

Minimalisierung der Ablatio-Chirurgie*

I. Kreissig

Universitäts-Augenklinik Tübingen, Abteilung Augenheilkunde III;
Schwerpunkt: Netzhaut- und Glaskörperchirurgie
(Direktor: Prof. Dr. med. I. Kreissig)

Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. W. Straub anlässlich der Emeritierung gewidmet

Zusammenfassung

Voraussetzungen zur Minimalisierung der Ablatio-Chirurgie sind: 1. Aufgabe der Punktion durch Verwenden elastischer Plombenmaterialien mit Begrenzung des Eingriffs auf den Netzhautlochbereich und 2. eine Verbesserung der Netzhautloch-Diagnostik. Auf dieser Basis werden verschiedene Eingriffe entwickelt, bei denen die Größe der Operation nur noch von der Größe des Loches und nicht mehr von der Größe der Ablatio bestimmt wird. Es handelt sich hierbei um: 1. die kryochirurgische Ablatio-Operation zur Behandlung von mehreren Löchern mit Einzelplomben, die am Auge verbleiben, und 2. die Ballon-Operation zur Behandlung einer Ablatio mit einem Loch, wobei die Plombe nur temporär vorhanden ist; beides extraokulare Eingriffe. Hingegen bei plombentechnisch schwierigen Lochsituationen (Riesenriß, Loch am hinteren Pol) kommen: 3. die Operation mit expandierenden Gasen und 4. die Ballon-Gas-Methode mit intravitrealer oder retrohyaloidealer Injektion des Gases zur Anwendung; beides intraokulare (i.o.) Eingriffe. – Bei Kombination der Gas-Injektion mit einem parabulbären Ballon kann die Anzahl der Gas-Injektionen auf eine einzige reduziert werden, wobei trotzdem primär eine große i.o. Gas-Plombe erzielt wird. Bei der modifizierten Ballon-Gas-Methode mit retrohyaloidealer Gas-Instillation können i.o. Glaskörper-Komplikationen reduziert werden. – Die beschriebenen Operationsmethoden sind bei der Behandlung rhegmatogener Ablationes in über 9 von 10 Fällen anwendbar. Die postoperativen Ergebnisse mit dieser Minimal-Chirurgie sind gut: in über 9 von 10 Fällen kommt es zur Netzhaut-Wiederanlegung. Der Eingriff ist hierbei klein, grundsätzlich in Lokalanästhesie durchführbar, die Operationsdauer kurz und die Komplikationen minimal.

Minimization of Detachment Surgery

The prerequisites for minimizing detachment surgery are (1) dispensing with drainage by using elastic plug materials limited to the area of the tear and (2) improved diagnostic methods for detecting retinal tears. Various procedures are being developed on this basis in which the extent of surgery is dictated by the size of the tear alone, and no longer by the extent of the detachment. These procedures include (1) the cryosurgical detachment operation for treating several tears with individual, permanent plugs and (2) the balloon operation for single-tear detachments, with a temporary plug; both are extraocular procedures. However, for retinal tears which are difficult to plug (giant tear, tear at the posterior pole), intraocular procedures are indicated, namely (3) surgery with expanding gases and (4) the balloon gas method, with intravitreal or retrohyaloid injection of the gas. If the gas injection is combined with a parabulbar balloon, the number of such injections can be reduced to one; the gas tamponade is nevertheless sufficiently large. With the modified balloon gas procedure with retrohyaloid gas injections the number of vitreous complications can be reduced. The procedures described can be used in more than nine out of ten cases of rhegmatogenous detachment. Postoperative results with this minimum detachment surgery are good: in more than nine out of ten cases the retina is reattached. The operation is a minor one, can always be performed under local anesthesia, and is of short duration, with a minimum of trauma and complications.

In den letzten zwei Jahrzehnten hat in der Behandlung der rhegmatogenen Ablatio eine Minimalisierung des Eingriffes stattgefunden. Gemeint ist hiermit der Schritt von einer Plomben-Chirurgie im Bereich der gesamten Ablatio-Ausdehnung zu einer ausschließlichen Chirurgie des Netzhautloches. Diese Veränderung wurde

durch eine neue Operationstechnik eingeleitet, bei der auf die Punktion der subretinalen Flüssigkeit verzichtet wird. Der gesamte Eingriff konnte damit auf das Netzhautloch, d.h. die Ursache der rhegmatogenen Ablatio, begrenzt werden (Abb. 1).

NETZHAUTLOCH - CHIRURGIE

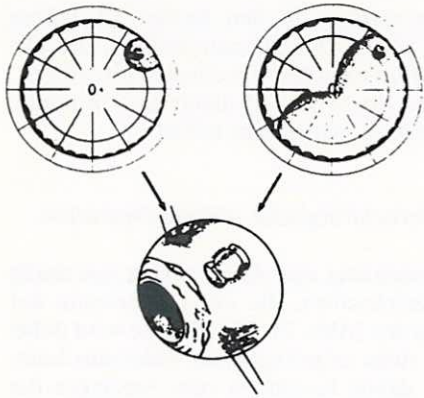


Abb. 1 Netzhautloch-Chirurgie anstelle einer Ablatio-Chirurgie: die Ursache der Begleit-Ablatio und der 2¹/₂-Quadranten-Ablatio ist dieselbe, nämlich das Hufeisenloch bei 1.45 h. Die Therapie für beide Ablösungen ist dieselbe und besteht in einer Tamponade des Netzhautloches: entweder durch Aufnähen einer Plombe im Lochbereich (wie dargestellt; Bindehaut kann hierbei auch limbal eröffnet werden) oder durch Einführen einer parabolbaren und nur temporär verbleibenden Ballon-Plombe. – Die Größe der Ablatio-Operation hängt nicht von der Größe der Ablösung, sondern von der Größe des Netzhautloches ab.

Im Grunde genommen beinhaltet diese Entwicklung nur die logische Konsequenz des Postulats von *Gonin* (1), der bereits vor 60 Jahren allein im Loch die Ursache der Netzhautablösung sah. Der gesamte Eingriff besteht jetzt nur noch aus einer Plomben-Chirurgie im Bereich des Netzhautloches mit zusätzlicher Vernarbung der Lochränder. Mit anderen Worten: *die Größe des Eingriffs wird nur noch von der Größe des Netzhautloches und nicht mehr von der Größe der Ablatio bestimmt.*

Voraussetzungen zur Minimalisierung der Ablatio-Chirurgie

1. Aufgabe der Punktion der subretinalen Flüssigkeit

Dies wurde ermöglicht durch Verwenden *elastischer Plombenmaterialien zur Lochtamponade*. Die elastische Plombe wird im Bereich des abgehobenen Netzhautloches unter Spannung auf der Sklera fixiert. Diese neue Behandlungsmethode wurde 1953 von *Custodis* (2) in Düsseldorf konzipiert, aber wegen schwerster begleitender Komplikationen nicht in die Ablatio-Chirurgie übernommen. Diese Komplikationen waren jedoch nicht der Operationstechnik selbst anzulasten, sondern vielmehr der gleichzeitig angewandten Diathermie und Polyviol-Plombe.

