

Chirurgische Therapie retinaler Venenverschlüsse

N. Feltgen, L. Hansen
Universitäts-Augenklinik Freiburg
(Direktor: Prof. Dr. med. Th. Reinhard)

Zusammenfassung: Der Spontanverlauf retinaler Venenverschlüsse ist bezüglich des Visus variabel und in den meisten Fällen schlecht: Nach einem Venenastverschluss (VAV) enden bis zu 46 % der Patienten bei einer Sehschärfe $\leq 0,1$, nach einem ischämischen Zentralvenenverschluss (ZVV) sind es sogar bis 80 % [2]. Zudem ist in den ersten 5 Jahren nach einem Verschluss auch das zweite Auge in 5 – 10 % von einem venösen Verschluss betroffen [18]. Die Behandlung retinaler Venenverschlüsse ist noch immer unbefriedigend. Von den bisher erprobten Therapien haben sich lediglich die Hämodilution und die Photokoagulation als wirksam erwiesen [2, 7, 11, 14, 15, 16, 36]. Dennoch bleibt die Sehschärfe in vielen Fällen schlecht, und es gibt bisher keine Möglichkeit, insbesondere die gefürchteten Neovaskularisationen zu verhindern. Es wird deshalb weiter versucht, das therapeutische Spektrum zu erweitern. Neue medikamentöse Ansätze wie die intraokulare Gabe von Triamcinolon [20] und aktuelle Ergebnisse zur systemischen Lysetherapie [17] haben die Therapie venöser Verschlüsse in letzter Zeit wieder vermehrt in das Interesse der Augenärzte gerückt. Gleichzeitig wurden neue chirurgische Verfahren mit ersten und vielversprechenden Ergebnissen publiziert. Dazu gehören die retinale endovasale Lyse [33, 34, 35] und die radiäre Optikoneurotomie [26] beim ZVV sowie die arteriovenöse Dissektion [27] bei der Behandlung des VAV.

OPHTHALMO-CHIRURGIE 15: 127-136 (2003)

Summary: The natural course of retinal vein occlusions is extremely variable. The final visual acuity is not better than 0.1 (46 % of eyes with a branch retinal vein occlusion (BRVO) and 80 % of eyes with a central retinal vein occlusion (CRVO)).

Additionally, the treatment of retinal vein occlusions is still unsatisfying. The only therapies proofed effective are haemodilution and laser photocoagulation. To date there is no therapy which could efficiently prevent retinal neovascularisation.

New surgical therapies have been described for the treatment of retinal vein occlusions within the last years. These methods include the retinal endovascular lysis (REVL), the radial optic neurotomy (RON) for CVRO and the arteriovenous dissection (AVD) for the BRVO. The first results are encouraging but there are no data from controlled and randomised studies. Therefore the meaning of these results is still unclear.

OPHTHALMO-CHIRURGIE 15: 127-136 (2003)



17. DOC-Kongress
Freitag, 25.6.2004
12.00 Uhr
Saal Dublin
CCN West

Entstehung retinaler Venenverschlüsse

Die genaue Entstehung von retinalen Venenverschlüssen ist letztendlich nicht geklärt. Die gehäufte Kombination von arteriosklerotischen Risikofaktoren und Venenverschlüssen legt die Vermutung nahe, daß besonders beim älteren Menschen eine sklerotische Veränderung der begleitenden Arterie dem Verschluß ursächlich zugrunde liegt [9]. Über die dadurch erhöhte Steifigkeit des Gefäßes kommt es im Fall einer gemeinsamen Gefäßwand zu Verwirbelungen auch im venösen Schenkel und einer daraus entstehenden Blutstauung im distalen Gefäßbereich. Je nach Ausprägung dieser Stauung kann es zum partiellen retinalen Venenverschluß durch eine Thrombose kommen. Im Verlauf des Nervus opticus ist auch eine Kompression der Vene durch eine veränderte Arterie möglich, da auch diese beiden Gefäße von einer gemeinsamen Hülle – der Adventitia – umgeben sind.

Weitere, aber deutlich seltenere Verschlußursachen sind entzündliche und traumatische Gefäßwandveränderungen sowie Gerinnungsstörungen im Sinne einer Thrombophilie.

Selbst beim Vollbild des retinalen Venenverschlusses geht man mittlerweile davon aus, daß es sich in der Regel primär nicht um eine komplette Thrombose handelt, wie dies früher angenommen wurde [12]. Vielmehr kommt es zu einer nur relativen Behinderung des Blutflusses [21, 29]. Eine Ernährung

der inneren retinalen Schichten ist damit zumindest teilweise gewährleistet. Klinisch deckt sich diese Vorstellung zum einen mit der Tatsache, daß ein venöser Durchfluß im Fluoreszenzangiogramm (FAG) auch bei schweren Verschlüssen immer zu beobachten ist. Zum anderen ist die Sehschärfe bei betroffener Makula zwar reduziert, nie aber so schnell und so ausgeprägt, wie dies bei einer komplett blockierten Durchblutung (zum Beispiel beim Zentralarterienverschluß) typisch ist. Beim Venenverschluß spielt die Schrankenstörung mit dem daraus entstehenden Ödem die entscheidende visusmindernde Rolle. Diese Schrankenstörung entsteht durch ein Ungleichgewicht zwischen zunächst ungehinderter arterieller Zufuhr bei vermindertem venösem Abfluß.

