bestimmung des Visus und eine Spaltlampenuntersuchung. Die Augendrucksenkung (Differenz Augendruck präoperativ versus postoperativ) sowie der postoperativ gemessene Augendruck wurden mit dem Maß der Fadenspannung korreliert (Korrelationskoeffizient nach Spaerman).

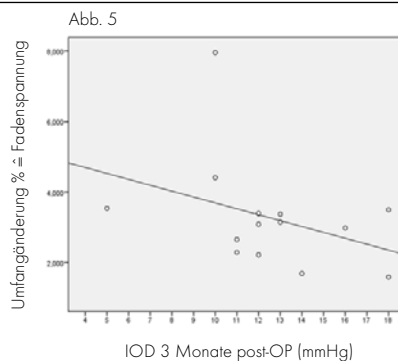
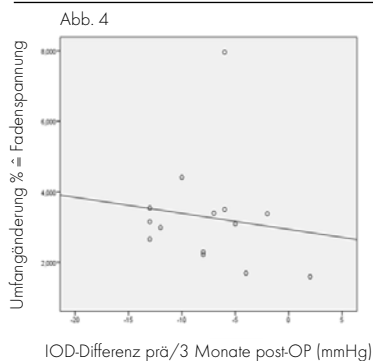


Abb. 4: Zwischen IOD-Senkung (mmHg) und Fadenspannung (Prozent) besteht nach drei Monaten mit einem Korrelationskoeffizient nach Spaerman von  $-0,237$  eine geringe Korrelation.

Abb. 5: Zwischen dem postoperativen IOD (mmHg) und der Fadenspannung (Prozent) besteht nach drei Monaten mit einem Korrelationskoeffizient nach Spaerman von  $-0,488$  eine geringe Korrelation.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Der durchschnittliche Augendruck wurde jeweils signifikant von  $20,75 \pm 4,96$  mmHg mit  $1,81 \pm 1,17$  Medikamenten präoperativ auf  $12,93 \pm 3,17$  mmHg mit  $0,07 \pm 0,26$  Medikamenten nach einem Monat und auf  $12,50 \pm 3,39$  mmHg mit  $0,57 \pm 0,85$  Medikamenten nach drei Monaten gesenkt. Die durchschnittliche Fadenlänge betrug  $46,98 \pm 2,65$  mm, der Umfang der Schlemmkanal-Innenwand wurde durchschnittlich um  $3,51 \pm 1,60$  Prozent verkürzt.

## Ergebnisse

Zwischen Augendrucksenkung (Differenz präoperativ versus postoperativ) und Fadenspannung zeigte sich in der Korrelationsanalyse nach Spaerman nach ein und drei Monaten mit einem Korrelationskoeffizienten von  $0,237$  eine geringe Korrelation (Abb. 4). Zwischen postoperativem Augendruck und Fadenspannung zeigte sich keine Korrelation nach einem Monat (Korrelationskoeffizient  $0,060$ ) und mit einem Korrelationskoeffizienten von  $0,488$  eine geringe Korrelation nach drei Monaten (Abb. 5). Bei drei Patienten bestand nach drei Monaten eine Zunahme des subjektiven Astigmatismus von über 2 Dioptrien. Dies waren die drei Patienten mit der prozentual stärksten Fadenspannung. Bei einem Patienten bestand postoperativ eine periphere Descemetolyse. Auch bei diesem Patienten bestand mit  $4,41$  Prozent eine überdurchschnittlich starke Kürzung der Schlemmkanal-Innenwand.

Die Messung der Fadenspannung bei Kanaloplastik anhand der Umfangänderung der Schlemmkanal-Innenwand wurde bislang nicht beschrieben. Bisherige Untersuchungen zur Rolle der Fadenspannung bei Kanaloplastik sind mittels Ultraschall-Biomikroskopie (UBM) oder optischer Kohärenztomographie (AC-OCT) erfolgt. Durch im UBM ermittelte Einziehungen im Kammerwinkel konnten Jewis et al. (2007/2009) eine Graduierung der Fadenspannung darstellen. Hierbei wurde ein Zusammenhang zwischen stärkerer Fadenspannung und höherer Augendrucksenkung aufgezeigt. In einer späteren Arbeit von Brandao (2015), bei der mittels UBM und SD-OCT die durch die Fadenspannung entstandenen

Winkel im Kammerwinkel vermessen wurden, konnte nur eine Tendenz für einen Zusammenhang zwischen stärkerer Fadenspannung und höherer Augendrucksenkung sowie kein Zusammenhang zwischen stärkerer Fadenspannung und postoperativem Augendruck ermittelt werden.

## Schlussfolgerung

Wir führen unsere Ergebnisse darauf zurück, dass die Augendrucksenkung nach Kanaloplastik durch weitere Wirkmechanismen wie die Größe des Descemetfensters, die Größe des skleralen Sees und die Entstehung von Mikrorupturen durch Viskodilatation beeinflusst wird. Auch biochemische Effekte auf den Schlemm'schen Kanal durch den Faden, unabhängig seiner Spannung, könnten zu einem verbesserten Kammerwasserabfluss führen. Überdies variiert die optimale Fadenspannung von Patient zu Patient und ist zusätzlich abhängig unter anderem von der Kammerwinkelbeschaffenheit und der Hornhauthysterese. Eine zu starke Fadenspannung scheint jedoch zu einem höheren Astigmatismus zu führen und sollte daher eher vermieden werden.

Weitere Untersuchungen mit größeren Patientenzahlen und einer längeren Nachbeobachtungszeit sind notwendig. Hierdurch könnte gegebenenfalls eine optimale Fadenspannung vorhersagbar werden. Es könnten aber auch Informationen zum Wirkmechanismus der Kanaloplastik sowie der Rolle des Fadens an sich gewonnen werden, insbesondere vor dem Hintergrund der neuen, minimalinvasiven Kanaloplastik ab interno ohne Fadenimplantation.

Literatur auf Anfrage bei der Autorin.

Dr. Silvia Zarmas-Röhl

Klinikum Ernst von Bergmann gGmbH  
Oberärztin Klinik für Augenheilkunde, Potsdam  
E-Mail: szarmas@klinikumebv.de