Lincoff (3, 4) in New York hatte zwar auch bei dieser Operationsmethode schwerste Komplikationen beobachtet, er erkannte aber die Richtigkeit und Logik dieses andersartigen Therapieansatzes. Er suchte deshalb nach neuen Wegen, das Behandlungsprinzip beizubehalten, es aber durch Modifikationen zu einem komplikationsarmen Eingriff zu verändern. Auf der Suche nach einer schonenderen Koagulations-Methode entwickelte er die

Kältechirurgie und als gewebeverträglichere Plombe führte er die Silikonschwammplombe ein: Beide Entwicklungen sind heute, über 20 Jahre später, immer noch feste Bestandteile der Ablatio-Chirurgie. Dieses modifizierte Operationskonzept, von *Lincoff* als kryochirurgische Ablatio-Operation bezeichnet, verhalf der Idee einer Ablatio-Behandlung ohne Punktion und einer Begrenzung des Eingriffes auf den Bereich des Netzhautloches zur Verwirklichung.

Mit dieser Operation war zugleich der 1. Schritt zu einer Minimalisierung der Ablatio-Chirurgie vollzogen worden. Es waren hiermit wesentliche Komplikationen der konventionellen Ablatio-Chirurgie ausgeschaltet bzw. reduziert worden: 1. durch den Verzicht auf die Punktion konnte das Risiko einer begleitenden Blutung ausgeschlossen werden; 2. da als Folge davon keine anschließende intraokulare (i.o.) Injektion zur Volumenauffüllung mehr erforderlich war, waren die Komplikationen einer i.o. Injektion ausgeschaltet; 3. die Plomben waren kleiner, da auf den Bereich des Loches begrenzt, es waren weniger Fixationsnähte notwendig, dadurch die Gefahr einer Bulbusperforation bei Nahtlegung reduziert und 4. das Risiko eines postoperativen Schielens durch das Verwenden kleinerer Plomben weiter verringert.

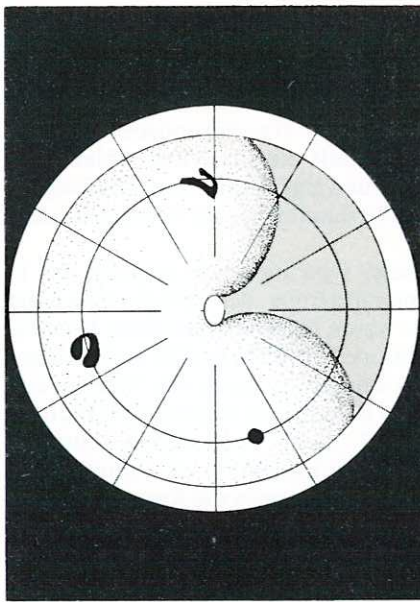
2. Verfeinerte präoperative Netzhautlochdiagnostik

Zu nennen sind hierbei:

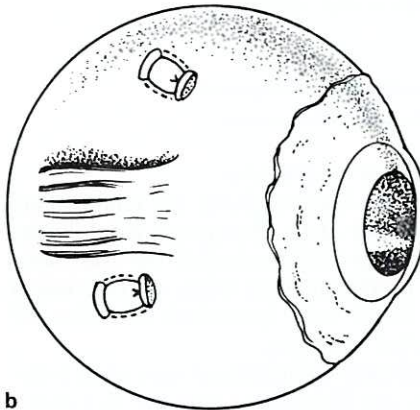
- a) die biomikroskopische Untersuchung des Glaskörpers und der Netzhaut mit dem Dreispiegel-Kontaktglas nach *Goldmann* (5) mit Sichtbarmachen der Netzhautperipherie durch Eindellen. Dies kann statisch durch den Aufsatz von Eisner oder dynamisch über das Lid mit dem Kombideller¹ erfolgen,
- b) die binokulare indirekte Ophthalmoskopie nach *Scheppens* (6), ebenfalls mit Sichtbarmachen der Ora durch Eindellen über das Lid und
- c) die 3 *Lincoff-Regeln* (7) Anfang der 70er Jahre zum Auffinden des ursächlichen Netzhautloches. Hierbei ist die Ausdehnung der Ablatio, genauer gesagt, *die Begrenzung der Ablatio*, von Bedeutung, weil aufgrund der Begrenzungslinie auf die Lokalisation des primären und ursächlichen Netzhautloches einer rhegmatogenen Ablatio geschlossen werden kann. Mit Hilfe der *Lincoff-Regeln* kann nämlich die Lokalisation des primären Netzhautloches in 96% der Ablationen auf einen eng begrenzten Netzhautbereich festgelegt werden.

Alle 3 erwähnten Punkte waren hierbei von gleicher Wichtigkeit für den Erfolg mit der kryochirurgischen Ablatio-Operation ohne Punktion, weil der Eingriff allein auf den Bereich des Netzhautloches begrenzt ist und bei dieser Operationstechnik erst durch das Auffinden und Tamponieren *aller Netzhautlöcher* die Voraussetzung für den postoperativen Erfolg, d.h. Netzhaut-Anlegung, geschaffen wird. Die Grundlage für den Erfolg mit dieser lochspezifischen Methode wird daher praktisch schon am Abend vor der Operation durch eine präzise Netzhautlochsuche und exakte Dokumentation der Befunde geschaffen.

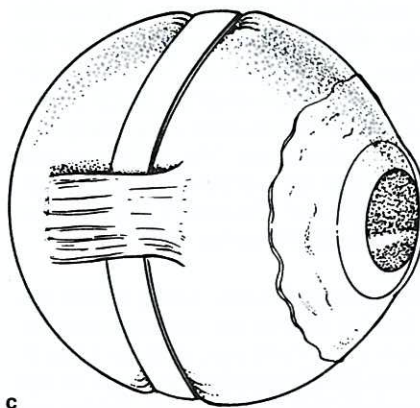
¹ Kombideller nach *Kreissig* (Storz Instrument GmbH, Im Schuhmachergewann 4, D-6900 Heidelberg)



a



b



c

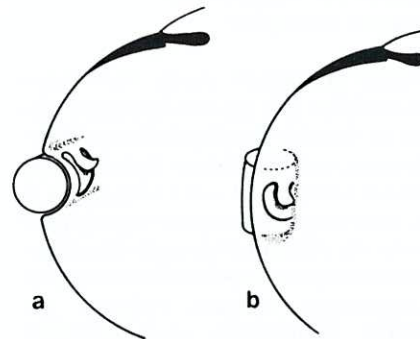
Abb. 2 Netzhautloch-Chirurgie bei kryochirurgischer Ablatio-Operation: a) 3-Quadranten-Ablatio mit 3 Löchern. b) Verschluss der 3 Löcher durch Einzelploben im Sinne einer *ad hoc*-Ablatio-Therapie; es wird also nicht mehr eine die gesamte Bulbusumfere unterstützende Cerclage i. S. einer „prophylaktischen Ablatio-Therapie“ durchgeführt. c) Hier besteht im Gegensatz zu b) die Therapie in einer Cerclage, bei der sich die Plombeneindellung außer auf die 3 Löcher auch auf die gesamte Ablatio und die noch anliegende Netzhaut erstreckt. – Bindehautoeffnung kann bei b) und c) auch limbal erfolgen.

