



Die suprachoroidale Hydrogelplombe – eine Revolution in der Buckelchirurgie

Karl Boden, Kai Januschowski, Peter Szurman

Die suprachoroidale Hydrogelplombe ist ein neues einfaches und sicheres Verfahren zur Behandlung der Netzhautablösung. Die technischen Vorteile der modernen Vitrektomie und der klassischen Buckelchirurgie werden in diesem operativen Ansatz vereint.

Einleitung

Das Grundprinzip der Behandlung einer Netzhautablösung besteht aus der Identifikation und dem Verschluss des zugrunde liegenden Netzhautforamens. Sowohl die Buckelchirurgie als auch die Vitrektomie haben sich als standardisierte Verfahren in den letzten Jahrzehnten etabliert. Beide chirurgische Ansätze sind auf den ersten Blick sehr unterschiedlich, jedoch folgen sie beide dem von Custodis 1953 beschriebenen Prinzip der Approximation und Fixation der Netzhaut [1]. Entweder erfolgt die Approximation durch eine sklerale eindellende Plombe und Fixation mit Kryokoagulation oder die Approximation geschieht durch eine Vitrektomie mit Endotamponade und Fixation durch eine Laserretinopexie.

Beide Techniken haben ihre Vor- und Nachteile: Die Buckelchirurgie hat den großen Vorteil der linsenerhaltenden Chirurgie, jedoch ist dieser Technik in den letzten Jahren keinerlei technische Innovation wiederfahren. Die Visualisierung durch die indirekten Ophthalmoskopie ist schnell durch Medientrübungen limitiert und auf die invasivere Kryokoagulation angewiesen [2]. Damit partizipiert sie nicht an den technologischen Errungenschaften, die die moderne Vitrektomie auszeichnen, und wird

dadurch immer weiter aus der klinischen Routine verdrängt [3].

Insbesondere profitiert die moderne Vitrektomie von den hochauflösenden Mikroskopen mit hoher Vergrößerung, der effektiveren Endoillumination und der schonenden Endolaserkoagulation. Alle diese Vorteile sind der Grund für die hohen Erfolgsraten auch bei schwierigen Ausgangssituationen [4, 5]. Allerdings müssen die Endo-Tamponaden mit eventuell daraus folgender progressiver Kataraktentwicklung oder postoperativen Druckentgleisungen als Nachteil gewertet werden.

Die suprachoroidale Hydrogelplombe soll das Beste aus beiden Welten kombinieren: die Vorteile der linsenerhaltenden Buckelchirurgie mit gezielter Tamponade des Foramens von außen, aber gleichzeitig die Verwendung der modernen ophthalmochirurgischen Techniken mit Weitwinkelvisualisierung, Endoillumination und Endolaser.

Die suprachoroidale Hydrogelplombe ist eine minimalinvasive Technik, die einfach und schnell durchführbar ist und keine großflächige Peritomie der Bindehaut benötigt. Andere Probleme wie Aderhautblutungen oder eventuelle Plombendurchwanderung sind mit dieser Technik nicht zu erwarten. Insbesondere Lochsituati-

onen im Bereich der Augenmuskeln sind mit dieser Technik gut zu behandeln, da der suprachoroidale Ansatz die Augenmuskeln mechanisch nicht komprimiert.

Die Rationale der suprachoroidalen Hydrogelplombe

Alle ursprünglichen Varianten der Buckelchirurgie gehen von einem episkleralen Ansatz aus. Das Grundprinzip der suprachoroidalen Hydrogelplombe liegt darin, dass der eindellende Effekt durch die Injektion oder Implantation eines Hydrogels über einen kleinen transskleralen Schnitt in den suprachoroidalen Raum erfolgt.