Bei einer nur relativen Strömungsbehinderung kann man aber nun annehmen, daß auch nach längerer Zeit noch eine therapeutische Einflußnahme möglich ist. Diese Vermutung bestätigt der spontane Verlauf, bei dem auch noch mehrere Wochen nach dem Verschlußereignis eine Besserung eintreten kann. Diese ist zum Teil durch die Ausbildung von Umgehungskreisläufen erklärbar. Es steht deshalb außer Frage, daß eine gesteigerte Durchblutung auch nach mehreren Wochen oder Monaten die Sehschärfe noch verbessern kann. Dieser zeitliche Spielraum ist für die chirurgische Therapie retinaler venöser Verschlüsse aber besonders wichtig, denn im Mittel ist der Verschluß bereits 1 - 2 Wochen alt, wenn sich der Patient erstmals

beim Augenarzt vorstellt [9]. Ziel der chirurgischen Therapie ist die Steigerung der retinalen Durchblutung und damit die Verbesserung der Sauerstoffzufuhr.

Wo setzt die chirurgische Therapie an?

Beim VAV behindert die sklerotische Gefäßwandveränderung der kreuzenden Arterie sekundär die Strömung der Vene [29]. Deshalb wird versucht, die beiden Gefäße an dieser Kreuzungsstelle zu trennen.

Beim ZVV besteht ebenfalls die Vorstellung, daß die veränderte Arterie die begleitende Vene beeinflusst. Eine Trennung der Gefäße in der Tiefe des Sehnerven ist aber nicht möglich. Eine bedeutende Rolle hingegen könnte die bindegewebige und relativ starre Lamina cribrosa bei der Entstehung von Verschlüssen der Zentralvene spielen [12]. Es wird vermutet, daß die relativ instabile Gefäßwand der Vene beim Durchtritt durch die Lamina cribrosa komprimiert wird. Die Lamina cribrosa ist das Ziel der radiären Optiko-neurotomie (RON).

Die retinale endovasale Lysetherapie (REVL) versucht hingegen nicht, den anatomischen Gefäßverlauf zu beeinflussen. Vielmehr werden die Gefäße analog der lokalen Lyse bei Zentralarterienverschluß mit einem Fibrinolytikum durchspült, um damit einen verbesserten Durchfluß zu erhalten, allerdings in diesem Falle von der Retina aus.

Retinale endovasale Lysetherapie

Die retinale endovasale Lysetherapie (REVL) wird zur Behandlung des ZVV eingesetzt. Sie wurde erstmals 1998 von J. Weiss beschrieben [33]. Bei diesem Verfahren wird nach einer Kernvitrektomie eine zentral gelegene und möglichst stark gestaute Vene mit einer Glaskanüle punktiert (Abbildung 1 und 2). Die an der Spitze scharfe und gebogene Kanüle hat einen Außendurchmesser von 0,8 mm und ein Lumen von 0,6 mm. Durch einen dünnen Schlauch kann Flüssigkeit über die Kanüle in die Vene gegeben werden. In den bisher publizierten Fällen wurden im Mittel 3,4 ml (zwischen 0,5 und 8 ml) eines Fibrinolytikums injiziert. Dabei handelt es sich um einen rekombinanten Gewebe-

Plasminogen-Aktivator (rt-PA) in einer Konzentration von 200 µg/ml. rt-PA ist mit einem natürlicherweise im Körper vorkommenden Plasminogen-Aktivator identisch. Es besitzt deshalb auch keine antigenen Eigenschaften. rt-PA hat eine hohe Affinität zu Fibrin an einem frischem Thrombus und aktiviert überwiegend Plasminogen. Das dadurch entstehende Plasmin überführt das unlösliche Fibrin in lösliche Fibrin-Spaltprodukte und kann dadurch den Thrombus auflösen [3].

Da es selektiv auf frische Thromben wirkt, besteht aber prinzipiell auch die Gefahr, daß es an anderen Stellen blutet. Eine lokale Gabe des Fibrinolytikums ist deshalb immer einer systemischen Gabe vorzuziehen.

Die Wirkung auf die gestaute Blutsäule wird bei der REVL mit dem Spüleffekt der injizierten

Flüssigkeit einerseits und der Wirkung des Fibrinolytikums andererseits erklärt. Organisierte Gefäßwandveränderungen können aber sicherlich nicht aufgelöst werden. Da durch diesen Eingriff keine strukturellen Änderungen an den Gefäßen vorgenommen werden, ist die Gefahr eines erneuten Verschlusses theoretisch größer als bei anderen Verfahren. Die REVL kann aber auch dann hilfreich sein: Sie müßte nur eine verbesserte Durchblutung ermöglichen, bis sich Umgehungskreisläufe gebildet haben.