Minimalisierung der Ablatio-Chirurgie

Diese erfolgte in den letzten 20 Jahren durch Entwicklung von 5 Operationstechniken, die alle den Verzicht auf die Punktion der subretinalen Flüssigkeit, eine Reduzierung des Eingriffs und damit eine Minimierung der Komplikationen gemeinsam haben.

1. Kryochirurgische Ablatio-Operation

Sie beinhaltet eine Ablatio-Therapie durch lochspezifische Einzelploben, die unter Spannung auf der Sklera fixiert werden (Abb. 2). Die Plombe wird dabei auf etwa die Hälfte ihres ursprünglichen Volumens komprimiert. Als Folge davon kommt es zum Ansteigen des i.o. Druckes, so daß die Durchblutung der Zentralarterie ophthalmoskopisch zu überprüfen ist. Der Augendruck ist aber nichts Statisches, sondern etwas Dynamisches. In den nächsten Stunden erfolgt ein Herabsinken des Augen-druckes auf Normalwerte, die komprimierte elastische Plombe dehnt sich dadurch wieder auf ihr volles Volumen aus, es resultiert eine tiefere Bulbuseindellung, das Netzhautloch wird tamponiert und als Folge davon kommt es zum Verschwinden der subretinalen Flüssigkeit. Dies ist natürlich nur dann der Fall, wenn kein Netzhautloch übersehen worden ist. *Eine conditio sine qua non für den Erfolg mit der kryochirurgischen Ablatio-Operation ist daher das Auffinden und adäquate Tamponieren aller Netzhautlöcher.* Es hat sich hierbei gezeigt, daß ein Hufeisenloch durch eine radiäre Plombe (8) suffizienter tamponiert wird als durch eine limbusparallele (Abb. 3). Durch die radiäre Plombenanordnung wird einmal der Bildung eines sog. „Fischmauls“ am zentralen Lochrand entgegengewirkt und zum anderen eine bessere Tamponade des Operculums gewährleistet.



a

b

Abb. 3 Adäquate Tamponade eines Hufeisenloches: a) bei einer limbusparallelen Plombe hängt das Hufeisenloch über den peripheren und zentralen Plombenhang hinab. Als Folge davon Gefahr einer Reablatio entweder peripher im Bereich des weniger unterstützten Deckels oder zentral durch sog. „Fischmaulbildung“ im Bereich des Lochrandes; b) bei einer radiären Plombe ist eine suffizientere Tamponade gewährleistet, weil der zentrale und periphere Lochrand im gleichen Ausmaß unterstützt wird; das Loch ruht auf dem First der Plombe.

Die Cerclage stellt damit nicht mehr die primäre Therapieform dar. Das Ziel der kryochirurgischen Ablatio-Operation besteht also nur noch darin, die abgehobene Netzhaut durch den kleinstmöglichen Eingriff zum Anliegen zu bringen; dieser ist auf den derzeitigen Netzhautbefund ausgerichtet und beinhaltet damit eine sog. *ad hoc-Ablatio-Therapie*. Es wird also nicht mehr mit der Operation die zusätzliche Absicht verfolgt, durch einen größeren Eingriff, wie z. B. eine Cerclage, eine sozusagen prophylaktische Ablatio-Therapie hinzuzufügen. Als logische Folge davon ist die Indikation zu einer Cerclage praktisch nicht mehr gegeben (9).

Komplikationen: Da auf die Punktion verzichtet wird, entfallen die hiermit verbundenen i.o. Komplikationen. Die verbliebenen Komplikationen sind vergleichsweise gering, extraocular, reversibel und stehen in direktem Zusammenhang mit der am Auge verbleibenden, sog. Permanent-Plombe: In 0,5% der Fälle kommt es postoperativ zur Plombeninfektion (10) bzw. zu einer resultierenden Diplopie.

Ein weiterer Schritt in Richtung Minimalisierung der Ablatio-Chirurgie erfolgte durch die Entwicklung einer nur temporär am Auge verbleibenden Plombe.

2. Ballon-Ablatio-Operation

Diese Methode wurde Ende der 70er Jahre von *Lincoff* (11, 12, 13) und *Kreissig* (14, 15) entwickelt. Die Ballon-Plombe ist im Gegensatz zur vorherigen Permanent-Plombe nur vorübergehend am Auge. Neu bei der Ballon-Plombe ist:

- sie wird nicht mehr auf der Sklera aufgenäht – es entfällt damit das intraoperative Risiko einer Nahtperforation –,
- sie wird nach ca. 1 Woche, d.h. nach Vernarben der Lochränder, wieder entfernt – es entfallen damit die bei der Permanent-Plombe beschriebenen postoperativen Komplikationen, wie: Plombeninfektion oder Diplopie.

Auch bei der Ballon-Plombe wird an dem Prinzip der Nicht-Punktion festgehalten. Der Ballon besteht, wie die Silikonschwammplombe, aus einem elastischen Material und zwar Latex, das mit Silikon überzogen ist. Der Wirkungsmechanismus der Ballon-Plombe ist im Grunde genommen derselbe wie der bei einer Silikonschwammplombe, die unter Spannung auf der Sklera unterhalb des abgehobenen Netzhautloches aufgenäht wird. Die Ballon-Plombe wird jedoch nicht mehr aufgenäht, sondern lediglich unter Spannung der Sklera aufgedrückt und zwar dadurch, daß sie fest zwischen knöcherner Orbita und Bulbuswand eingeklemmt wird.

Operatives Vorgehen (16)

Dieses soll anhand des Vorgehens mit dem modifizierten Ballon, dem Ballon nach *Lincoff-Kreissig*² aufgezeigt werden (Abb. 4). Dieser Ballon besitzt zusätzlich: 1. Markierungspunkte auf dem Katheterschlauch, wodurch die Position des Ballons auch nach Einführen in den parabulbären Raum noch exakt zu bemessen ist und 2. ein Metall-Stilett, welches das Einführen des sonst weichen Ballonkatheters erleichtert.

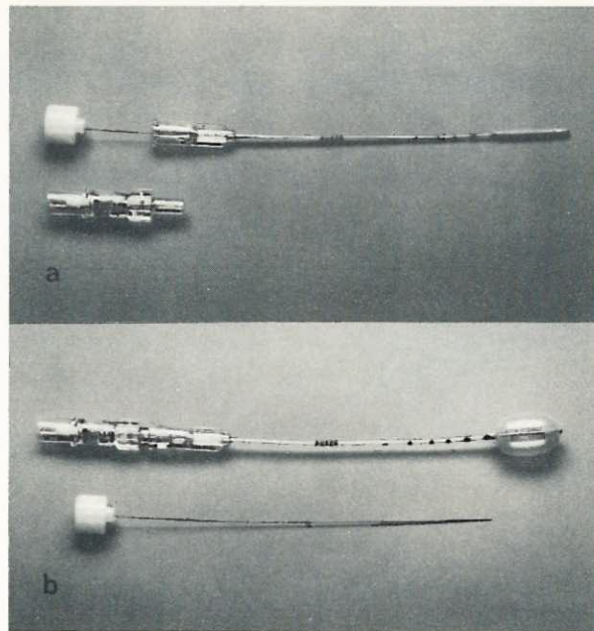


Abb. 4 *Lincoff-Kreissig-Ballon*: a) Oben: Der modifizierte Ballon besitzt zur Verfestigung ein Stilett, welches zur Verdeutlichung bereits etwas herausgezogen ist. Auf dem Katheter sind mehrere Markierungspunkte angebracht. Der 1. Punkt ist 10 mm von der Ballonmitte und jeder weitere 5 mm entfernt. Unten: Hier ist das Ventil zu sehen, das nach Entfernen des Stillets auf den Ballonkatheter zum Auffüllen aufgeschraubt wird. b) Oben: Aufgefüllter Ballonkatheter mit Ventil (links). Nach Einfüllen von 1,0 ml Aqua dest. hat sich am rechten Ende des Katheters ein Ballon entfaltet. Unten: Haardünnes Führungsstilett, das vor Auffüllen aus dem Ballonkatheter entfernt wurde.

