

Möglichkeiten der und Indikationen zur chirurgischen Behandlung der equinen rezidivierenden Uveitis (ERU)

H. Werry und H. Gerhards

Augenklinik der Medizinischen Hochschule Hannover
(Kommissarischer Leiter: Prof. Dr. H. Mayer)
Klinik für Pferde der Tierärztlichen Hochschule Hannover
(Direktor: Prof. Dr. E. Deegen)

Einleitung

Die weltweit verbreitete equine rezidivierende Uveitis (ERU) ist mit einer Inzidenz von bis zu 12 % (Cross, 1966) die häufigste Ursache der Erblindung bei Pferden (Lavach, 1987). Die Erblindung ist dabei in der Regel Folge einer schweren Chorioretinitis oder Cataractbildung.

Bei der ERU handelt es sich nach allgemeinem Konsens um eine endogene, nicht-traumatische, allergisch bedingte Uveitis, also um eine entzündliche Reaktion von Gefäß-, Muskel-, Nerven- oder Pigment-Komponenten des Uveatraktes (Iris, Ciliarkörper, Aderhaut). Die genaue Immunpathogenese (Hypersensibilitätsreaktion vom Typ III bzw. IV gegen ein infektiöses Agens oder gegen autologes oculäres Gewebe) ist nur partiell bekannt (Roberts, 1969; Hines, 1984; Matthews und Handscombe, 1983; Abrams und Brooks, 1990).

Die klassische Therapie der ERU versucht mit Mydriatica/Cycloplegica, steroidal- bzw. nicht-steroidal- Antiphlogistika und Analgetika das Sehvermögen zu erhalten und die u. U. erheblichen, entzündungsbedingten Schmerzen zu bekämpfen. Die Steroidapplikation geschieht auch im Hinblick auf eine relativ unspezifische Suppression der lokalen bzw. systematischen Immunreaktionen. Die Prognose der ERU ist insgesamt als ernst bzw. schlecht anzusehen, da wegen der Rezidivneigung der Entstehung von Komplikationen (Cataract, Synechienbildung, chorioretinischen Narben, Sekundärglaukom, Hornhautdegeneration, Subluxatio lentis, Phthisis bulbi) breiter Raum bleibt (Lavach, 1990).

Ermutigt durch die seit 1979 gesammelten positiven Erfahrungen bei der operativen Behandlung humaner Patienten mit chronisch rezidivierender Uveitis (Werry und Honneger, 1987), haben wir seit 1989 insgesamt 14 Augen von 12 Pferden mit ERU einer Vitrektomie unterzogen. Mit der Entfernung getrübten Glaskörpers wird nicht nur eine Klärung der brechenden Medien, sondern in erster Linie die Beseitigung von Entzündungsprodukten oder -mediatoren aus dem Glaskörperaum angestrebt, um so die Rezidivneigung zu verringern. Die Dynamik des in den meisten Fäl-

Zusammenfassung

Bei der equinen rezidivierenden Uveitis (ERU) handelt es sich um eine immunvermittelte, häufig in Schüben verlaufende Entzündung des Uveatraktes, deren Prognose auch bei optimaler konservativer Therapie in vielen Fällen ungünstig ist. Positive Erfahrungen mit der chirurgischen Behandlung humaner Patienten mit chronisch rezidivierender Uveitis waren Anlaß, Pferde mit ERU einer Vitrektomie zu unterziehen. Bisher wurden 14 Augen von 12 Pferden (3 Hengste, 4 Wallache und 5 Stuten) operiert. Das Alter der Pferde lag zwischen 2,5 und 7 Jahren, im Mittel bei 4,5 Jahren. Bei allen Patienten waren anamnestisch zumindest 3 akute uveitische Schübe bekannt. Glaskörperverflüssigung mit Trübheit und zumeist großen, teils flottierenden, teils fixen Einlagerungen lagen bei allen Patienten vor. Der Glaskörperaum war postoperativ zum Zeitpunkt der Entlassung in allen Fällen weniger getrübt als vor der Operation. Bei Nachkontrollen von 11 operierten Augen zeigten sich alle Augen reizfrei, 9 waren normal tonisiert, 2 geringgradig hypotonisch. Die Glaskörperäume von 9 Augen waren klar oder enthielten nur noch kleinere Einlagerungen (2). Als postoperative Komplikation wurde das Auftreten von fibrinös-hämorrhagischem Exsudat in der vorderen Augenkammer registriert (11/14), dessen Resorption in allen Fällen innerhalb von 8 bis 10 Tagen abgeschlossen war. Bei einem Patienten kam es zu einer leichten Blutung in den Glaskörperaum, bei einem anderen zeigte sich postoperativ eine komplette Netzhautablösung, die bei hochgradiger Glaskörpertrübheit präoperativ nicht diagnostiziert worden war. Bei einem anderen Pferd kam es bei erheblicher Trübheit des Glaskörpers während der Vitrektomie zur Touchierung der Linse, mit der Folge einer umschriebenen, axialen Trübung der hinteren Linsenkapsel und stark eingeschränkter Sehfähigkeit. Eine trotz optimaler medikamentöser Therapie rezidivierende equine Uveitis mit erheblichen Glaskörpertrübungen und erhaltener Pupillenmotilität sowie optisch klarer Linse kann eine Indikation zur Vitrektomie darstellen. Die bisherigen Erfahrungen haben gezeigt, daß die Vitrektomie bei akkurater Durchführung zu einer stabilen Verbesserung der Sehfähigkeit beitragen und die Progredienz der uveitischen Bulbuszerstörung zumindest verlangsamten kann.

Technique and indications for surgical treatment of equine recurrent uveitis

Equine recurrent uveitis (ERU) is an immune-mediated inflammatory disease of all parts of the uvea. Despite vigorous topical and systemic treatment, in many cases, ERU leads to posterior synechiae, cataracts, haziness of the vitreous, fundus changes, subsequent phthisis bulbi and blindness. Experiences with surgical treatment of chronic recurrent uveitis in human patients have indicated, that the frequency and severity of uveitic attacks can be reduced by pars plana vitrectomy. 14 eyes of 12 horses with chronic ERU have undergone vitrectomy. All eyes had a cloudy vitreous with large floaters, but at least minimal direct or indirect pupillary light reflexes. In all cases, postoperatively, at the time of discharge from the clinic, the vitreous chambers were less cloudy compared to the preoperative finding. At follow-up examinations of 11 operated eyes, in 9 cases the eye had normal i.o. pressure. The vitreous chambers were clear in 9 cases, 2 contained only small floaters. Two eyes with preoperative existing posterior synechia had subnormal i.o. pressure. Recurrences had not been observed in any of operated eyes. Postoperative complications included the occurrence of fibrinous-haemorrhagic exudat in the anterior chamber (11/14), a minor haemorrhage in the vitreous chamber (1/14), a total retinal detachment in one eye, and an opacity of the posterior lens capsule after touching the lens during surgery. Vitrectomy may be indicated in cases of chronic ERU which do not adequately respond to medical treatment, which have opacities of the vitreous, but have a normal or only minor compromised anterior eye segment. Our preliminary results indicate, that vitrectomy may improve vision and may slow down the progression of the uveitic destruction of the globe.

len ätiologisch ungeklärten Entzündungsprozesses kann nach unseren Erfahrungen durch die Entfernung des inflammatorisch veränderten Glaskörpers günstig beeinflusst werden: Häufigkeit und Schweregrad der uveitischen Schübe nehmen ab.

Im folgenden soll die operative Technik dargestellt werden und über die bisherigen Ergebnisse berichtet werden.