Beides führt zur Wiederanlage der Netzhaut über das von Custodis beschriebene Prinzip einer Annäherung des Pigmentepithels an die Netzhaut (Approximation). Die Hydrogele erzeugen lediglich je nach ihren Eigenschaften einen kürzeren oder längeren temporären Buckeleffekt. Der temporäre Effekt kann als deutlicher Vorteil gewertet werden, da der Buckel lediglich solange nötig ist, bis die Laserherde eine genügende Festigkeit erreicht haben. Diese ausreichende Stabilität ist schon nach einigen Tagen erreicht. Lediglich bei traktiven Situationen wird empfohlen, einen etwas längeren Buckeleffekt zu induzieren.

Erste Erfahrungen einer suprachoroidalen Hydrogelplombe wurden durch Mittl und Poole Mitte der 1980er Jahre mit den damals verfügbaren, nicht quervernetzten Hydrogelen beschrieben [6,7]. Obwohl die Machbarkeit in diesen Untersuchungen nachgewiesen werden konnte, hat sich das Prinzip wegen der zu raschen Resorption der Hydrogele nicht durchsetzen können [8-10]. Zusätzlich war die klassische Buckelchirurgie zu dieser Zeit breit etabliert und die technische Entwicklung der Vitrektomie steckte noch in den Anfängen, was einer weiteren Verbreitung der Hydrogelplombe ebenfalls im Wege stand. Die technischen Errungenschaften der modernen Vitrektomie bieten uns heute die Möglichkeit, an der gesamten Breite der minimal-invasiven Techniken und Instrumenten, die auch für den Einsatz der suprachoroidalen Hydrogelplombe genutzt werden können, zu partizipieren. Die Manipulation im suprachoroidalen Raum wurde von vielen Ophthalmochirurgen wegen der Gefahr von Blutungen bisher gemieden. Jedoch konnten wir durch unsere Erfahrungen mit der Kanaloplastik und suprachoroidaler Drainage zeigen, dass dies unbegründet ist [11,12].

Ebenfalls zeigen auch die Berichte im Rahmen der Aderhautpatch-Translokation, bei der ganze Teile der Aderhaut ausgeschnitten und koaguliert werden, dass die Manipulation an der Aderhaut auch ohne große Komplikationen möglich ist [13-16]. Es wird lediglich Vorsicht empfohlen, wenn die Foramsituation in einem stark posterioren Teil zu liegen kommt, da hier die Vortexvenen verletzt werden könnten.

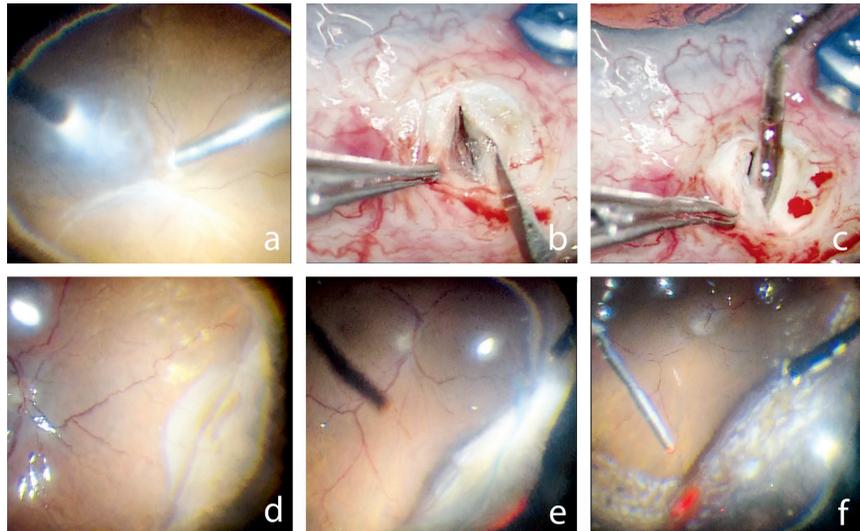


Abb. 1: Technik der suprachoroidalen Hydrogelplombe a) Vitrektomie, b) Sklerotomie, c) Eingeben des Hydrogels mit stumpfer Kanüle, d) unter Visualisierung Anlegen des Hydrogelbuckels, e) Absaugen der schweren Flüssigkeit, f) Lasern des Foramens auf der Hydrogelplombe
Alle Abb.: Boden