Der 1,5 mm dünne Katheterschlauch wird durch einen kleinen Bindehautschlitz stumpf in den parabulbären Raum bis zur Loch-Lokalisation außen auf der Sklera vorgeschoben. Dann wird das Stilett entfernt und nach Einfüllen von Flüssigkeit in den so placierte Katheter kommt es am Schlauchende zum Entfalten des Ballons, der auf diese Weise im parabulbären Raum lediglich eingeklemmt wird (Abb. 5). Auch hierbei wird der Augendruck zunächst erhöht. Dieser sinkt in den nächsten Stunden wiederum zur Norm herab, und als Folge davon kommt es durch die eingeklemmte Ballon-Plombe zu einer tieferen Bulbus-eindellung. Das Netzhautloch wird dadurch tamponiert, und es erfolgt auch hier sekundär ein Verschwinden der subretinalen Flüssigkeit.

Der Ballon ist in der nunmehr tieferen Bulbus-eindellung quasi „gefangen“, d.h. er ist jetzt nicht mehr zu verschieben. Das Netzhautloch ist auf dem Eindellungsbuckel gespannt und kann nunmehr mit Laserherden zur Vernarbung gebracht werden. Es ist aber auch durchaus möglich, daß die Vernarbung der Lochränder vor Einführen des Ballonkatheters transkonjunktival durch Kältechirurgie ausgelöst wird.

Die gesamte Operation erfolgt in Tropf- oder Lokalanästhesie. Bei einiger Erfahrung ist der Eingriff in kürzester Zeit durchzuführen und daher besonders für einen älteren Patienten oder Patienten in reduziertem Allgemeinzustand geeignet.

² *Lincoff-Kreissig-Ballon* (Storz Instrument GmbH, D-6900 Heidelberg)

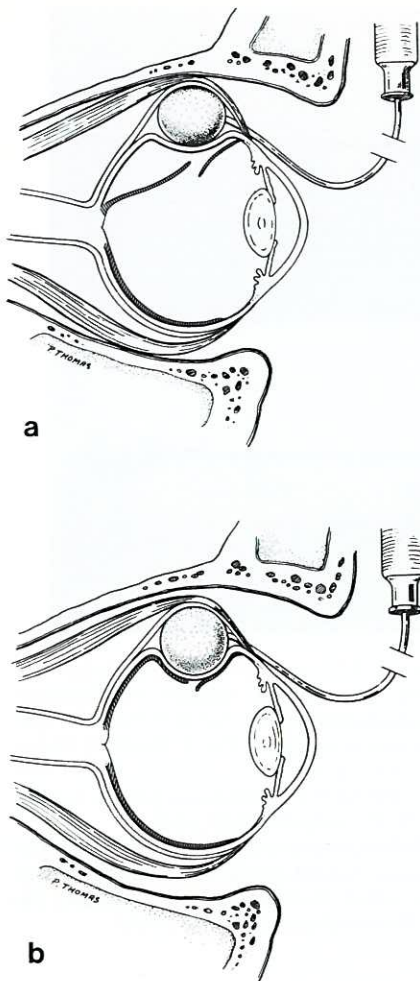


Abb. 5 *Parabulbarer Ballon:* a) Sagittalschnitt durch Orbita mit Position des Ballons kurz nach Einführen in den parabulbären Raum. Der Ballon ist zwischen knöcherner Orbita und Bulbuswand unterhalb des abgehobenen Netzhautloches eingeklemmt, die Bulbuseindellung ist noch flach. b) Parabulbarer Ballon im Tenon'schen Raum einige Stunden später. Die Balloneindellung ist tiefer und das Netzhautloch jetzt auf dem Ballonbuckel ausgestreckt.

Die Indikation für die Ballon-Operation ist aber nur dann gegeben, wenn es sich um eine Netzhautablösung mit einem Loch oder einer Lochgruppe mit einer maximalen Ausdehnung von 6–8 mm handelt. Voraussetzung für das postoperative Anliegen der Netzhaut ist auch hier, daß 1. die Ballon-Plombe exakt unterhalb des abgehobenen Netzhautloches platziert wurde und daß 2. kein Netzhautloch übersehen worden ist, d. h. kein zusätzliches Loch vorhanden ist. Nach ca. 1 Woche, d. h. wenn das Netzhautloch ausreichend vernarbt ist, wird der Ballon nach Absaugen seiner Flüssigkeit herausgezogen, wobei keine Anästhesie erforderlich ist. Nach Entfernen des Ballons bleibt die Netzhaut in der Folgezeit nur dann anliegen, wenn das Loch zirkulär ausreichend mit Narben abgeriegelt worden ist.

Bei Zugrundelegen der erwähnten Prämisse kann die Ballon-Operation für verschiedenartige Ablation angewendet werden: eine umschriebene oder totale Ablatio, eine alte Ablatio, eine Ablatio mit Loch unter einem Muskel (um so eine Diplopie zu vermeiden), eine Aphakieablatio, als Reoperation oder zur Diagnostik bei einer Ablatio ohne auffindbares Loch.

Die postoperativen Ergebnisse mit der Ballon-Operation, wobei natürlich nur ein selektiertes Ablatio-Krankengut zur Behandlung kommt, sind gut. Bei einer Serie von 500 aufeinanderfolgenden Ballon-Operationen (15) war es nach Einführen des Ballons in 93% zur Netzhautanlegung gekommen und nach Entfernen des Ballons in 2,4% zur erneuten Ablösung; nach Reoperation lag dann die Netzhaut in 99% an.

Komplikationen: Bei der Ballon-Operation gibt es praktisch keine Komplikationen. Die gelegentlich auftretende Hornhaut-Erosion (<5%) kann postoperativ vermieden werden, wenn man darauf achtet, daß die Lider gut verschlossen sind und der Katheter seitlich herausgeführt wird. Die extraokularen Komplikationen der Permanent-Plombe sind bei der Ballon-Plombe nicht mehr gegeben, da sie nach einer Woche wieder entfernt wird.

Die Minimalisierung der Ablatio-Chirurgie wurde also durch eine verfeinerte Netzhautloch-Diagnostik und durch das Einführen elastischer Plombenmaterialien, die lochbegrenzt zur Anwendung gebracht werden, ermöglicht. Dies wurde realisiert: 1. durch die kryochirurgische Ablatio-Operation – hierbei werden mehrere Löcher – und 2. durch die Ballon-Operation – hierbei wird ein einziges Loch oder eine Lochgruppe – unter Vermeiden der Punktion behandelt. Bei diesen 2 verschiedenen Eingriffen der extraokularen Plomben-Chirurgie ohne Punktion gibt es aber auch Grenzen, die durch spezielle Loch-Befunde bedingt sind:

- a) der Ausdehnung eines Loches, z. B. beim Riesenriß, oder
- b) der Lokalisation eines Loches, z. B. beim Loch am hinteren Pol.