Material und Methode

Zwischen 1. 1. 1989 und 1. 10. 91 wurden an der Klinik für Pferde der Tierärztlichen Hochschule Hannover 14 Augen von 11 Pferden mit ERU operiert. Tabelle 1 gibt einen Überblick über Alter, Geschlecht und Rassezugehörigkeit der 12 Patienten und informiert über die präoperativen

Befunde der erkrankten Augen. In allen Fällen lag eine klassische ERU mit mindestens 3 Schüben und erheblicher entzündlicher Infiltration des Glaskörperaums vor. Zum Zeitpunkt der Operation war die entzündliche Aktivität der Uveitis in 10 Fällen mild und in 3 Fällen (Nr. 5, 9 und 12) stark; ein Hypopyon bestand zum Zeitpunkt der Operation in keinem Fall. Am Abend vor der Operation wurden einmalig 6 mg Phenylbutazon/kg Körpergewicht (Equipalzone®, Fa. Hydro-Chemie, Oberschleißheim) per os gegeben.

Die Eingriffe erfolgten nach orotrachealer Intubation unter Halothan-Lachgas-Anaesthesie. Nach Desinfektion der Lidhaut mit Oxycyanatlösung (Hydr. Oxycyanat 1:3000), Spülen des Bindehautsackes und Abdecken mit sterilen, wasserdichten Folien erfolgte das Einsetzen eines Lidsper-

Tab. 1: Alter, Geschlecht, Rassezugehörigkeit, operierte Augen und präoperative Befunde an Iris, Linse und Glaskörper (nach Mydriatikgaben) (Alter in Jahren, H = Hengst, W = Wallach, St = Stute; OS = linkes Auge, OD = rechtes Auge)

Nr.	Alter/Geschl.	Auge	Befunde am inneren Auge
1	2,5/H Hannoveraner	OS	Linsrückfläche: knäuelartiges Präzipitat Glaskörper: verflüssigt, diffuse Trübung
2	3/W Warmblut	OD	Linse: Präzipitate u. fokale Kapseltrübungen Glaskörper: verflüssigt, diffuse Trübung, mehrere große Schlieren
3	6/H Hannoveraner	OD	Glaskörper: verflüssigt, zahlreiche Mouches volantes, mehrere große Flocken und Schlieren
		OS	Glaskörper: partielle Verflüssigung, nasal u. temporal je eine große wolkenartige Einlagerung
4	7/St Oldenburger	OS	Pupille: unvollständige Öffnung, keine Synechie Glaskörper: erhebliche diffuse Trübung und Schlierenbildung
5	7/St DDR	OS	Iris: hintere, zirkuläre Synechie Pupille: starr, mittelweite Stellung Linse: fokale Trübungen der vorderen Kapsel durch Präzipitate und Irisresiduen Glaskörper: verflüssigt, mehrere wolkenartige Trübungen und große Schlieren
6	5/W DDR	OD	Iris: fokale hintere Synechien Pupille: unregelmäßiger Pupillenrand bei mittelweiter Öffnung Linse: Rückfläche mehrere kleine Präzipitate Glaskörper: diffuse Trübung u. wolkige Einlagerungen
7	4/St Trakehner	OD	Iris: temporal fokale hintere Synechie Pupille: nasal vollständige, temporal mittelweite Öffnung Glaskörper: diffuse Trübung, Schlieren- und Membranbildungen
8	4/St Trakehner	OS	Linsrückfläche: membranartiges Präzipitat Glaskörper: diffuse Trübung, mehrere große Schlieren
9	7/W Oldenburger	OD	Iris: zirkuläre hintere Synechie Pupille: knapp mittelweit geöffnet Glaskörper: ausgeprägte diffuse, schmutziggelbe Trübung
10	2,5/W Oldenburger	OD	Iris: multiple fokale hintere Synechien Pupille: unregelmäßiger Pupillenrand bei etwa mittelweiter Öffnung Glaskörper: verflüssigt, multiple Schlierenbildungen, eine große Membran
11	2,5/H Oldenburger	OD	rechte Pupille enger als linke, träge Reaktion auf Lichteinfall, Linse: o. b. B. Glaskörper: mgr. diffuse Trübung, mehrere große flottierende Schlieren
12	4/St Traber	OD	Hornhaut: hauchartige, diffuse Trübung, Fibrinscholle an Endothel adhärnt, Pupillenreaktion: stark verzögert (Atropin) Linse: o. b. B. (soweit feststellbar) Glaskörper: verflüssigt, diffuse Trübung, große wolkenartige u. fädige Einlagerungen
		OS	Hornhaut: hauchartige diffuse Trübung, Endothel: hämorrhagisch-fibrinöses Exsudat (adhärnt), Pupillenreaktion: stark verzögert (Atropin) Linse: o. b. B. (soweit feststellbar) Glaskörper: ausgeprägte diffuse Trübung



Abb. 1: Vorbereitung zur Vitrektomie: Sterile Abdeckung, Spülen des Bindehautsackes, temporale Kanthotomie und Freilegen der dorsalen Tunica conjunctiva bulbi durch Lidsperrer.

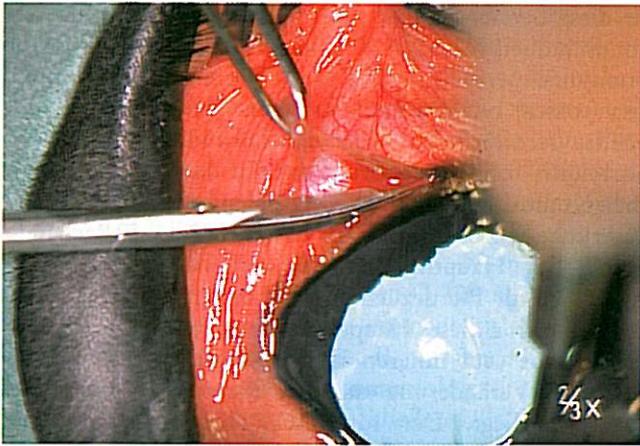


Abb. 2: Präparation der dorsalen Konjunktiva in Limbusnähe zur Darstellung der Sklera.

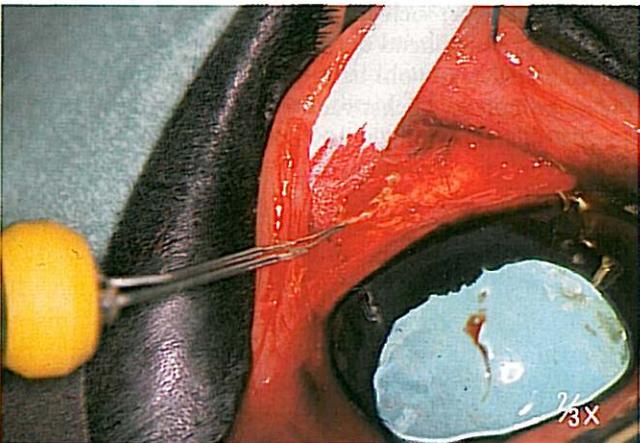


Abb. 3: Türflügelartige Mobilisierung der Konjunktiva und sorgfältige Blutstillung mittels Elektrokauter.

gers (Abb. 1). Meist wurde eine laterale Kanthotomie durchgeführt und der nasal obere Quadrant des Bulbus dargestellt (Abb. 2). Sodann wurde die Bindehaut am Limbus corneae türflügelartig über etwa 10 bis 15 mm eröffnet, der konjunktivale fornixständige Lappen mobilisiert und eine sorgfältige Blutstillung mit einem Elektrokauter vorge-

nommen (Abb. 3). Etwa 10 mm retrolimbär wurde dann eine Sklerotomie durch Stichinzision mit einem Graefemesser (Zielrichtung auf die Bulbusmitte) von etwa 3 mm Länge angelegt (Abb. 4). Das Vitrektomiegerät nach Spitznas (Durchmesser inklusive Infusionskanüle 2 mm, Fa. Storz, Heidelberg) wurde unter binokularer indirekter ophthalmoskopischer Kontrolle (Stirnophthalmoskop, Fa. Keeler, England) vorsichtig in den Glaskörperraum eingeführt (Abb. 5, 6 und 7), wobei eine Läsion der hinteren Linsenkapsel oder eine zeltartige Abhebung der Glaskörperbasis sorgfältig zu vermeiden war.