Die suprachoroidale Hydrogelplombe mit zwei unterschiedlichen chirurgischen Ansätzen

1. Additives Verfahren zu einer Trokar-geführten Vitrektomie

Bei der kombinierten Prozedur wird zunächst eine Standard 3-Port-Vitrektomie mit transkonjunktivalen 23 Gauge (g) Trokaren unter der üblichen Verwendung von Mikroskop und Weitwinkellupensystemen durchgeführt. Bei erschwerten Ausgangssituationen mit PVR-Traktionen wird von vielen Chirurgen eine Cerclage als vorteilhaft angesehen. Anstatt nun eine zirkuläre Eröffnung der Bindehaut für eine Cerclage durchzuführen, kann auch eine gezielte Hydrogelplombe im Bereich der verstärkten Traktionen angelegt werden. Über eine kleine radiäre ca. 1mm große Sklerotomie kann die darunter liegende Aderhaut identifiziert und unter niedrigem Infusionsdruck mit etwas Viskoelastikum zurückge-

drängt werden. Wenn auf diese Weise eine kleine Kavität und ausreichend Sicherheitsabstand zur Aderhaut erzeugt wurde, kann eine stumpfe Injektionskanüle oder ein von uns entwickelter suprachoroidaler Depressor unter direkter Visualisierung mit dem Weitwinkellupensystem und Endlicht in den suprachoroidalen Raum vorgeschoben werden. Sobald die Region des Foramens erreicht ist, kann durch gezielte Injektion eines Hydrogels (quervernetzt oder nicht-quervernetzt) in den suprachoroidalen Raum ein Buckel in variabler Höhe und Breite erzeugt werden. Bei starken Traktionen oder mehreren Foramina kann das Hydrogel durch Bewegung der Injektionskanüle und externe Massage über mehrere Uhrzeiten bis zu 180° verteilt werden, bis ein ausreichender limbusparalleler Buckeleffekt vorliegt. Die Fixation kann wie gewohnt mit einer Endolaserkoagulation durchgeführt werden.

Der Vorteil der additiven Hydrogelplombe liegt auf der Hand.



Auch schwierige intraoperative Situationen können von dem zusätzlichen, unterstützenden Buckeleffekt der Hydrogelplombe minimalinvasiv und unkompliziert profitieren. Darüber hinaus ist die Hydrogelplombe schneller als eine Cerclage durchzuführen und gibt dem Patienten einen besseren postoperativen Komfort [17,18].

Die aufwändige und invasive Technik der Cerclage hat in der Vergangenheit eventuell die Chirurgen von einer intraoperativen Entscheidung für eine Cerclage abgehalten. Mit der additiven suprachoroidalen Hydrogelplombe kann zu jedem Zeitpunkt der Vitrektomie ein zusätzlicher Buckel im Bereich der Traktionen schnell und einfach angelegt werden.

2. Die suprachoroidale Hydrogelplombe als „Stand-alone Procedure“

Vergleichbar zu einer klassischen Buckelchirurgie kann die suprachoroidale Hydrogelplombe ebenfalls als eigenständiges Verfahren angewendet werden. Es wird lediglich eine Endoillumination mit 27g Chandelier-Licht eingeführt, so dass die Foramenlokalisation ab interno über das gewohnte Weitwinkellupensystem unter dem Mikroskop durchgeführt werden kann. Eine Vitrektomie findet nicht statt.

Nachdem die 27g Chandelier-Endoillumination in gewohnter Weise über die Pars-plana angelegt wurde, erfolgt analog zur vorgeschriebenen Technik die kleine radiäre Sklerotomie über dem Foramen und Sondierung des suprachoroidalen Raums.

Hilfreich ist auch, wie bei der klassischen Plombenchirurgie,

eine Druckentlastung des Bulbus mittels Parazentese der Vorderkammer, da die Hypotonie das Verdrängen der Aderhaut, das Verschieben der Injektionskanüle und die Injektion des Hydrogels erleichtert.