In beiden Fällen ist weder eine Silikon-schwammplombe mit Aufnähen unter Spannung auf der Sklera, noch eine Ballon-Plombe als Behandlungsmethode geeignet. Der chirurgische Eingriff würde hierbei automatisch größer werden: entweder im extraokularen Bereich bis hin zur Cerclage und in für das Auge nur schwer zu tolerierenden Plombenpaketen bestehen oder im intraokularen Bereich bis hin zur Pars-plana-Vitrektomie.

Für diese plombentechnisch schwierigen Netzhautloch-Befunde wurde Ende der 70er Jahre durch Einführen verschiedener i.o. expandierender Gas-Tampoaden ein 3. Eingriff in Richtung Minimalisierung der Ablatio-Chirurgie entwickelt. Hierbei wird ein Gas, das sich anschließend zu einer größeren i.o. Gas-Plombe expandiert, über die Pars plana intravitreal injiziert.

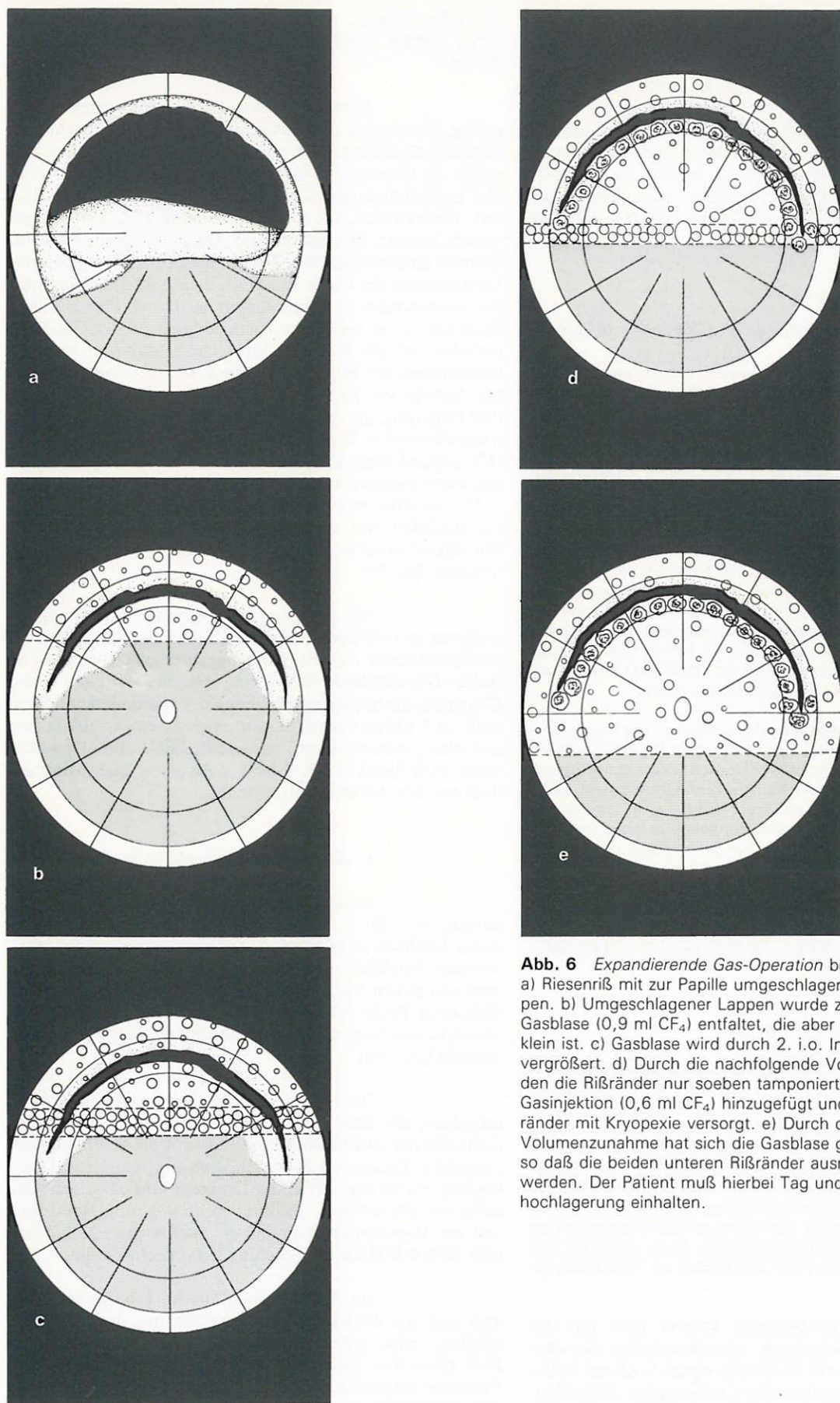


Abb. 6 Expandierende Gas-Operation bei Riesenriß-Ablatio:
 a) Riesenriß mit zur Papille umgeschlagenem zentralem Lappen.
 b) Umgeschlagener Lappen wurde zunächst mit kleiner Gasblase (0,9 ml CF_4) entfaltet, die aber zur Rißtamponade zu klein ist.
 c) Gasblase wird durch 2. i.o. Injektion (0,6 ml CF_4) vergrößert.
 d) Durch die nachfolgende Volumenzunahme werden die Rißränder nur soeben tamponiert. Es wird eine 3. i.o. Gasinjektion (0,6 ml CF_4) hinzugefügt und die zentralen Rißränder mit Kryopexie versorgt.
 e) Durch die nachfolgende Volumenzunahme hat sich die Gasblase genügend vergrößert, so daß die beiden unteren Rißränder ausreichend tamponiert werden. Der Patient muß hierbei Tag und Nacht eine Kopfhochlagerung einhalten.

3. Ablatio-Operation mit expandierenden Gasen

Auch hierbei wird an dem Prinzip der Nicht-Punktion festgehalten. Die Behandlung von ausgewählten Ablationes mit einer i.o. expandierenden Gasblase ohne vorherige Punktion oder Vitrektomie wurde 1979 von Kreissig (17) beschrieben. Es wurde hierfür als Gas SF₆, das sein Volumen verdoppelt, benutzt. Dem folgten Berichte von Lincoff (18, 19) und Kreissig (20, 21) und zwar jetzt mit Verwenden verschiedener Perfluorkohlenstoffgase.