Mittlerweile sind die Ergebnisse von 150 Augen bekannt, die nach dieser Methode operiert wurden. Die bisherigen Daten in der Literatur stammen ausschließlich vom Erstbeschreiber [33, 34, 35]. Die mittlere Verschlussdauer betrug in diesen Fällen 4,3 Monate (7 Tage - 60 Monate). Das Alter der Pati-

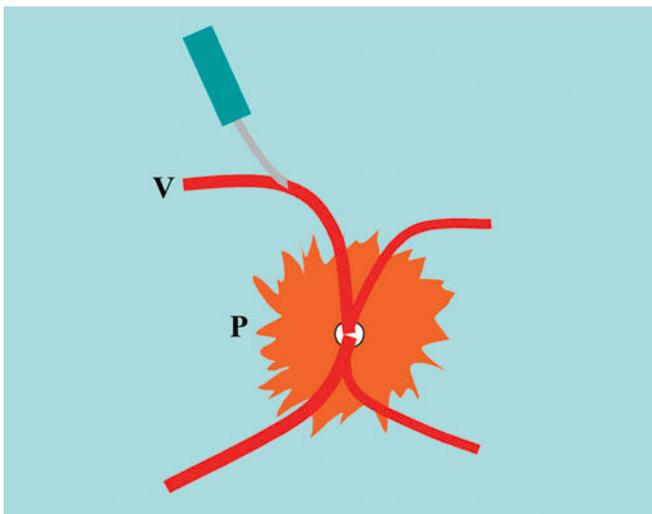


Abbildung 1: Schematische Darstellung der REVL; V = Vene, P = Papille

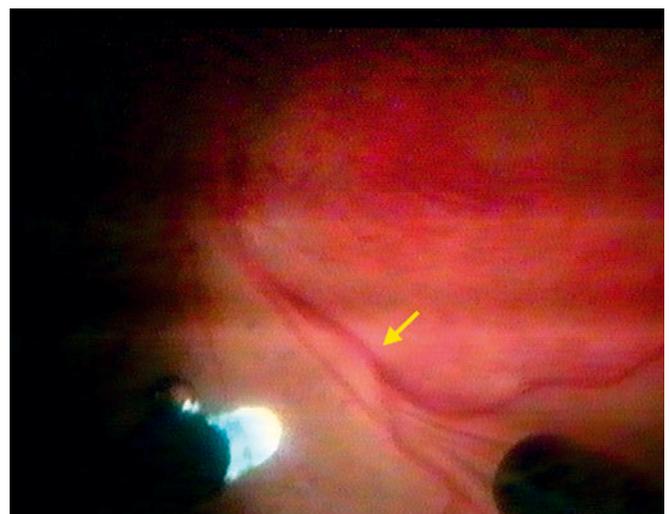


Abbildung 2: Kanüle bei der Punktion (REVL); Pfeil: Kanülenspitze über Vene

enten lag zwischen 25 und 90 Jahren. Die präoperative Sehschärfe betrug bei den meisten Patienten weniger als 0,1 (87 %). Der Autor beschreibt nach 4 Monaten eine Sehverbesserung von mehr als 2 Zeilen bei 51 % der behandelten Augen, ohne daß diese vorbehandelt worden waren (keine Hämodilution). An Komplikationen werden Glaskörperblutung (11 %), Netzhautablösung (5 %), erneuter Gefäßverschluß (3,6 %), Makularpucker (2,4 %) und Makulaforamen (1,2 %) beschrieben. Diese Komplikationsrate ist im Vergleich zum spontanen Verlauf deutlich erhöht.

Aus den publizierten Daten ist zu entnehmen, daß das Operationsergebnis nicht direkt von der Verschlußdauer abhängt. So kam es in Einzelfällen auch dann zu einer anhaltenden Sehverbesserung, wenn erst mehrere Monate nach Verschlußereignis lysiert wurde.

In Einzelfällen wurde dieses Verfahren auch mit intraokularer Kortisongabe (Triamcinolon) kombiniert [5]. Die neuesten Ergebnisse dieser Arbeitsgruppe sind ungeprüft unter www.crvotreatment.com einsehbar. Bisherige Schwachpunkte dieser Methode sind zum einen die mangelnde Aussagekraft wegen fehlender Kontrollgruppen, zum anderen die Tatsache, daß das Instrumentarium bisher nur vom Erstbeschreiber bezogen werden kann. Weiterhin sind der postoperative Verlauf der Studienpatienten und die postoperativen Sehschärferwerte nicht vom Studienzentrum sondern vom weiterbetreuenden Augenarzt kontrolliert worden. Damit erfüllt die Qualität der Datenerhebung auch als Pilotstudie nicht die Anforderungen, die mittlerweile an moderne Studien im Sinn von „good clinical practice“ (GCP) gestellt werden. Ungeklärt ist bisher auch der gün-

stigste Zeitpunkt für diesen Eingriff und die Frage, ob es eine zeitliche Obergrenze gibt, nach der eine REVL nicht mehr erfolgsversprechend ist. Unsere eigenen Erfahrungen mit dieser Methode sind begrenzt, allerdings weniger vielversprechend, als von Weiss und Bynoe beschrieben.