Abb. 4: 3 mm lange, retrolimbäre Stichinzision mit dem Graefe-Messer (Zielrichtung Bulbusmitte).

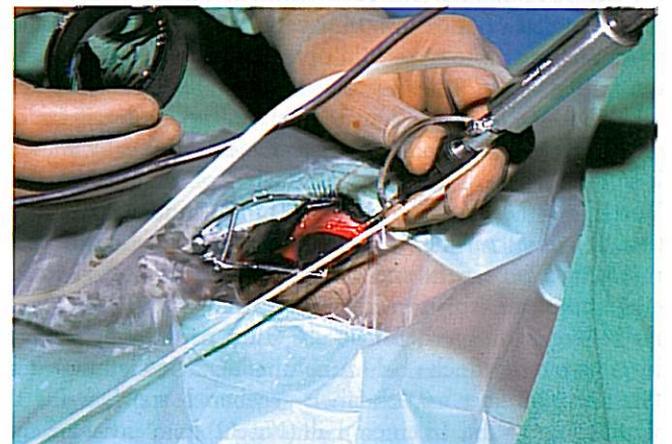
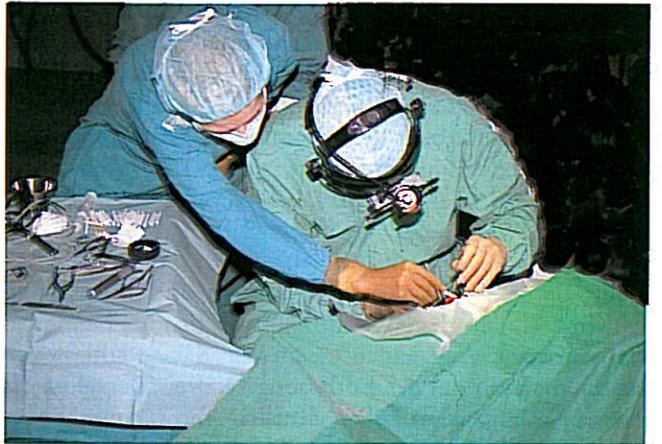


Abb. 5 und 6: Einführung des Vitrektomiegerätes nach Spitznas unter ophthalmoskopischer Kontrolle.

Die Aspiration des Glaskörpers erfolgte manuell durch den Assistenten mit einer 50-ml-Spritze; das abgesaugte Volumen wurde durch eine Infusion mit BSS® (Balanced Salt Solution, Fa. Alcon Pharma GmbH, Freiburg i. Br.) unter Zusatz von 20 mg Gentamicin ersetzt. Die Höhe der Infusionsflasche wurde zur Aufrechterhaltung eines etwa physiologischen Verhältnissen entsprechenden Augeninnendrucks reguliert. Nach Beendigung der Vitrektomie wurde die Sklerotomie am tonisierten Bulbus mittels einer fortlaufenden Rückstichnaht (Abb. 8) und anschließend die Bindehaut am Limbus corneae mit 2 Einzelknüpfnähten (beides mit resorbierbarem Nahtmaterial: 6.0 Vicryl®, Fa. Ethicon, Hamburg) verschlossen (Abb. 9). Naht der Kanthotomiewunde (Abb. 10) und abschließende subconjunctivale Injektion im nasalen unteren Quadranten von Gentamicin/Prednisolon und Applikation von Atropin Augentropfen (1 %) sowie Neomycin/Polymyxin B/Dexamethason Augensalbe (Isopto-Max® Augensalbe, Fa. Alcon). Auf einen Augenverband wurde verzichtet.

Die Patienten erhielten in den ersten 5 Tagen nach der Operation täglich 2×4 mg/kg Körpergewicht Phenylbutazon (Equipalazone®, Fa. Hydro-Chemie), per os, sowie lokal $4-6 \times$ täglich Neomycin/Polymyxin B/Dexamethason Augensalbe (IsoptoMax® Augensalbe, Fa. Alcon, bzw. Corti-Biciron®, Fa. Boehringer Ingelheim Vetmedica, Ingelheim) und Atropin-Augensalbe 1 % bzw. 2 %. Nach dem 6. post-operativen Tag wurde die Behandlung auf 3mal tägliche Applikation von Augensalbe reduziert. Bei der Entlassung wurde den Besitzern empfohlen, dem Patienten bis 3 Wochen nach dem Operationstermin Boxenruhe zu gewähren und beim Auftreten von erneuten Reizerscheinungen die Klinik oder den Haustierarzt zu benachrichtigen.

Ergebnisse

Die operierten Augen der 12 aus der Klinik entlassenen Patienten waren bei der Entlassung reizfrei. Der Glaskörperraum war in allen Fällen deutlich weniger getrübt als bei der Klinikaufnahme oder enthielt nur noch kleinere Schlierenreste. Bei 5 von 14 Augen war der Glaskörperraum zum Entlassungstermin optisch klar. Alle Pferde hatten in den ersten 2 bis 3 postoperativen Tagen eine unterschiedlich stark ausgeprägte Schmerzhaftigkeit der operierten Augen. Bei 11 der 14 operierten Augen war in dieser Zeit ein bis zu bohnen großes fibrinöses Exsudat in der Vorderkammer sichtbar (Abb. 11). Bei einem Patienten (Nr. 8) kam es zu einer leichten Blutung in den Glaskörperraum, und bei einem anderen (Nr. 9) wurde postoperativ eine komplette Ablatio retinae festgestellt, die sich präoperativ wegen der erheblichen Glaskörpertrübung nicht, intraoperativ jedoch bei zunehmender Aufhellung des Glaskörperraumes zu erkennen gegeben hatte. Das Pferd wurde abgeschafft. In einem Fall (Nr. 12) kam es bei erheblicher uveitischer Glaskörpertrübung und dadurch mangelhafter optischer Kontrolle des Vitrektomiegerätes nach

Touchieren der hinteren Linsenkapsel zu einer zunächst umschriebenen Linsentrübung, die möglicherweise eine Cataractextraktion in einem zweiten Eingriff erforderlich machen wird.

Bei Nachkontrollen in der Klinik oder durch die Haustierärzte zeigten sich 9 operierte Augen normal tonisiert bzw. die Augen mit präoperativ existierenden Synechien (Nr. 5 und 10) geringfügig hypotonisch. In keinem Fall hatte die Trübung der brechenden Medien oder der intraokuläre Reizzustand zugenommen. Der Glaskörperraum war in 9 Fällen klar bzw. wies bei Patient Nr. 1 und Nr. 3 kleinste, teils flottierende, fädige Trübungen auf. Nach Auskunft der Tierbesitzer und der Haustierärzte sind bisher in keinem Fall akute Reizerscheinungen an den operierten Augen aufgetreten.