Charakteristika der Perfluorkohlenstoffgase

Es handelt sich hierbei um gerade fluoridierte Kohlenstoffketten. Diese sind gesättigt, daher sehr unlöslich und inert.

a) *Intraokulare Expansionsfähigkeit:* Diese ist ein Produkt der Unlöslichkeit dieser Gase. Die im Vergleich dazu größere Löslichkeit der Blutgase, also N₂, O₂ und CO₂, bewirkt, daß diese über die Blut-Retina-Schranke in die Gasblase hineindiffundieren und so eine i.o. Volumenzunahme bewirken. Die Volumenzunahme beträgt 1,9fach für CF₄, 3,3fach für C₂F₆, 4fach für C₃F₈ und 5fach für C₄F₁₀. Die Expansion der Gase findet im Verlauf von 1–6 Tagen statt, die größte in den ersten 24 Stunden, und sie beläuft sich hierbei auf das Doppelte. Es ist daher wichtig, in diesem postoperativen Zeitraum den Augendruck kritisch zu überwachen. Die Expansion wird aber von einem Auge mit normalem Kammerwasserabfluß ohne größeren Druckanstieg toleriert, d. h. es kommt zu keinem Glaukomanfall.

b) *Intraokulare Verweildauer:* Die innere Gas-Plombe bleibt je nach Art des Gases für wenige Tage bis zu einigen Monaten im Auge und verschwindet danach wieder von selbst aus dem Augeninneren. CF₄, das kleinste Perfluorkohlenstoffmolekül, hat die kürzeste i.o. Verweildauer und C₄F₁₀ die längste, wobei kleinste Gasblasen noch nach 4 Monaten im Auge sein können. Derartig kleine Gasblasen haben aber therapeutisch keine Bedeutung, so daß daher bei einer Gasblase von einer sog. *Halbwertszeit* gesprochen wird. Darunter ist der Zeitraum zu verstehen, in dem noch die Hälfte des ursprünglich expandierten Gasvolumens vorhanden ist. Die Halbwertszeit für CF₄ beträgt 6 Tage, für C₂F₆ schon bereits 10 Tage, für C₃F₈ sogar 35 und für C₄F₁₀ beläuft sie sich auf 45 Tage.

Operatives Vorgehen

Auch die Ablatio-Operation mit expandierenden Gasen wird in Tropfanästhesie durchgeführt. Es wird mit einer 30-gauge-Nadel über die Pars plana intravitreal eingegangen. Ein gewisser Nachteil dieser Methode besteht darin, daß postoperativ von seiten des Patienten eine spezielle Kopfhaltung erforderlich ist, um so die Gasblase auf den Bereich des abgehobenen Netzhautloches zu lokalisieren (Abb. 6). Um bei einem Riesenriß eine genügend große Gasblase zu erzielen, sind häufig 2 bis 3 Injektionen erforderlich. Auch hierbei kommt es erst sekundär zum Verschwinden der Abhebungsflüssigkeit. Liegt daraufhin das Netzhautloch an, so kann es mit Laserherden zur Vernarbung gebracht werden.

Die Gas-Methode kommt aber nur bei plombentechnisch schwierigen Lochsituationen zur Anwendung, d. h. bei einem Riesenriß, einem Loch am hinteren Pol und bei problematischen Lochgruppen-Befunden. Bei jeder anderen Ablatio ist eine extraokulare Plombe,

vor allen Dingen, wenn sie von temporärer Natur sein kann, immer noch besser als eine intraokulare Gas-Plombe.

Komplikationen: Die Komplikationen sind gering, aber jetzt – und das ist gravierender – intraokular. Grundsätzlich besteht bei jeder intravitrealen Injektion zunächst die Gefahr, daß Gas subretinal gelangt (22). Dies ist aber bei Beachten gewisser Kautelen praktisch auszuschließen. Desweiteren, wie tierexperimentell (23, 24) gezeigt werden konnte, bewirkt eine i.o. Gasblase bereits nach 48 Stunden eine zelluläre Glaskörperreaktion, die bei längerer Verweildauer des Gases zunimmt, im allgemeinen aber mit Kortikosteroiden zu kontrollieren ist. Durch die i.o. Gasblase kommt es außerdem zur Kompression der Glaskörperhülle auf die Netzhaut-Oberfläche und zum Zusammenbrechen der Blut-Retina-Schranke, was wiederum einen Austritt von Protein zur Folge hat. Alles in allem sind dies Faktoren, die das Entwickeln einer proliferativen Vitreoretinopathie begünstigen können, wie wir dies 1979 (17) anhand einer kleinen klinischen Studie zeigen konnten. Diese Komplikation der Gas-Chirurgie beläuft sich um 2–5%. In einer neueren Studie (15) (500 Gas-Operationen durchgeführt von verschiedenen Operateuren) liegt das Entwickeln einer postoperativen proliferativen Vitreoretinopathie bei 4%.

Mit dem Ziel, diese gravierenden Komplikationen zu reduzieren, die speziell die Behandlung bereits problematischer Netzhautablösungen belasten, wurde die *Ballon-Gas-Methode* entwickelt. Hierbei wird die Gas-Chirurgie, die häufig in mehreren i.o. Injektionen bestehen muß, in 2 kleine Eingriffe, und zwar einen extraokularen und einen intraokularen, aufgeteilt. Die Ballon-Gas-Methode stellt damit den 4. Schritt in Richtung einer Minimierung der Ablatio-Chirurgie dar.

4. Ballon-Gas-Methode (Abb. 7)

Diese Operationstechnik wurde 1986 von Kreissig (25, 26) in die Ablatio-Chirurgie eingeführt. Mit dieser Methode ist es möglich, mit nur *einer einzigen intravitrealen Injektion* primär eine größere i.o. Gasblase, und zwar mit einem Volumen bis zu 1,3 ml, zu injizieren. Die Operation findet Anwendung, wenn aufgrund eines problematischen Loch-Befundes eine sehr große i.o. Gasblase erforderlich ist.

Im 1. Teil der Operation wird in Tropfanästhesie ein Ballon parabolär gelegt und dieser unter Kontrolle der Zentralarterie langsam mit 1,5 ml Flüssigkeit aufgefüllt. Dieser bewirkt durch seine kontinuierliche Okulokompression eine Art innere Drainage von wässrigen Anteilen des Glaskörpers. Dadurch kommt es zum Herabsinken des Augendruckes, so daß der Ballon nach 2 Stunden eine tiefere Bulbusvorbuckelung hervorgerufen hat.

Im 2. Teil, ebenfalls in Tropfanästhesie, und zwar um die Lichtscheinwahrnehmung des Auges zu erhalten, wird unter Lichtscheinkontrolle Gas über die Pars plana i.o. injiziert. Sobald Lichtscheinverlust vom Patienten angegeben wird, wird so viel vom Ballonvolumen abgesaugt, bis wieder Lichtschein vorhanden ist. Es erfolgt hierbei eine Art Fluid-gas-exchange. Auf diese Wei-

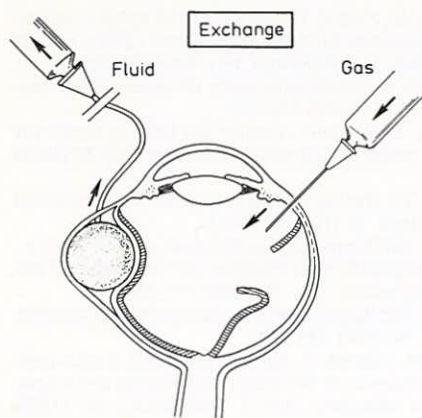


Abb. 7 Ballon-Gas-Methode mit intravitrealer Gas-Injektion: Der parabolisch gelegte Ballon bewirkt durch seine kontinuierliche Oculokompression eine innere Drainage von wässrigen Glaskörperanteilen, was eine tiefere Bulbuseindellung zur Folge hat. Die intravitreale Gas-Injektion erfolgt über die Pars plana unter Lichtscheinkontrolle (Tropfanästhesie). Bei Verlust des Lichtscheins wird sofort so viel Ballonflüssigkeit abgesaugt, bis Lichtschein wieder vorhanden ist. Es erfolgt damit eine Art „Fluid-gas-exchange“. Auf diese Weise können ohne vorherige Punktion oder Vitrektomie bis 1,3 ml Gas i.o. injiziert werden, d. h. anwendbar bei einem Riesenriß, bei dem kein vorheriges Entfalten des Rißlappens erforderlich ist und primär eine große Gas-Plombe erzielt werden soll.