Ausblick

Von der Gruppe Weiss und Bynoe ist eine weltweite multizentrische und dreiarmlige Studie geplant. Dabei soll die REVL mit dem Spontanverlauf und der intraokularen Gabe von Triamcinolon verglichen werden. Die Auswahl und Qualifikation der Operateure und der Patienten ist bei dieser sehr anspruchsvollen und neuen Operationsmethode aber sicherlich eine Schwierigkeit.

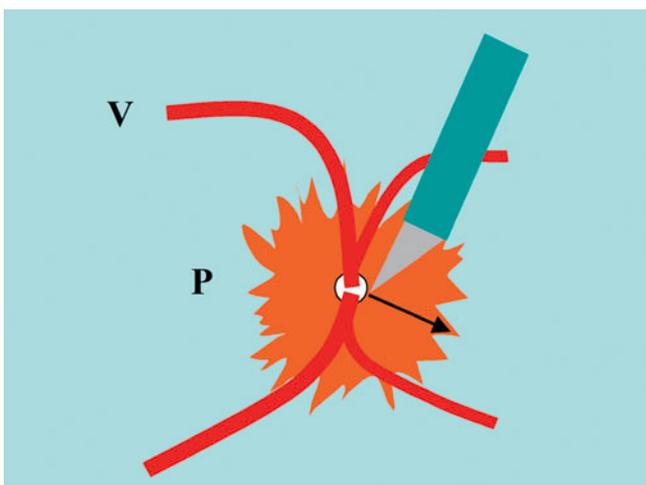


Abbildung 3: Schematische Darstellung der RON; V = Ve-ne, P = Papille

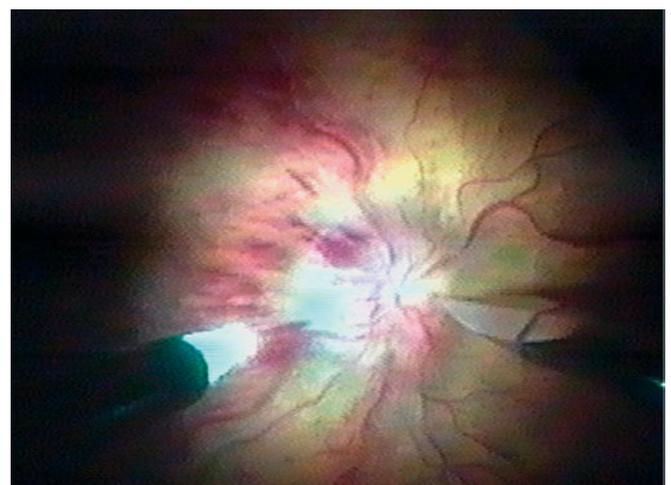


Abbildung 4: Lanze beim Einstich in den Sehnerven (RON)

Radiäre Optikoneuromie

Die radiäre Optikoneuromie (RON) wurde erstmals im Jahr 2001 von M. Opremcak beschrieben [26]. Bei diesem technisch relativ einfachen Verfahren wird nach einer Kernvitrektomie eine einseitig angeschliffene Lanze auf der nasalen Seite der Papille radiär bis zu einer vorgegebenen Markierung (zirka 2 mm) blind in den Sehnerv eingestochen (Abbildungen 3 und 4). Danach wird die Lanze langsam wieder herausgezogen und eine eventuelle Nachblutung abgesaugt. Es wird dabei versucht, die Lamina cribrosa der Papille und Anteile des Sklerarings scharf zu eröffnen. Die relativ starre und bindegewebige Lamina cribrosa wird dabei als zusätzliche Engstelle im Verlauf der zentralen Gefäße für eine Kompression verantwortlich gemacht [26]. Durch diese Eröffnung soll mehr Platz für eventuell eingengegte Gefäße im Sehnervenkopf geschaffen und damit insgesamt die retinale Durchblutung verbessert werden.

Zu dieser Methode gibt es bisher nicht viele Daten in der Literatur. Die größte Fallzahl publizierte der Erstbeschreiber. In seiner Pilotstudie wurden 11 Augen mit einem ZVV mit der RON behandelt. Das mittlere Verschlußalter betrug dabei 4 Monate (1 - 7 Monate) die präoperative Sehschärfe lag zwischen fehlender Lichtscheinwahrnehmung und 0,05. Eine Sehverbesserung von mehr als 2 Zeilen wurde bei 8 Patienten zum Zeitpunkt der letzten Untersuchung beschrieben. Diese fand im Mittel nach 9 Monaten (5 - 12 Monate)

statt. Bei einem Patienten änderte sich die Sehschärfe nicht, zwei Patienten verschlechterten sich um mehr als zwei Zeilen. Es ist kein direkter Zusammenhang zwischen Erkrankungsdauer und postoperativer Visusänderung zu beobachten. Auf Kongressen berichteten auch andere Arbeitsgruppen über gute Ergebnisse durch die RON. Bopp et al. konnten zum Beispiel einen Visusanstieg um mehr als zwei Zeilen nach 3 Monaten bei 12 von 22 Patienten mit ZVV feststellen [4], allerdings auch ohne begleitende oder vorausgehende Hämodilution.