Diskussion

Für diese bereits seit fast 2300 Jahren unter dem Namen Mondblindheit bekannte Krankheit gibt es eine Fülle von Synonyma: periodic ophthalmia, Panophthalmitis infectiosa (toxica) recidiva equi, recurrent lymphocytic iridocyclitis, serofibrinöse Iridocyclochorioiditis, Iridocyclochorioiditis recidiva equorum etc. Zu dieser terminologischen Konfusion kommt in Deutschland noch der auf eine Kaiserliche Verordnung vom 27. 3. 1899 zurückgehende Begriff des Hauptmangels „periodische Augenentzündung“. Die für Pferdezüchter und -käufer wichtige juristische Definition dieses Hauptmangels umfaßt alle Zustände, bei der eine „auf inneren Einwirkungen beruhende entzündliche Veränderung an den inneren Organen des Auges“ vorliegt. Der forensische Begriff „periodische Augenentzündung“ ist wegen der diagnostischen Unschärfe zur Verwendung im klinisch-ophthalmologischen Schrifttum ungeeignet und sollte durch den exakteren Terminus der equinen rezidivierenden Uveitis (ERU) ersetzt werden, der sich im anglo-amerikanischen Sprachraum bereits weitgehend durchgesetzt hat.

Uveitiden stellen sowohl beim Menschen als auch bei Tieren eine komplexe, höchst variable Krankheitsgruppe weitgehend unklarer Ätiologie dar. Die Hypothese, daß es sich

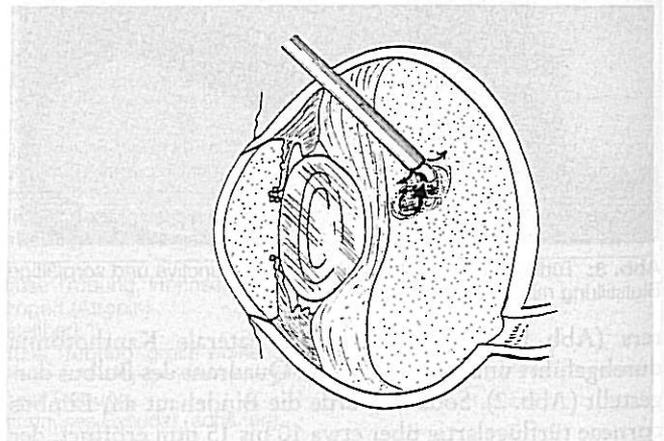


Abb. 7a: Position des Vitrektomiegerätes im Glaskörperraum, schematische Abbildung.

bei der Uveitis um eine Autoimmunerkrankung handeln könne, wurde 1911 von *Elschnig* für die sympathische Ophthalmie des Menschen erstmals begründet. Seit mehr als 20 Jahren wird intensiv nach Beweisen für die vermutete Immunpathogenese der endogenen Uveitis von Mensch und Tier gesucht, was durch die Vielzahl von Krankheiten bzw. Noxen erschwert wird, die möglicherweise eine wichtige Rolle bei der Auslösung der okulären Entzündung spielen können. Das Auge nimmt unter immunologischen Gesichtspunkten im Vergleich zu anderen Organen eine Sonderstellung ein: Große Teile (z. B. die avaskuläre Hornhaut und der Glaskörper) sind vom Immunsystem anatomisch weitgehend isoliert, während die Uvea zu den am besten perfundierten Geweben des Gesamtorganismus gehört und wegen ihres Gefäßreichtums für immunologische und entzündliche Reaktionen besonders empfänglich ist. Bei Uveitiden sowohl des Menschen als auch des Pferdes wurde pathohistologisch eine lymphocytäre Infiltration der Uvea festgestellt. Beim Menschen handelt es sich dabei vorwiegend um T-Zellen (Helfer- und Suppressorzellen), weniger um B-Zellen und Plasmazellen, die in Kontrollaugen nicht gefunden werden konnten (*Stevens et al.*, 1987). Zur Differenzierung der Lymphozyten beim Pferd werden monoklonale Antikörper entwickelt (*Wyatt et al.*, 1988). Auch bei der (tier-)experimentellen allergischen Uveitis (EAU) überwiegen die T-Zellen, was auf eine zelluläre Immunreaktion (Typ IV) hinweist. Nach intraokulären Entzündungen fand sich an den Gefäßendothelien des inneren Auges und an retinalen Pigmentepithelzellen eine vermehrte Expression von Klasse-II-Antigenen (*Ming et al.*, 1988), was auf eine gesteigerte immunologische Reaktionsbereitschaft der Augengewebe schließen läßt. Die Expression von Klasse-II-Antigenen kann das primäre Ereignis bei der Auslösung autoimmuner Reaktionen sein. Durch Antigenpersistenz nach einem entzündlichen Schub vermag es unter im einzelnen noch weitgehend ungeklärten besonderen Bedingungen zum Uveitisrezidiv kommen. Vielleicht ist auch die Anhäufung von immunkompetenten „memory-cells“ am Ort der primären immunologischen Entzündung und spätere Aktivierung dieser Zellen durch das Antigen für das Rezidiv der immunologischen Entzündung verantwortlich. Diese Theorie wird durch die bereits nach einem einzigen Uveitisschub im Uvealtrakt nachweisbaren Lymphocytenaggregationen unterstützt (*Jones und Hunt*, 1983; *Stevens et al.*, 1987).

Der entzündliche Prozeß in der Uvea führt zu einem Zusammenbruch der physiologischen Blut-Retina-Schranke mit daraus resultierender Permeabilitätssteigerung der okulären Gefäße und Einstrom von zellulären Elementen und humoralen Faktoren in den Glaskörperraum. Zur Bildung von Glaskörpertrübungen tragen viele Zelltypen bei: fibröse Astrocyten, Fibrocyten, Myofibroblasten, Makrophagen, verschiedene Entzündungszellen und Hyalocyten (*Hultsch*, 1979). Neben den Hyalocyten können auch die anderen genannten Zelltypen an der Bildung kollagener Glaskörpertrübungen beteiligt sein. Eine Glaskörpertrübung kann bei rezidivierenden Iridocyclitiden infolge eines „posterior spillover“ von entzündlichen Zellen, Fibrin, oder anderen Entzündungsprodukten vom

Ciliarkörper in den Glaskörper auftreten. Nach einer einzigen iridocyclitischen Episode können Entzündungszellen im Glaskörper noch monatelang nachweisbar bleiben. Bei langsamer Clearance der Entzündungszellen kann es so bei einer chronischen Iridocyclitis zu einer zunehmenden Glaskörpertrübung kommen (*Diamond und Kaplan*, 1978). Als Auslöser der ERU wurden im Laufe der Jahre Leptospirose und Onchocercose, virusbedingte Infektionen, Toxoplasmose, Brucellose, Salmonellose, Streptokokken-Hypersensibilität oder Spirochätose (*Burgess et al.*, 1986) genannt und mit inkonsistentem Erfolg an erkrankten Pferden nachgewiesen. Wegen der häufig fehlenden Identifikation des auslösenden Agens stützt sich die Therapie der Uveitiden seit mehreren Jahrzehnten auf die relativ unspezifische Suppression der lokalen oder systemischen Immunreaktionen durch Kortikosteroide. Die bei der Uveitis des Menschen in besonders problematischen Fällen zusätzlich eingesetzten zytostatischen Immunsuppressiva (z. B. Cyclophosphamid) oder das aus der Transplantationschirurgie bekannte Cyclosporin A, das weitgehend selektiv die Aktivität der T-Helferzellen supprimiert, spielen wegen der nicht unerheblichen Nebenwirkungen sowie der Applikations- und Dosierungsprobleme bei der Therapie der ERU auch im klinischen Alltag keine wesentliche Rolle.

Bis vor kurzer Zeit gab es kaum Veröffentlichungen über chirurgische Interventionen bei Patienten mit Uveitiden. Ausschlaggebend waren dafür neben dem ausbleibenden Erfolg auch das Fehlen spezieller Operationstechniken oder auch nur wesentlicher Modifikation üblicher Standardverfahren, um den Hauptkomplikationen Glaucom, Ablatio retinae oder Glaskörpertrübungen bei Uveitispatienten begegnen zu können.