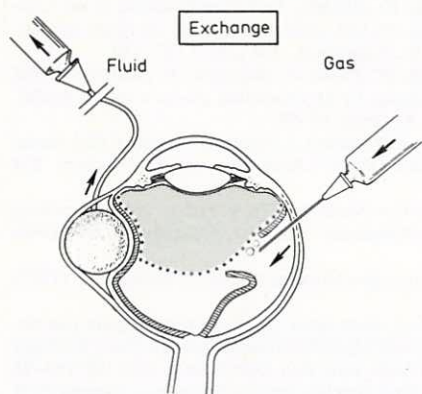


Abb. 8 Ballon-Gas-Methode mit retrohyaloidealer Gas-Injektion: Vorgehen wie bei 7, außer daß bei der Injektion mit der 30-gauge-Nadel nicht über die Pars plana, sondern 8–10 mm vom Limbus entfernt am zentralen Rand des peripheren Rißlappens unter ophthalmoskopischer Kontrolle in den retrohyaloidealen Raum eingegangen und dort die Nadel zur Injektion 1–1,5 mm unter dem peripheren Rand vorgeschoben wird. Auch hier erfolgt bei Verlust des Lichtscheins zur Wiederherstellung desselben ein gleichzeitiges Absaugen von Ballonvolumen.

se können bis 1,3 ml Gas mit einer einzigen Injektion i.o. instilliert werden, und zwar ohne vorherige Punktion und ohne Vitrektomie. Auf diese Weise kann die Behandlung eines Riesenrisses in nur einer einzigen Gasinjektion bestehen. Dadurch, daß primär eine sehr große Gasblase injiziert werden kann, ist es auch möglich, ein Gas mit geringerer Expansion und damit kürzerer Verweildauer zur Tamponade auszuwählen. Die Behandlung des wiederangelegten Riesenrisses kann dann i.S. einer Chirurgie in kleinen Schritten erfolgen, d. h. die Vernarbung der Lochränder in mehreren Lasersitzungen erzielt werden.

Mit der Ballon-Gas-Methode können also plombentechnisch schwierige Loch-Befunde, wie Riesenrisse und Löcher am hinteren Pol, therapiert werden. Es handelt sich bei der Operation um zwei minimale Eingriffe, von denen der eine extraokular und der andere intraokular erfolgt.

Komplikationen: Die Komplikationen sind geringer als bei der einfachen expandierenden Gas-Operation, weil 1. bei der Ballon-Gas-Methode im allgemeinen nur eine Gas-Injektion notwendig ist und 2. ein Gas von kürzerer i.o. Verweildauer zur Anwendung kommen kann. Die zelluläre Reaktion des Glaskörpers ist damit geringer.

Mit dem Ziel, die verbliebenen i.o. Komplikationen der Ballon-Gas-Chirurgie weiter zu minimieren, wurde 1987 hierfür ein anderer Injektionsweg zur i.o. Platzierung des Gases beschrieben. Es ist hiermit ein weiterer Schritt in Richtung Minimalisierung der Komplikationen und der Ablatio-Chirurgie versucht worden.

5. Ballon-Gas-Methode mit retrohyaloidealer Gas-Injektion (Abb. 8)

Diese Operationstechnik wurde 1987 von uns (27) in die Gas-Chirurgie eingeführt. Auch dieser Eingriff wird in Tropfanästhesie durchgeführt. Nach Platzierung des parabolischen Ballons wird mit einer 30-gauge-Nadel nicht über die Pars plana, sondern 8–10 mm vom Limbus entfernt am zentralen Rand des peripheren Rißlappens unter ophthalmoskopischer Kontrolle in den retrohyaloidealen Raum eingegangen. Die Injektionsnadel wird hierbei zur Injektion 1–1,5 mm unter dem peripheren Rißlappen nach zentral vorgeschoben. Auch jetzt erfolgt bei Verlust des Lichtscheins ein paralleles Absaugen von Ballonflüssigkeit bis Lichtschein wieder vorhanden ist. Es erfolgt also auch hierbei eine Art Fluid-gas-exchange, wobei bis 1,3 ml Gas ohne vorherige Punktion und ohne Vitrektomie injiziert werden können.

Die Zahl der bis jetzt behandelten Patienten ist jedoch noch klein, und es bleibt abzuwarten, ob durch diese modifizierte Ballon-Gas-Methode tatsächlich eine Minimierung der Komplikationen erzielt werden kann. Die ersten Ergebnisse sprechen dafür, daß die Glaskörperreaktionen geringer sind. Ein größeres Krankengut mit einer längeren Nachbeobachtungszeit wird dies erst noch belegen müssen.

Schlußfolgerung

Die verschiedenen Operationsmethoden, die alleine eine Reduzierung der Komplikationen und eine Minimalisierung der Ablatio-Chirurgie beinhalten, sind bei über 9 von 10 unselektierten rhegmatogenen Ablationes anwendbar. Voraussetzung zur Netzhautanlegung ist hierbei immer: 1. daß kein Netzhautloch übersehen worden ist, 2. daß die gefundenen Netzhautlöcher mit der ausgewählten Tamponadeform suffizient verschlossen und 3. daß die Lochränder

ausreichend mit Koagulationsnarben versorgt worden sind. Eine suffiziente Vernarbung der Lochränder ist dann von besonderer Wichtigkeit, wenn eine nur temporäre Tamponadeform zur Anwendung kommt: das kann einmal die Ballon-Plombe von außen sein oder die Gas-Plombe von innen.

Bei richtiger Indikationsstellung und präziser Durchführung dieser verschiedenen Eingriffe sind hiermit die postoperativen Ergebnisse gut: in über 9 von 10 Fällen kommt es zur Netzhaut-Wiederanlegung. Der Eingriff ist hierbei klein, grundsätzlich in Lokalanästhesie durchführbar, die Operationsdauer begrenzt und die Komplikationen gering. Diese Minimalchirurgie eignet sich besonders für Ältere oder Patienten in schlechtem Allgemeinzustand.

Sind aber außer den beschriebenen Netzhautloch-Befunden noch zusätzliche Prozesse in der Grenzschicht zwischen Netzhaut und Glaskörper, also eine proliferative Vitreoretinopathie ausgeprägter Grades (ab Stadium C₃) (28) oder im Glaskörper selbst ausge dehnte Stränge vorhanden, so ist das Umsteigen auf eine invasivere und technisch aufwendigere Chirurgie angezeigt. Gemeint ist hiermit eine Pars-plana-Vitrektomie mit vitreoretinaler Chirurgie in Kombination mit expandierenden Gasen oder einer Silikonöl-Instillation, beide Versionen zumeist mit zusätzlicher Cerclage.