Aus den bisherigen Daten läßt sich aber noch nicht klären, welche Patienten von dem Eingriff profitieren. Auch der günstigste Zeitpunkt ist bisher unklar. Auf Komplikationen wird bei der Erstbeschreibung nicht eingegangen. Es ist und bleibt eine ungesicherte, experimentelle Methode, die – da chirurgisch einfach auszuführen – verlockender erscheint als die lange aufwendige Hämodilution. Für künftige randomisierte Studien, aber auch Pilotstudien gibt es aber offene Fragen, die unbedingt zu klären sind, bevor die Operationsmethode empfohlen werden kann:

1. Es handelt sich um einen Eingriff ohne Sicht, da in die Tiefe des Sehnerven eingestochen wird. Es konnte von einer anderen Arbeitsgruppe gezeigt werden, daß der Einstich mit scharfen Instrumenten in der Mitte des Sehnerven zu einer erheblichen Verletzung der zentralen Gefäße führen kann [24]. Opremcak empfiehlt die scharfe Inzision am Rand des Sehnervenkopfes. Diese Empfehlung ist aber nicht durch tierexperimentelle oder histologische Untersuchungen belegt.

2. Es fehlen bisher Angaben zum postoperativen Gesichtsfeld. Bei einer Inzision am Papillenrand sind diese aber zu erwarten, auch wenn die Lanze radiär eingestochen wird. Falls es nur zu umschriebenen und im weitesten Sinne „akzeptablen“ Gesichtsfeldausfällen käme, sollte die Inzision in der unteren Hälfte gewählt werden, damit der mögliche Ausfall im oberen Gesichtsfeld liegt.

3. Verschlußpapillen sind insgesamt durch Blutung und Schwellung stark verändert und ihre ursprünglichen Grenzen wie auch die Gefäße sind schwer zu erkennen. Ein Problem ist in diesem Zusammenhang sicherlich auch die Empfehlung, die Lanze bis zu einer bestimmten Markierung einzusteichen. Neben interindividuellen Unterschieden der Papillenkonfiguration führt auch die Papillenschwellung zu einer erheblichen Unsicherheit bezüglich der Einstichtiefe. Außerdem besteht die Gefahr der Gefäßverletzung bei Variationen im Verlauf der zentralen Gefäße. Theoretisch besteht auch die Gefahr einer Bulbusperforation, da der Skleraring mit eröffnet werden soll. Damit steht der mögliche Erfolg aber eigentlich nicht mehr im Verhältnis zu den möglichen Komplikationen. Deshalb muß der Eingriff zur Zeit noch als gefährlich eingestuft werden.

4. Es gibt Hinweise darauf, daß der Verschlußort nicht bei allen ZVV in der Papille sondern gerade bei den weniger ischämischen Verläufen mehr im hinteren Abschnitt des Sehnerven zu finden ist [19]. Bei dieser Konstellation wäre die RON nicht sinnvoll. Die Schwierigkeit besteht darin, den Verschlußort im Einzelfall zu identifizieren. Da

ein Verschuß im Sehnervenkopf bei ischämischen Verläufen wahrscheinlicher ist, sollte die RON den schweren Verschlüssen vorbehalten bleiben.

Arteriovenöse Dissektion oder Dekompression

Die arteriovenöse Dissektion (AVD/ Sheathotomie) wurde erstmals im Jahre 1988 von M. Osterloh beschrieben [27]. Bei dieser Methode wird nach einer Kernvitrektomie eine Trennung von Arterie und Vene an deren Kreuzungsstelle durchgeführt (Abbildung 5). Der Abstand zwischen Arterie und Vene ist an den Kreuzungsstellen minimal und beträgt oft nur wenige Mikrometer [29]. Diese Kreuzung kann mit einer Schere, Messern oder auch mit Haken getrennt werden (Abbildung 6). Hintergrund dieser Methode war die Annahme,

daß die meist unterkreuzende Vene von der darüberliegenden Arterie innerhalb der gemeinsamen Gefäßhülle (Adventitia) regelrecht komprimiert wird. Mittlerweile weiß man, daß es nicht zu einer direkten Kompression kommt, sondern die arteriosklerotisch veränderte Arterienwand durch ihre verminderte Elastizität die Strömung in der kreuzenden Vene behindert. Deshalb kann es theoretisch sinnvoll sein, die beiden Gefäße voneinander zu trennen.

Zu dieser Methode gibt es in der Literatur deutlich mehr Daten als bei der REVL oder der RON. Osterloh beobachtete bei seiner Patientin einen Visusanstieg von 0,1 auf 0,8 nach 8 Monaten. Bisher sind die Daten von 140 Patienten publiziert worden, bei denen eine AVD durchgeführt wurde. Begleitende evidenzbasierte Therapien wie Hämodilution wurden nicht durchgeführt. Die Studien sind teils prospektiv, teils retrospektiv

angelegt [6, 8, 10, 23, 25, 30, 31, 32]. Bei nahezu allen Studien lag die präoperative Sehschärfe zwischen Fingerzählen und 0,4. Es kam bei bis zu 76 % der Patienten zu einer Sehverbesserung von mehr als 2 Zeilen. Die beste postoperative Sehschärfe lag bei 0,8. Die mittlere Nachbeobachtungszeit aller Studien beträgt zirka 8 Monate (24 Tage – 6,5 Jahre). Nur 2 Arbeiten mit insgesamt 17 Patienten beobachteten keine verbesserte Sehschärfe [23, 32]. Bisher ist der visusverbessernde Effekt wegen fehlender Kontrollgruppen aber noch nicht erwiesen.