Machemer et al. (1971) ermöglichten mit der Entwicklung eines funktionierenden Vitrektomie-Instrumentariums erstmals die direkte Excision des Glaskörpergels. Neben der Möglichkeit, mit bis dahin nicht gekannter Sicherheit und Präzision die operative Revision u. a. auch von Uveitiskomplikationen durchzuführen, ergab sich die Möglichkeit der therapeutischen Beeinflussung des uveitischen Entzündungsprozesses. Der etwa $\frac{2}{3}$ des intraokularen Volumens einnehmende Glaskörper stellt ein solides, transparentes Gel dar, das zu 99 % aus Wasser und zu 1 % aus löslichen Proteinen, Hyaluronsäure und anorganischen Salzen und einem nur geringen zellulären Anteil besteht. Den Hauptanteil der macromolekulären Proteine bildet das Glaskörperkollagen, das nicht verzweigt oder vernetzt ist und ein lockeres Gerüst bildet, in dem die Fibrillen sich relativ leicht zueinander verschieben können. Die Hohlräume zwischen den Kollagenfibrillen werden durch Hyaluronsäure ausgefüllt, die das Fasergerüst stabilisiert (*Balasz*, 1961) und zudem die Lichtbrechung durch das kollagene Netzwerk vermindert (*Balasz und Gibbs*, 1970). Der Hyaluronsäure wird außerdem auch eine Funktion als Diffusionsbarriere zwischen Glaskörperraum und dem Kapillarbett der Netzhaut zugeschrieben (*Balasz*, 1960).

Im äußeren Glaskörperbereich sind die kollagenen Fibrillen mit einem Komplex mehrschichtiger Basalmembranen und Zellfortsätze von benachbarter Netzhaut bzw. Ciliar-

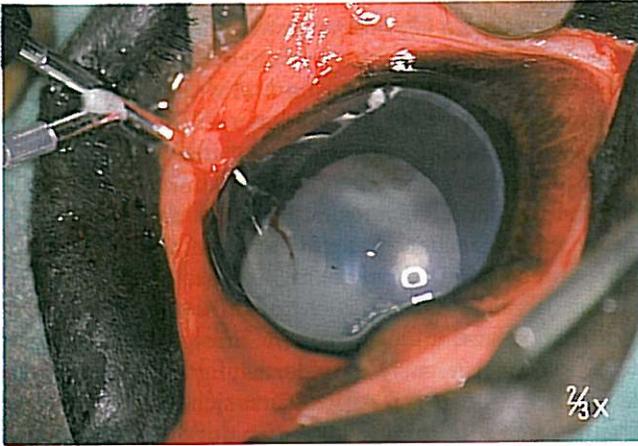


Abb. 7b: Vitrektomiegerät in situ

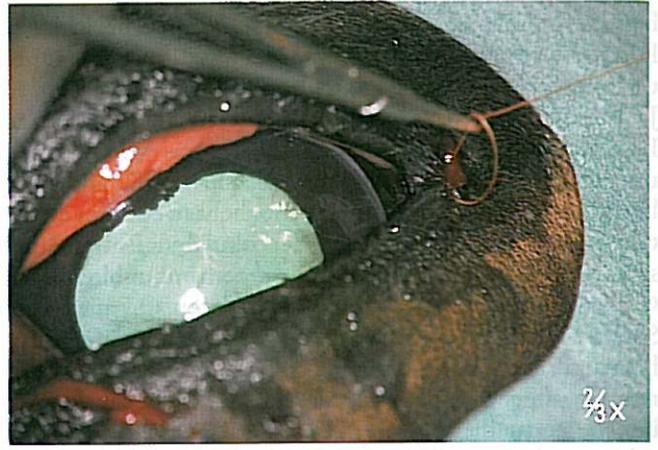


Abb. 10: Verschluss der Kanthotomiewunde.

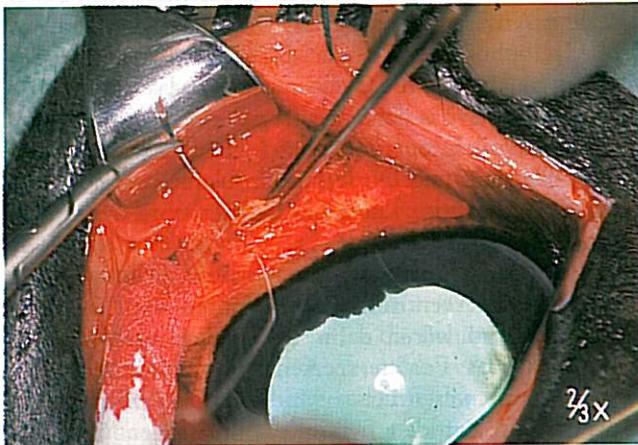


Abb. 8: Naht der Sklerotomiewunde mittels fortlaufender Rückstichnaht.

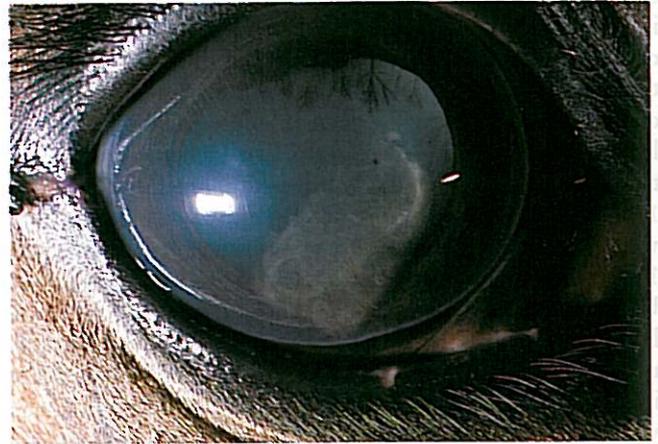


Abb. 11: Postoperativer fibrinös-hämorrhagischer Erguß in der vorderen Augenkammer. Vollständige Resorption innerhalb einer Woche.

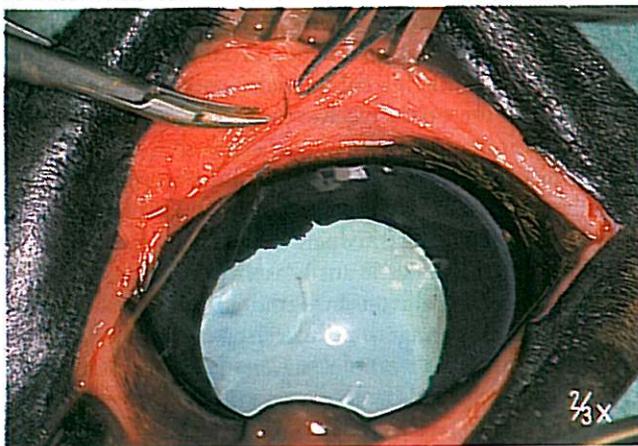


Abb. 9: Fixation der mobilisierten Konjunktiva am Limbus corneae durch Einzelknopfnähte.

körperepithel verwoben, wodurch im Bereich der Glaskörperbasis eine feste Anheftungszone entsteht (Fine und Yanoff, 1972). Mechanischer Zug an der Glaskörperbasis, z. B. durch Kontraktion entzündlich veränderter Kollagenstrukturen oder durch inadäquate Operationstechniken (Versuch der einfachen Glaskörperaspiration) kann periphere Netzhautrisse mit nachfolgender Ausbildung einer Ablatio retinae hervorrufen (Hultsch, 1979), und zwar mit