Die Erzeugung des suprachoroidalen Buckeleffektes erfolgt kontrolliert unter direkter Visualisierung mit Weitwinkellupensystem und Endoillumination. Intraoperativ ist eine Endolaserkoagulation als Stand-alone Procedure nicht zu empfehlen, da ein simultanes Vorgehen ohne eine Vitrektomie Traktionen und somit unbemerkt Foramina verursachen kann. Eine Kryokoagulation ist ebenfalls nicht zu empfehlen, da diese invasiver ist und das Hydrogel im suprachoroidalen Raum ein ausreichendes Durchfrieren erschwert. Wir empfehlen daher, am ersten postoperativen Tag eine Laserkoagulation mit einem herkömmlichen Argonlaser an der Spaltlampe durchzuführen. Auch weit periphere Foramina können dann gut durch den Buckel visualisiert werden. Die moderne Laserkoagulation ist auch der invasiveren Kryokoagulation zu bevorzugen, da eine stabile Narbenfixation schonender und schneller innerhalb von wenigen Tagen erreicht wird.

Auch Lochsituationen unter den Augenmuskeln sind im Gegensatz zum episkleralen Buckel mit der suprachoroidalen Plombe einfach zu behandeln und erzeugen postoperativ keine Doppelbilder.

Besonders elegant erscheint der suprachoroidale Buckel als Stand-alone Procedure, da sie alle Vorteile der Plombenchirurgie, insbesondere den linsenspa-

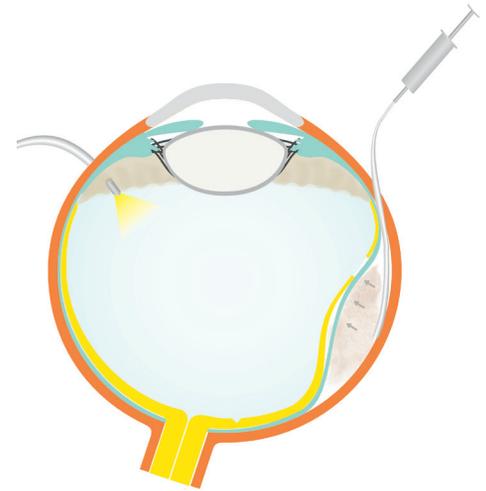


Abb 2: Schematische Darstellung der Stand-alone Procedure der Hydrogelplombe mit dem Injektor

renden Effekt beinhaltet, sich aber gleichzeitig der modernen Techniken der Vitrektomie mit direkter Visualisierung unter Weitwinkellupensystem und Endolaser bedient. Dies entspricht einer deutlichen technischen Modernisierung der klassischen Buckelchirurgie.

Biokompatibilität und Resorptionszeit der verschiedenen Hydrogele

Zur Zeit sind quervernetzte und nicht-quervernetzte Hydrogele und eine Hydrogelmatrix kommerziell erhältlich und für die Anwendung am Auge zugelassen. Die Biokompatibilität des nicht quervernetzten Hydrogels ist aus der Kataraktchirurgie hinlänglich bekannt [19]. Die Hydrogelmatrix wurde bereits ausgiebig in der Glaukomchirurgie auf die Verträglichkeit untersucht und als biokompatibel eingestuft [20-24]. Für die quervernetzte Hyaluronsäure konnten wir in einer kürzlich publizierten Arbeit im Tiermodell eine gute Biokompatibilität bei vier Kaninchen im suprachoroidalen Raum nachweisen [25].



Die verschiedenen Hydrogele zeigen deutliche Unterschiede in der Resorptionszeit auf. Die nicht quervernetzte Hyaluronsäure ist zwischen 4-7 Tagen nicht mehr effektiv nachzuweisen. Die quervernetzten Hyalurongele zeigen im Durchschnitt einen deutlich längeren Buckeleffekt (4-6 Wochen). Die noch festeren Hydrogelpellets konnten einen deutlich längeren Buckeleffekt von mindestens 4 Monaten aufweisen. Es ist möglich, mit allen Hydrogelen je nach Indikationsstellung minimalinvasiv einen ausreichenden Buckel der Netzhaut zu erreichen. Jedoch haben sich die quervernetzten Hydrogele als besonders geeignet für eine Stand-alone Procedure einer suprachoroidalen Plombe herausgestellt.