Die Rate der Komplikationen wird als relativ gering beschrieben. Am häufigsten treten Blutungen auf, die aber sofort gestillt werden konnten. In keinem Fall ist eine anhaltende Glaskörperblutung beschrieben. Es existiert eine neuere Fallbeschreibung einer AVD, bei der die Vene während der Präparation abgerissen ist. Selbst diese

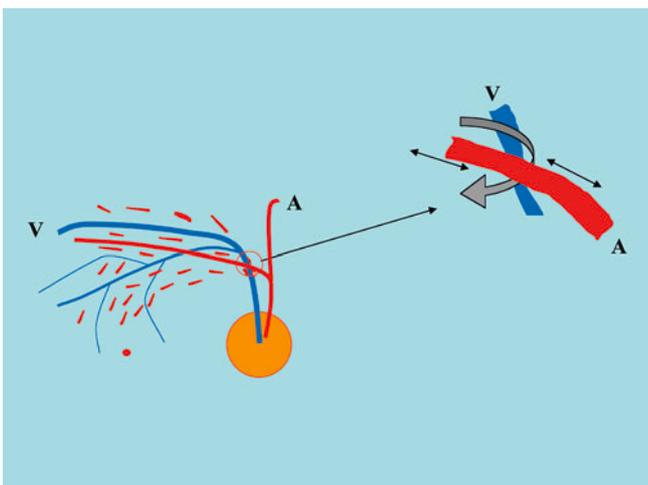


Abbildung 5: Schematische Darstellung der AVD; A = Arterie, V = Vene

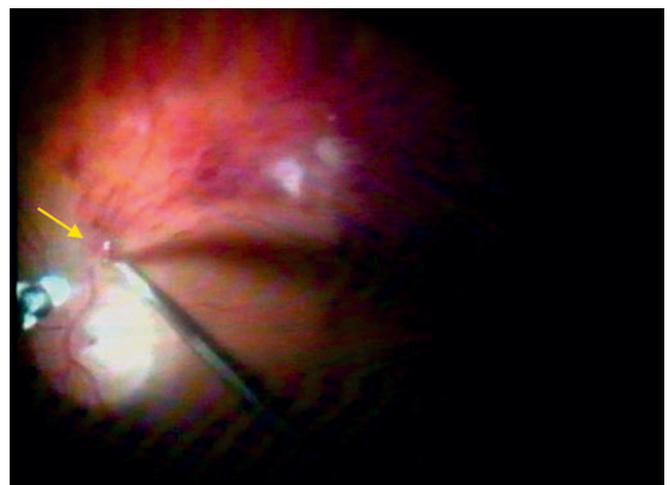


Abbildung 6: Unterfahrene Arterie bei der AVD (Pfeil)

schwerwiegende Komplikation soll aber nicht zu einer Sehverschlechterung an dem betroffenen Auge geführt haben [8].

Auch bei der AVD muß man theoretisch mit Gesichtsfelddefekten rechnen, da im Verlauf der Nervenfasern ein Defekt gesetzt wird. Dieser Nervenfaserverdefekt kann unumgänglich sein, da die Verschlüsse oft papillennah sind. Dort verlaufen die Gefäße aber noch in tieferen Netzhautschichten, bevor sie dann weiter peripher an die retinale Oberfläche treten [29]. Über operationsbedingte Defekte im Gesichtsfeld ist aber bisher nichts bekannt. Diese wurden allerdings auch nur selten geprüft.

Eine entscheidende Frage bei der AVD ist aber, ob die chirurgische Trennung der Gefäße tatsächlich der visusverbessernde Faktor bei dem Eingriff ist. In einer jüngst veröffentlichten Studie mit 20 Patienten gelang die AVD nur in einem Fall sicher. Trotzdem kam es bei 12 Patienten (60 %) zu einer postoperativen Sehverbesserung von mehr als 2 Zeilen [13]. Auch der Patient, bei dem intraoperativ die Vene abriß, hatte postoperativ erstaunlicherweise ebenfalls eine bessere Sehschärfe [8]. Möglicherweise ist auch schon alleine die chirurgische hintere Glaskörperabhebung visusverbessernd wirksam [1, 22, 28]. In diesem Fall könnte man auf die risikoreichere und manchmal technisch nicht durchführbare Trennung der retinalen Gefäße verzichten.

Bei der AVD ist der beste Zeitpunkt der Operation nach dem Verschuß von besonderem Interesse. Der Grund hierfür liegt zum einen in der relativ guten Spontanprognose beim VAV, zum anderen kann die

Manipulation an retinalen Gefäßen gerade bei schwerer intraretinaler Blutung im Bereich der Gefäßkreuzung in den ersten Wochen unmöglich sein.