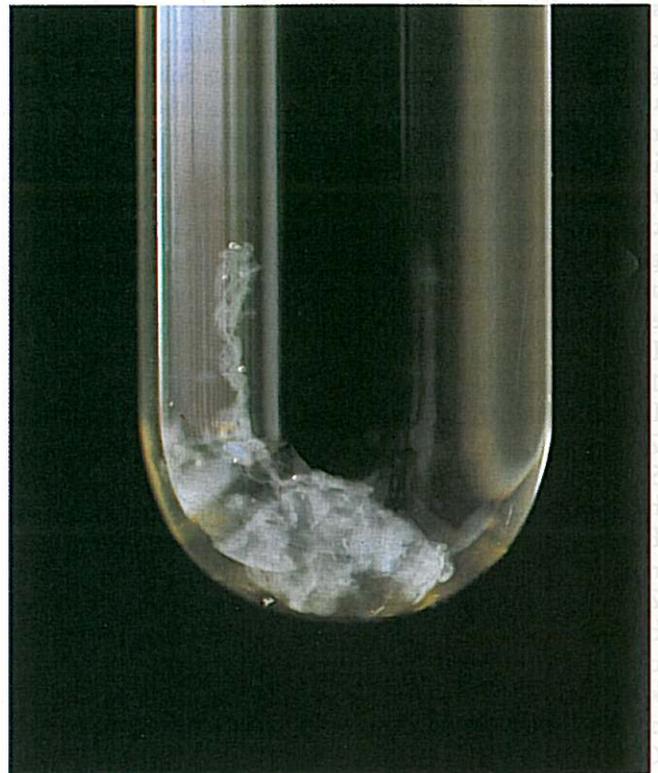


Abb. 12: Durch Vitrektomie gewonnenes Glaskörpermaterial und Fibrin, im Reagenzglas wieder koaguliert.

einer Häufigkeit, die den bis zum Beginn der Vitrektomie-ära (*Machemer et al.*, 1971) anhaltenden Ruf von der Inoperabilität des Glaskörpers begründete.

Sowohl bei exogenen Uveitiden (z. B. bakterieller, mykotischer oder viraler Endophthalmitis; *Tavakolian et al.*, 1981), als auch bei endogenen Uveitisformen kann die Indikation zur diagnostischen Vitrektomie gegeben sein (*Baarsma et al.*, 1991) und u. U. erst durch die Analyse der lokalen Antikörperproduktion eine differenzierte medizinische Therapie ermöglichen. In vielen Fällen ist die Vitrektomie jedoch auch als therapeutische Intervention anzusehen. In der Human-Ophthalmologie gibt es seit einigen Jahren Hinweise für die therapeutische Wirksamkeit der Vitrektomie bei verschiedenen uveitischen Syndromen (*Heimann*, 1986; *Werry und Honegger*, 1987). Langbestehende Trübungen des Glaskörpers oder Glaskörperstränge sowie Entzündungsprodukte oder -mediatoren können durch die Vitrektomie aus dem kollagenen Maschenwerk des Glaskörpers entfernt werden, das ein ideales Gerüst für Akkumulation und Persistenz verschiedener zellulärer und organischer Mediatoren akuter und chronischer Entzündungen darstellt. Durch die Entfernung des Glaskörpergerüsts und der ihm anhaftenden Zellen (Abb. 12) kann immunkompetentes Material entfernt werden, was *Klōti* (1988) sehr plastisch als „Entfernung des immunologischen Gedächtnisses“ bezeichnet hat. Zusätzlich resultiert nach einer Vitrektomie eine Verbesserung der intraokulären Flüssigkeitsdynamik: Entzündungszellen und -produkte, die das hintere Augensegment über den Ciliarkörper erreicht haben, können nun durch den wassergefüllten Glaskörperraum frei zu den Abflüßwegen im vorderen Augensegment zirkulieren und so mit dem Kammerwasser den Bulbus verlassen. Trotz einer u. U. noch geringgradig aktiven Iridocyclitis bleibt der Glaskörperraum meist für lange Zeit optisch klar.

Das von *Machemer et al.* (1971) entwickelte „VISC“-Gerät (Vitreous-Infusion-Suction-Cutter) vereint 3 Funktionen in einem Handstück und entspricht in wesentlichen Konstruktionsmerkmalen dem von uns verwandten Vitrektomiegerät nach Spitznas, das jedoch anstelle des ursprünglich benutzten rotierenden Schneidsystems ein oszillierendes, selbstschärfendes Messer zur Durchtrennung der Glaskörperstrukturen besitzt, aber ebenfalls nur eine Sklerotomie erfordert. Während sich im Laufe der Jahre in der Humanophthalmologie eine Trennung von Infusionsline und Vitrektomiegerät sowie die zusätzliche Verwendung einer Glasfaseroptik zur reflexfreien Endoillumination des Bulbus durchgesetzt hat, was drei separate Sklerotomien erforderlich macht, haben wir uns u. a. aus logistischen Gründen zunächst noch zur Durchführung der Vitrektomie in der klassischen, von *Machemer* und *Aarberg* auch noch 1979 favorisierten „one-instrument-technique“ entschlossen, bei der nur eine Sklerotomie erforderlich ist.

Die endochirurgische Operationstechnik in einem von sehr empfindlichen Strukturen (Retina, Sehnerv, Linse) umgebenen Raum birgt naturgemäß auch eine Reihe von Komplikationsmöglichkeiten. Infolge einer direkten Traumatisierung der Linse durch das Vitrektomiegerät, durch

toxische Effekte der Irrigationslösung und/oder durch einen verlängerten postoperativen Kontakt mit einer intraokularen Gasblase kann eine Kataractbildung auftreten.

Eine direkte Traumatisierung der hinteren Linsenkapsel durch das Vitrektomiegerät ist beim menschlichen Auge bei einem geübten Operateur selten und tritt eigentlich nur bei Entfernung direkt retrolental gelegener Glaskörpertrübungen auf. Bei der Vitrektomie des Pferdes muß jedoch auch in der Hand eines versierten Operateurs grundsätzlich mit einer höheren Rate an Linsenkontakten und nachfolgender Linsentrübung gerechnet werden, da die optische Kontrolle bei Fehlen von OP-Mikroskop und Endoillumination derzeit gegenüber den Möglichkeiten in einem humanophthalmologischen Operationsaal doch eingeschränkt ist.

Die Zusammensetzung der Irrigationslösung ist besonders bei langdauernden Operationen ein wichtiger Faktor für die Aufrechterhaltung der optischen Transparenz der Linse. Nach Möglichkeit sollte eine angewärmte BSS®-Lösung oder eine Ringerlaktat-Lösung mit 5 % Dextrosezusatz verwandt werden (*Michels*, 1981). Bei Verwendung von schlecht wasserlöslichen, nur langsam aus dem Glaskörperraum resorbierten Gasen (etwa zur Therapie oder Prophylaxe einer Ablatio retinae) muß ebenfalls mit dem Auftreten von Linsentrübungen gerechnet werden (*Werry und Brewitt*, 1983).

Komplikationen durch die Inzision im Bereich der Pars plana des Ziliarkörpers sind in der Humanophthalmologie selten. Wegen der nicht einfach auf das Pferdeauge zu übertragenden topographischen Verhältnisse muß rein theoretisch zunächst mit einer höheren Komplikationsrate gerechnet werden, bis durch ausreichende Erfahrung und zusätzliche Untersuchungen eine vergleichbare Standardisierung des operativen Zugangs zum equinen Glaskörper erreicht ist. Eine Verletzung der Retina kann bei zu weit posterior angelegter Sklerotomie, bei starker Traktion an der Glaskörperbasis, bei vorbestehender Ablatio retinae oder infolge von Netzhautinkarzeration im Sklerotomiebereich während der Entfernung des Vitrektomiegerätes eintreten. Dieser Gefahr kann in der Regel durch eine vorsichtige Absenkung des intraokularen Druckes vor Entfernung des Instruments aus dem Auge begegnet werden. Fibröse bzw. fibrovaskuläre Proliferationen im Rahmen normaler Wundheilungsvorgänge, die zu Traktionsbildung an der peripheren Netzhaut oder gar zu Glaskörperblutungen führen können, sind sehr selten.