Wir erwarten, dass sich die suprachoroidale Hydrogelplombe als Stand-alone Procedure weiter durchsetzen und die klassische Buckelchirurgie aus der klinischen Routine verdrängen wird. Verschiedene Hydrogelvarianten mit längeren Resorptionszeiten können schnell und minimalinvasiv in erschwerten Situationen additiv zur Vitrektomie verwendet werden.

Literatur:

1. Custodis E. Bedeutet die Plombenaufnäherung auf die Sklera einen Fortschritt in der operativen Behandlung der Netzhautablösung. *Ber Dtsch Ophthalmol Ges* 58. 1953;
2. Abdullah AS, Jan S, Qureshi MS, Khan MT, Khan MD. Complications of conventional scleral buckling occurring during and after treatment of rhegmatogenous retinal detachment. *J Coll Physicians Surg Pakistan*. 2010;20[5]:321-6.
3. Ah-Fat FG, Sharma MC, Majid M a, McGalliard JN, Wong D. Trends in vitreoretinal surgery at a tertiary referral centre: 1987 to 1996. *Br J*

4. Ophthalmol. 1999;83[4]:396-8.
4. Wong D, Billington BM, Chignell AH. Pars plana vitrectomy for retinal detachment with unsewn retinal holes. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 1987;225[4]:269-71.
5. Feltgen N, Weiss C, Wolf S, Ottenberg D, Heimann H. Scleral buckling versus primary vitrectomy in rhegmatogenous retinal detachment study [SPR Study]: Recruitment list evaluation. Study report no. 2. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2007;245[6]:803-9.
6. Mittl RN, Tiwari R. Suprachoroidal injection of sodium hyaluronate as an "internal" buckling procedure. *Ophthalmic Res*. 1987;19[5]:255-60.
7. Poole T a, Sudarsky RD. Suprachoroidal implantation for the treatment of retinal detachment. *Ophthalmology*. 1986;93[11]:1408-12.
8. El Rayes EN. Suprachoroidal buckling. *Dev Ophthalmol*. 2014;54:135-46.
9. El Rayes EN, Mikhail M, Cheweiky H El, Elsayah K, Maia A. Suprachoroidal buckling for the management of rhegmatogenous retinal detachments secondary to peripheral retinal breaks. *Retina*. 2016;0[0]:18.
10. Oshima Y, El Rayes EN, Matsuura N, Sakaguchi H. Suprachoroidal buckling technique. *Retin Today*. 2013;MAY[JUNE-]:71-6.
11. Szurman P, Januschowski K, Boden KT, Szurman GB. A modified scleral dissection technique with suprachoroidal drainage for canaloplasty. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2016;254[2]:351-4.
12. Seuthe AM, Ivanescu C, Leers S, Boden K, Januschowski K, Szurman P. Modified canaloplasty with suprachoroidal drainage versus conventional canaloplasty—1-year results. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2016;254[8]:1591-7.
13. Binder S, Stanzel B V., Krebs I, Glittenberg C. Transplantation of the RPE in AMD. Vol. 26, *Progress in Retinal and Eye Research*. 2007. p. 516-54.
14. Bindewald a, Roth F, Van Meurs J, Holz FG. Transplantation of retinal pigment epithelium [RPE] following CNV removal in patients with AMD. Techniques, results, outlook. *Ophthalmologie*. 2004;101[9]:886-94.