Ausblick

Von P. Kroll (Marburg) und U. Meisters (Sulzbach) wird zur Zeit eine offene, randomisierte Studie in Deutschland vorbereitet, bei der die chirurgische Therapie (AVD) mit einer konservativen Therapie verglichen werden soll.

Zusammenfassung

Die drei beschriebenen chirurgischen Verfahren eröffnen neue Möglichkeiten bei der Behandlung retinaler Venenverschlüsse. Die ersten publizierten Daten sind besonders für die AVD bei Venenastverschlüssen ermutigend. Es bleiben aber noch Fragen offen, die großteils nur durch umfangreiche prospektive und randomisierte Studien beantwortet werden können. Solche Studien sind bei der REVL und der AVD in Planung. Bis Ergebnisse aus solchen Studien vorliegen, sollten die Patienten unbedingt weiter nach den evidenzbasierten Schemata behandelt werden. Sicherlich ersetzen die genannten Verfahren nicht die bewährten Therapien wie Laserphotokoagulation oder Hämodilution und sollten nur in Kombination mit diesen eingesetzt werden. Bei zusätzlicher chirurgischer Behandlung muß der Patient über den experimen-

tellen Charakter des Eingriffs aufgeklärt werden.

Keines der Verfahren scheint die Entstehung von neovaskulären Proliferationen bisher verhindern zu können. Patienten mit einem ischämischen Verschuß müssen deshalb weiterhin innerhalb der ersten Monate engmaschig kontrolliert werden.

Eine weitere therapeutische Säule bleibt die genaue internistische Abklärung der Patienten mit der Suche nach Risikofaktoren. Im Fall einer nicht-sklerotischen Gefäßwandveränderung kann ein chirurgischer Eingriff überhaupt obsolet sein.

Literatur

1. *Ando, N.*: Vitrectomy for ischemic maculopathy associated with retinal vein occlusion, Vail Vitrectomy Meeting, Vail, CO, 2000
2. *Anonymous*: Natural history and clinical management of central retinal vein occlusion. The Central Vein Occlusion Study Group. [comment][erratum appears in Arch. Ophthalmol. 115: 1275 (1997). Comment in: Arch. Ophthalmol. 116:260 -261 (1998); PMID: 9488292. Arch. Ophthalmol. 115: 486 - 491(1997)
3. *Bertram, B., Wolf, S., Fisches, H., Schulte, K., Hoberg, A., Reim, M.*: Lysebehandlung bei retinalen Arterienverschlüssen mit Plasminogen-Aktivator. Klin. Monatsbl. Augenheilkd. 198: 295 - 300 (1991)
4. *Bopp, S.*: Vitrektomie mit radiärer Optikonotomie bei schweren Zentralvenenverschlüssen: Funktionelle Ergebnisse und FAG-Befunde. 16. Jahrestagung der Retinologischen Gesellschaft, Tübingen 2003.
5. *Bynoe, L.A., Weiss, J.N.*: Retinal endovascular surgery and intravitreal triamcinolone acetonide for central vein occlusion in young adults. Am. J. Ophthalmol. 135: 382 - 384 (2003)