Intraoperative Blutungen stellen gerade bei Pferden ernst zu nehmende Komplikationen dar, da wegen der relativ großen Gefäße eine suffiziente Hämostase schwierig sein kann. Neben Blutungen aus dem Ziliarkörper kann es bei Läsionen der Aderhaut zu stärkeren Blutungen kommen. Bei iatrogenen Läsionen ausschließlich der pauci-vasculären equinen Retina ist dagegen mit ernsteren Hämorrhagien nicht zu rechnen. Tritt eine stärkere, zudem nicht exakt lokalisierbare Blutung während der Operation auf, kann bei der in einem Pferde-OP in der Regel fehlenden Möglichkeit zur endoskopischen bipolaren Diathermie oder Endolaserkoagulation über eine Steigerung des intraokularen Druckes durch Erhöhung der Irrigationslösung über

die üblichen 50 bis 75 cm Wassersäule hinaus, bei gleichzeitiger Unterbrechung der Absaugung für 3 bis 4 Minuten eine Blutstillung erreicht werden.

Netzhautläsionen und nachfolgende Ablatio retinae sind ernste und relativ häufige Komplikationen der Glaskörperchirurgie. Neben der direkten Traumatisierung durch das Vitrektomiegerät kann ein Netzhautriß durch Traktion in Arealen vitreoretinaler Adhäsion besonders im Bereich der Glaskörperbasis auftreten. Auch für einen geübten Operateur ist die unrunde Konfiguration des Pferdeauges gewöhnungsbedürftig, so daß zunächst mit einer höheren Komplikationsrate als den 2 % beim Menschen (Faulborn et al., 1978) gerechnet werden muß. Zudem erfolgt wegen der Gefäßarmut die Versorgung der equinen Retina praktisch ausschließlich von der Aderhaut aus, so daß eine Ablatio retinae schnell zu einer irreversiblen Schädigung der Sinnesepithelzellen führt und somit anders als beim Menschen eine operative Revision der Netzhautablösung funktionell nur selten einen Sinn machen dürfte, wodurch die Bedeutung einer akzidentellen Netzhautperforation deutlich an Gewicht zunimmt. Eine postoperativ aufgetretene Ablatio retinae kann aber nicht nur von iatrogen verursachten Netzhautläsionen, sondern auch von postoperativ neu entstandenen Netzhautforamina oder von Traktionen (durch residuale Glaskörper oder epiretinale Membranen) ausgehen. Eine sorgfältige postoperative Kontrolle des Augenhintergrundes ist daher unumgänglich, wenngleich diese durch die von uns beim Pferd beobachtete stärkere postoperative fibrinöse Exsudation erschwert wird.

Die Phthisis bulbi als Endzustand einer schweren Uveitis oder nach komplizierter Vitrektomie ist charakterisiert durch Hypotonie, intraoculäre Narbenbildung, Desorganisation und Schrumpfung des Bulbus. Sie stellt meist eine sekundäre Komplikation z. B. nach chronischer i. o. Blutung und Hämosiderose dar. Bei beginnender Phthisis infolge Ausbildung einer zyklitischen Membran kann die Exzision dieser Membran zu einer Wiederanlegung des Ziliarkörpers, Normalisierung des Augeninnendruckes und damit zur Beendigung des Schrumpfungsprozesses führen. Wir sehen dann eine Indikation zur Vitrektomie, wenn es trotz maximaler medikamentöser Therapie zu einer Befundverschlechterung kommt. Von besonderer Bedeutung ist, daß eine Bulbushypotonie, die u. U. eine beginnende Phthisis bulbi ankündigt, nicht als Kontraindikation, sondern im Gegenteil als eine besondere Indikation zur Vitrektomie anzusehen ist. Die Hypotonie ist Folge einer Abhebung des Corpus ciliare durch im Laufe des Entzündungsprozesses entstandene zyklitische Membranen, die bei der Vitrektomie entfernt werden können, wodurch eine Normalisierung des i. o. Druckes erreicht und die drohende Schrumpfung des Augapfels oft noch abgewandt werden kann.

Die Vitrektomie sollte lediglich auf die Entfernung zentraler, geformter Glaskörperanteile ausgerichtet sein, eine totale Glaskörperentfernung ist weder erforderlich noch wünschenswert, da sowohl eine Touchierung der hinteren Linsenkapsel (Kataraktbildung) als auch eine vermehrte Traktion an peripherer Netzhaut und Glaskörperbasis wegen der Gefahr der nachfolgenden Amotio retinae ver-

mieden werden sollte. Die Belassung einer peripheren Glaskörperschürze ist daher zu empfehlen.

Der Eingriff wird nicht nur vom Menschen, sondern nach unseren Erfahrungen auch vom Pferd gut toleriert: bedrohliche postoperative Entzündungen, Phthisis oder andere Komplikationen traten nicht auf. In der Regel ist mit einer Exazerbation der ERU infolge der chirurgischen Intervention nicht zu rechnen, dennoch sollte die Entzündung vor der Operation durch eine lokale und evtl. zusätzliche periculäre Steroidmedikation möglichst gut therapiert werden.

Die Erfolgsaussichten der Vitrektomie bei humaner Uveitis können wegen der erheblich größeren Erfahrung bereits differenzierter betrachtet werden: Sie sind bei der intermediären Uveitis besser als bei der nur das hintere Augensegment betreffenden posterioren Uveitis (Werry und Honegger, 1987); die Uveitis stellt insgesamt jedoch eine der erfolgreichsten Indikationen zur Vitrektomie dar. Angesichts des bisher nur kleinen von uns operierten Pferdekollektivs sind derartige exakte prognostische Beurteilungen des Operationserfolges derzeit noch nicht möglich. Immerhin scheint die Vitrektomie bei der ERU in den Fällen indiziert zu sein, in denen trotz intensiver medikamentöser Therapie eine Befundbesserung nicht zu registrieren ist oder sich sogar eine Befundverschlechterung abzeichnet.

Unabdingbare Voraussetzung für eine erfolgreiche Vitrektomie am Pferd ist neben dem erforderlichen glaskörperchirurgischen Instrumentarium (eine einfache Aspiration des Glaskörpers ist wegen der komplexen fibrillären Struktur und der peripher sehr festen Anheftung an der Netzhaut nicht möglich) ein in der Vitrektomie erfahrener Operateur, befindet sich doch während des gesamten Eingriffs das Vitrektomiegerät in unmittelbarer Nähe so vulnerabler Strukturen wie Netzhaut, Sehnerv und Linse mit der höchst unerfreulichen Gefahr iatrogenen Komplikationen (Netzhautriß oder -blutung, Ablatio retinae, Katarakt). Unter Betrachtung dieser Voraussetzungen kann die Vitrektomie bei der ERU zu einer stabilen Visusbesserung führen und die Dynamik des uveitischen Prozesses günstig beeinflussen.