Zusammenfassung

Die suprachoroidale Hydrogelplombe ist eine einfache, sichere und schnelle Technik, die eine klassische Buckelchirurgie oder eine Cerclage ersetzen kann. Der Vorteil dieser Technik ist, dass sie die besten technischen Bestandteile sowohl der Vitrektomie als auch der klassischen Buckelchirurgie kombiniert. Bei einem additiven Vorgehen haben wir endlich eine einfache Möglichkeit, im Rahmen der Vitrektomie mit einer kleinen Prozedur einen zusätzlichen Buckel zu generieren. Gerade bei schwieriger ppV mit inferiorer Foramensituation und eventueller Netzhautverkürzung durch PVR, bei der man früher eine Cerclage gelegt hätte, bekommt man mit diesem einfachen Verfahren einen unterstützenden temporären Effekt.

Elegant ist der suprachoroidale Buckel insbesondere als Stand-alone Procedure, da er alle Vorteile der klassischen Buckelchirurgie, insbesondere des linsenerhaltenden Effektes, beinhaltet, aber gleichzeitig sich der modernen Techniken der Vitrektomie mit direkter Visualisierung unter Weitwinkellupensystem und Endolasern bedient.

Wir erwarten insbesondere bei der Stand-alone Procedure, dass sich diese Technik weiter durchsetzt, und die klassische Buckelchirurgie aus der klinischen Routine verdrängen wird.



15. Heussen FM a, Fawzy NF, Joeres S, Lux a, Maaijwee K, Meurs JC, et al. Autologous translocation of the choroid and RPE in age-related macular degeneration: 1-year follow-up in 30 patients and recommendations for patient selection. *Eye [Lond]*. 2008;22[6]:799–807.
16. Treumer F, Klatt C, Roeder J. [Autologous RPE-choroid translocation in exudative AMD. A case series of 10 consecutive patients]. *Ophthalmologie*. 2007;104[9]:795–802.
17. Mazinani B, Baumgarten S, Schiller P, Agostini H, Helbig H, Limburg E, et al. Vitrectomy with or without encircling band for pseudophakic retinal detachment: a multi-centre, three-arm, randomised clinical trial. VIPER Study Report No. 1-design and enrolment. *Br J Ophthalmol*. 2016;100[3]:405–10.
18. Heimann H, Hellmich M, Bornfeld N, et al. Scleral buckling versus primary vitrectomy in rhegmatogenous retinal detachment [SPR Study]: Design issues and implications SPR Study report no. 1. Vol. 239, *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*. 2001. p. 567–74.
19. Hütz WW, Eckhardt HB, Kohnen T. Comparison of viscoelastic substances used in phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg*. 1996;22[7]:955–9.
20. Hsu WC, Ritch R, Krupin T, Chen HSL. Tissue bioengineering for surgical bleb defects: An animal study. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2008;246[5]:709–17.
21. Zelefsky JR, Hsu W, Ritch R. Biodegradable collagen matrix implant for trabeculectomy. *Expert Rev Ophthalmol*. 2008;3[6]:613–7.
22. Chen HSL, Ritch R, Krupin T, Hsu WC. Control of filtering bleb structure through tissue bioengineering: An animal model. *Investig Ophthalmol Vis Sci*. 2006;47[12]:5310–4.
23. Rosentreter A, Schild a M, Jordan JF, Kriegelstein GK, Dietlein TS. A prospective randomised trial of trabeculectomy using mitomycin C vs an ologen implant in open angle glaucoma. *Eye [Lond]*. 2010;24[9]:1449–57.
24. Papaconstantinou D, Georgalas I, Karmiris E, Diagourtas A, Koutsandrea C, Ladas I, et al. Trabeculectomy with OloGen versus trabeculectomy for the treatment of glaucoma: A pilot study. *Acta Ophthalmol*. 2010;88[1]:80–5.
25. Szurman P, Boden K, Januschowski K. Suprachoroidal Hydrogel Buckling as a Surgical Treatment of Retinal Detachment: Biocompatibility and First Experiences. *Retina*. 2016;Sep;36[9]:1786–90.

Korrespondenzadresse:

Dr. Karl Boden, Prof. Kai Januschowski, Prof. Peter Szurman
Knappschaftsklinikum Saar
Krankenhaus Sulzbach, Augenklinik
An der Klinik 10
66280 Sulzbach
drkarlboden@googlemail.com



Dr. Karl Boden