6. Cahill, M. T., Fekrat, S.: Arteriovenous sheathotomy for branch retinal vein occlusion. [Review] [60 refs]. *Ophthalmology Clinics of North America* 15: 417 - 423 (2002)
7. Chen, H. C., Wiek, J., Gupta, A., Luckie, A., Kohner, E. M.: Effect of isovolaemic haemodilution on visual outcome in branch retinal vein occlusion. *Br. J. Ophthalmol.* 82: 162 - 167 (1998)
8. Dieguez Millan, J. M., Suner Capo, M., Olea Vallejo, J.L.: Intraoperative rupture of the vein in an arteriovenous crossing sheathotomy. [Spanish]. *Archivos de la Sociedad Espanola de Oftalmologia* 77: 575 - 578 (2002)
9. Dithmar, S., Hansen, L. L., Holz, F.: Venöse retinale Verschlüsse. *Ophthalmologie* 100: 561 - 578 (2003)
10. Fujii, G. Y., de Juan, E., Jr., Humayun, M. S.: Improvements after sheathotomy for branch retinal vein occlusion documented by optical coherence tomography and scanning laser ophthalmoscopy. *Ophthalmic Surgery, Lasers & Imaging* 34: 49 - 52 (2003)
11. Glacet-Bernard, A., Zourdani, A., Milhoub, M., Maraquá, N., Coscas, G., Soubrane, G.: Effect of isovolemic hemodilution in central retinal vein occlusion. *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* 239: 909 - 914 (2001)
12. Green, W. R., Chan, C. C., Hutchins, G. M., Terry, J. M.: Central retinal vein occlusion: a prospective histopathologic study of 29 eyes in 28 cases. *Retina* 1: 27 (1981)
13. Han, D., Bennett, S., Williams, D., Dev, S.: Arteriovenous crossing dissection without separation of the retina vessels for treatment of branch retinal vein occlusion. *Retina* 23: 145 - 151 (2003)
14. Hansen, L. L., Danisevskis, P., Arntz, H. R., Hovener, G., Wiederholt, M.: A randomised prospective study on treatment of central retinal vein occlusion by isovolaemic haemodilution and photocoagulation. *Br. J. Ophthalmol.* 69: 108 - 116 (1985)
15. Hansen, L. L., Wiek, J., Arntz, R.: Randomisierte Studie über die Wirkung der isovolämischen Hämodilution bei Venenastverschluss. *Fortschr. Ophthalmol.* 85: 514 - 516 (1988)
16. Hansen, L. L., Wiek, J., Wiederholt, M.: A randomised prospective study of treatment of non-ischaemic central retinal vein occlusion by isovolaemic haemodilution. *Br. J. Ophthalmol.* 73: 895 - 899 (1989)
17. Hattenbach, L. O.: Thrombolysis in retinal vein occlusion: new data and novel approaches, EVRS, La Grande Motte/ France 2003
18. Hayreh, S., Zimmermann, M., Podhajsky, P.: Incidence of various types of retinal vein occlusion and their recurrence and demographic characteristics. *Am. J. Ophthalmol.* 117: 429 - 441 (1997)
19. Hayreh, S. S.: Radial optic neurotomy for central retinal vein occlusion. *Retina* 22: 374 - 377 (2002)
20. Jonas, J. B., Kreissig, I., Degenring, R. F.: Intravitreal triamcinolone acetate as treatment of macular edema in central retinal vein occlusion. *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* 240: 782 - 783 (2002)
21. Klien, B., Olwin, J.: A survey of the pathogenesis of retinal vein occlusion. *Arch. Ophthalmol.* 36: 207 (1956)
22. Kurimoto, M., Takagi, H., Suzuma, K., Oh, H.: Vitrectomy for macular edema secondary to retinal vein occlusion: evaluation by retinal thickness analyzer. *Jap. J. Clin. Ophthalmol.* 53: 717 - 720 (1999)
23. Le Rouic, J.F., Bejjani, R. A., Rumen, F., Caudron, C., Bettembourg, O., Renard, G., Chauvaud, D.: Adventitial sheathotomy for decompression of recent onset branch retinal vein occlusion. *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* 239: 747 - 751 (2001)
24. Lit, E. S., Tsilimbaris, M., Gotzaridis, E., D'Amico, D. J.: Lamina puncture: pars plana optic disc surgery for central retinal vein occlusion. *Arch. Ophthalmol.* 120: 495 - 499 (2002)
25. Mester, U., Dillinger, P.: Behandlung retinaler Venenastverschlüsse. Vitrektomie mit arteriovenöser Dekompression und Präparatin der Membrana limitans interna. *Ophthalmologie* 98:1104 - 1109 (2001)
26. Opremcak, E. M.: Radial optic neurotomy for central retinal vein occlusion - A retrospective pilot study of 11 consecutive cases. *Retina* 21: 408 - 415 (2001)
27. Osterloh, M.: Surgical decompression of branch retinal vein occlusions. *Arch. Ophthalmol.* 106: 1469 - 1471 (1988)
28. Saika, S., Tanaka, T., Miyamoto, T., Ohnishi, Y.: Surgical posterior vitreous detachment combined with gas/air tamponade for treating macular edema associated with branch retinal vein occlusion: retinal tomography and visual outcome. *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* 239: 729 - 732 (2001)
29. Seitz, R.: Die Netzhautgefäße. In: *Bücherei des Augenarztes* (Hrsg.: Thiel, R.) S. 175. Enke, Stuttgart 1962
30. Shah, G. K.: Adventitial sheathotomy for treatment of macular edema associated with branch retinal vein occlusion. [Review] [17 refs]. *Cur. Opin. Ophthalmol.* 11: 171 - 174 (2000)
31. Shah, G. K., Sharma, S., Fineman, M. S., Federman, J., Brown, M. M., Brown, G. C.: Arteriovenous adventitial sheathotomy for the treatment of macular edema associated with branch retinal vein occlusion. *Am. J. Ophthalmol.* 129: 104 - 106 (2000)
32. Shiba, T.: Morphologic and functional changes of macular edema associated with branch retinal vein occlusion after arteriovenous crossing sheathotomy. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2002
33. Weiss, J. N.: Treatment of central retinal vein occlusion by injection of tissue plasminogen activator into a retinal vein. *Am. J. Ophthalmol.* 126: 142 - 144 (1998)
34. Weiss, J. N.: Retinal surgery for treatment of central retinal vein occlusion. *Ophthalmic Surg. & Lasers* 31: 162 - 165 (2000)
35. Weiss, J. N., Bynoe, L. A.: Injection of tissue plasminogen activator into a branch retinal vein in eyes with central retinal vein occlusion. *Ophthalmology* 108: 2249 - 2257 (2001)
36. Wolf, S., Arend, O., Bertram, B., Remky, A., Schulte, K., Wald, K. J., Reim, M.: Hemodilution therapy in central retinal vein occlusion. One-year results of a prospective randomized study. *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* 232: 33 - 39 (1994)

Korrespondenzadresse:
 Dr. med. N. Feltgen
 Univ.-Augenklinik
 Killianstraße 5
 79106 Freiburg
 E-Mail:
 feltgen@aug.ukl.uni-freiburg.de