Zum Schluß sei aber nochmals präzisiert, daß in einem unselektierten Krankengut rhegmatogener Ablationes die Indikation für einen solchen invasiven und vergleichsweise maximalen Eingriff nur äußerst selten vorhanden ist bzw. sich eine Indikation hierzu immer erst nach Ausschöpfen aller Möglichkeiten der aufgezeigten Minimalchirurgie ergibt und sich die Indikation dann hierbei auf 2–6% beläuft (29).

Literatur

- ¹ Gonin, J.: La thermoponction oblitérante des déchirures dans le décollement de la rétine. *Ann. Oculist.* (Paris) 168 (1931) 1–29
- ² Custodis, E.: Bedeutet die Plombenaufnahme auf die Sklera einen Fortschritt in der operativen Behandlung der Netzhautablösung? *Ber. Dtsch. Ophthal. Ges.* 58 (1953) 102–105
- ³ Lincoff, H., J. McLean, H. Nano: Cryosurgical treatment of retinal detachments. *Trans. Amer. Acad. Ophthal. Otolaryng.* 68 (1964) 412–432
- ⁴ Lincoff, H., J. Baras, J. McLean: Modifications to the Custodis-procedure for retinal detachment. *Arch. Ophthal.* 73 (1965) 160–163
- ⁵ Goldmann, H.: Zwei Vorlesungen über Biomikroskopie. Haag Streit AG. Rösch, Vogt & Co., Bern (1965)
- ⁶ Schepens, C.: A new ophthalmoscope demonstration. *Trans. Amer. Acad. Ophthal.* 51 (1947) 298–306
- ⁷ Lincoff, H., R. Gieser: Finding the retinal hole. *Mod. Probl. Ophthal.* 10 (1972) 78–87
- ⁸ Lincoff, H., I. Kreissig: Advantages of radial buckling. *Amer. J. Ophthal.* 79 (1975) 955–957

- ⁹ Lincoff, H., I. Kreissig, M. Farber: The results of 100 aphakic detachments treated with a temporary balloon buckle: a case against routine encircling operations. *Brit. J. Ophthalmol.* 69 (1985) 798–804
- ¹⁰ Kreissig, I., H. Lincoff: A comparative study of sponge infections. *Mod. Probl. Ophthalmol.* 20 (1979) 154–156
- ¹¹ Lincoff, H., I. Kreissig, Y. S. Hahn: A temporary balloon buckle for the treatment of small retinal detachments. *Ophthalmology* 86 (1979) 586–596
- ¹² Lincoff, H., I. Kreissig: Paraballoon balloon to augment a failing scleral buckle. *Am. J. Ophthalmol.* 92 (1981) 647–652
- ¹³ Lincoff, H., I. Kreissig: Die Behandlung der Netzhaut-Sublösung mit einer nicht fixierten Ballonplombe ohne Punktion der subretinalen Flüssigkeit. *Ber. Dtsch. Ophthalmol. Ges.* 77 (1980) 627–633
- ¹⁴ Kreissig, I., H. Lincoff: Die Ballon-Operation: Eine Verlaufskontrolle. *Fortschr. Ophthalmol.* 79 (1982) 229–232
- ¹⁵ Kreissig, I., J. Failer, H. Lincoff, F. Ferrari: Results of a temporary balloon buckle in the treatment of 500 retinal detachments and a comparison with pneumatic retinopexy. *Am. J. Ophthalmol.* 107 (1989) 381–389
- ¹⁶ Kreissig, I.: Zehn Jahre Erfahrungen mit der Ballon-Operation: Anfängliche Skepsis, Weiterentwicklung der Methode, praktische Hinweise für den Ballon-Operateur. *Klin. Mbl. Augenheilk.* 194 (1989) 145–151
- ¹⁷ Kreissig, I.: Bisherige Erfahrungen mit SF₆-Gas in der Ablatio-Chirurgie. *Ber. Dtsch. Ophthalmol. Ges.* 76 (1979) 553–560
- ¹⁸ Lincoff, A., D. Haft, P. Liggett, C. Reifer: Intravitreal expansion of perfluorocarbon bubbles. *Arch. Ophthalmol.* 98 (1980) 1646
- ¹⁹ Lincoff, H., J. Mardrossian, A. Lincoff, P. Liggett, T. Iwamoto, F. Jakobiec: Intravitreal longevity of three perfluorocarbon gases. *Arch. Ophthalmol.* 98 (1980) 1610–1611
- ²⁰ Kreissig, I., H. Lincoff, J. Coleman, G. Richard, O. gr. Darrelmann: Die Anwendung der Perfluorkohlenstoffgase in der Behandlung problematischer Netzhautbefunde. *Fortschr. Ophthalmol.* 81 (1984) 638–641
- ²¹ Kreissig, I., A. Stanowsky, H. Lincoff, G. Richard: The treatment of difficult retinal detachments with an expanding gas bubble without vitrectomy. *Graefes Arch. Ophthalmol.* 224 (1986) 51–54
- ²² Lincoff, H., I. Kreissig, F. Jakobiec: Eine Komplikation in der Gas-Chirurgie: Die Injektion von Gas unter die Netzhaut an einem pseudophaken Auge. *Klin. Mbl. Augenheilk.* 188 (1987) 127–130
- ²³ Lincoff, H., I. Kreissig, W. Fuchs, F. Jakobiec, T. Iwamoto: Total displacement of the vitreous by an expanding gas in a rabbit model. *Fortschr. Ophthalmol.* 81 (1984) 95–98
- ²⁴ Lincoff, H., I. Kreissig, F. Jakobiec, J. Vitolo, R. Shapiro: Gas vitrectomy in a primate model. *Graefes Arch. clin. exp. Ophthalmol.* 224 (1986) 215–217
- ²⁵ Kreissig, I.: Die Ballon-Gas-Methode: Ein Vorgehen zur Behandlung ausgewählter Problem-Ablationes. *Fortschr. Ophthalmol.* 83 (1986) 219–233
- ²⁶ Kreissig, I.: The Balloon-gas-procedure. *Dev. Ophthal.* 13 (1987) 99–106
- ²⁷ Kreissig, I., H. Lincoff, A. Stanowsky: The treatment of giant tear detachments using retrohyaloidal perfluorocarbon gases without drainage or vitrectomy. *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* 225 (1987) 94–98
- ²⁸ Kreissig, I., D. Rose: Scleral buckling without drainage in treating PVR detachments stage B and C. In: *Proliferative Vitreoretinopathy* (eds. Heimann, K., Wiedemann, P.), Kaden, Heidelberg, 1989 (im Druck)
- ²⁹ Kreissig, I.: Der gegenwärtige Stand der Ablatiochirurgie ohne Punktion. *Klin. Mbl. Augenheilk.* 173 (1978) 140–149

Manuskript erstmals eingereicht 30. 8. 1988, zur Publikation in der vorliegenden Form angenommen 16. 3. 1989.

Prof. Dr. Ingrid Kreissig

Univ.-Augenklinik
Schleichstraße 12
7400 Tübingen