Literatur

- Abrams, K. L., und Brooks, D. E. (1990): Equine recurrent uveitis: current concepts in diagnosis and treatment. *Equine Practis* 12 (7), 27-35.
- Balasz, E. A. (1960): Physiology of the vitreous body. In: Schepens, C. L. (Ed.): Importance of the vitreous body in retina surgery with special emphasis on reoperation. CV Mosby Co., St. Louis, pp 29-48.
- Balasz, E. A. (1961): Molecular morphology of the vitreous body. In: Smelser, G. K. (Ed.): The structure of the eye. Academic Press, New York, pp 293-310.
- Balasz, E. A., und Gibbs, D. A. (1970): The rheological properties and biological function of hyaluronic acid. In: Balasz, E. A. (Ed.): Chemistry and molecular biology of the intercellular matrix. Academic Press, New York, 1241-1254.
- Burgess, E. C., Gillette, D., und Pickett, J. P. (1986): Arthritis and panuveitis as manifestations of Borrelia burgdorferi infection in a wisconsin pony. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 189 (10), 1340-1342.
- Cross, R. S. N. (1966): Equine periodic ophthalmia. *Vet. Rec.* 78, 8-13.
- Diamond, J. G., und Kaplan, H. J. (1978): Lensectomy and vitrectomy for complicated cataract secondary for uveitis. *Arch. Ophthalmol.* (Chicago) 96, 1798-1801.

- Elshnig, A.* (1911): Studien zur sympathischen Ophthalmia. Die antigene Wirkung des Augenpigments. *Graefes Arch. Ophthalmol.* 76, 509-546.
- Faulborn, J., Conway, B. P., und Machemer, R.* (1978): Surgical complications of pars plana vitreous surgery. *Ophthalmology* 85, 116-118.
- Fine, B. S., und Yanoff, M.* (1972): *Ocular histology: a text and atlas.* Harper & Row Publ., New York, pp 110-127.
- Heimann, K.* (1986): Pars plana vitrectomy in chronic uveitis. In: Blankenship, G. W., Stirpe, M., Gonvers, M., und Binder, S. (Eds): *Basic and advanced vitreous surgery.* Fidia Research Series, Vol. II, Liviana Press, Padova, pp 173-175.
- Hines, M. T.* (1984): Immunological mediated ocular disease in the horse. *Vet. Clin. of North America: Large Animal Practice* 6 (3), 501-512.
- Hultsch, E.* (1979): Vitreous structure and ocular inflammation. In: Silverstein, A. M., Michels, R. G., Green, W. R., et al. (Eds): *Immunology and Immunopathology of the Eye.* Masson, New York, pp 97-102.
- Jones, T., und Hunt, R.* (1983): Equine periodic ophthalmia. In: *Veterinary Pathology.* Lea & Febiger, Philadelphia, pp 1698-1701.
- Klötli, R.* (1988): Pars plana Vitrektomie bei chronischer Uveitis. *Klin. Mbl. Augenheilkd.* 192, 425-429.
- Lavach, J. D.* (1987): *Handbook of Equine Ophthalmology.* Giddings Publishing, Ft. Collins.
- Lavach, J. D.* (1990): *Large Animal Ophthalmology.* Vol. 1, CV Mosby, St. Louis, pp 162-171.
- Machemer, R., und Aaberg, T. M.* (1979): *Vitrectomy.* Grune & Stratton, New York.
- Machemer, R., Buettner, H., und Norton, E. W. D.* (1971): Vitrectomy, a pars plana approach. *Trans. Am. Acad. Ophthalmol. Otolaryngol.* 75, 813-815.
- Matthews, A. G., und Handscombe, M. C.* (1983): Uveitis in the horse. A review of the aetiological and immunopathological aspects of the disease. *Equine vet. J.* (Suppl. 2), 61-64.
- Michels, R. G.* (1986): *Vitreous Surgery,* CV Mosby, St. Louis.
- Ming, N., Chan, C. C., Nussenblatt, R. B., und Mao, W.* (1988): Iris inflammatory cells, fibronectin, fibrinogen and immunoglobulin in various ocular diseases. *Arch. Ophthalmol.* (Chicago) 106, 392-395.
- Roberts, S. J.* (1982): Comments on equine leptospirosis. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 155, 442-445.
- Stevens, G., Chan, C. C., Wetzig, R. P., Nussenblatt, R. B., und Palestine, A. G.* (1987): Iris lymphocytic infiltration in patients with clinically quiescent uveitis. *Am. J. Ophthalmol.* 104, 508-515.
- Tavakolian, U., Paulmann, H., und Heimann, K.* (1981): Die Pars-plana-Vitrectomie in der Behandlung der bakteriellen und mykotischen Endophthalmitis. *Ber. Dtsch. Ophthalmol. Ges.* 78, 253-257.
- Werry, H., und Brewitt, H.* (1983): Kataraktbildung nach intravitrealer Injektion von SF₆-Gas. *Klin. Mbl. Augenheilkd.* 182, 331-333.
- Werry, H., und Honegger, H.* (1987): Pars-plana-Vitrectomie bei chronischer Uveitis. *Klin. Mbl. Augenheilkd.* 191, 9-12.
- Wyatt, C. R., Davis, W. C., McGuire, T. C., und Perryman, L. E.* (1988): T-lymphocyte development in horses. I. Characterization of monoclonal antibodies identifying three stages of T-lymphocyte differentiation. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 18, 3-18.

Dr. H. Gerhards
Klinik für Pferde der Tierärztlichen Hochschule Hannover
Bischofsholer Damm 15
D-3000 Hannover 1

Kurzreferat

Vorstudie über die Toleranz gesunder Fohlen auf eine leichtverdauliche, enterale Nährstofflösung

(A preliminary study of the tolerance of healthy foals to a low residue enteral feeding solution)

Catharine W. Kohn, D. A. Knight, K. E. Yvochyk-St. Jean, P. A. Scaman und P. R. Ruey (1991)

Equine vet. J. 23, 374-379

Nach einer dreitägigen Akklimationszeit wurden 6 gesunden, mutterlosen Fohlen im Alter von 4 bis 20 Tagen verschiedener Rassen über einen Zeitraum von 7 Tagen 100 Prozent ihres Kalorienbedarfes (geschätzt auf 523 kJ/kg Körpergewicht oder 125 kcal/kg KGW) in Form einer leichtverdaulichen isotonischen Nährstofflösung (LRF) verabreicht. Die Lösung enthielt 4,18 kJ/ml (1 kcal/ml) und war mit Mineralien und Proteinen angereichert, um den geschätzten Bedarf der Fohlen zu decken. Die Lösung wurde mit einem permanent in situ bleibenden Futtertu-

bus verabreicht. Mit 5 der 6 Fohlen konnte die Untersuchung zu Ende geführt werden; der Verlust des 6. Fohlens schien jedoch unabhängig von der Fütterungsmethode zu sein. Die Tiere tolerierten die LRF-Lösung sehr gut. Bei 2 Fohlen waren Anzeichen von Unverträglichkeit zu bemerken, die sich aber auf Blähungen, leichte Tympanie und sehr geringe Bauchschmerzen limitierten und innerhalb der ersten 48 Stunden abnahmen. Sie erholten sich innerhalb von 6 Stunden ohne jegliche Therapie, und die Fütterung konnte wiederaufgenommen werden. Wachstum und Gewichtszunahme waren vergleichbar mit veröffentlichten Daten über gesunde Fohlen, die von ihren Müttern gesäugt worden waren. Der Fütterungstubus konnte ohne Probleme in situ gelassen werden; es gab keine Anzeichen von Dysphagie, Regurgitation oder Unbehagen von seiten der Fohlen.

Diese leichtverdauliche, hyperkalorische, isotonische Nährstofflösung könnte bei der enteralen Fütterung ausgewählter Fohlen, die mindestens 7 Tage alt sind, nützlich sein. Da diese Lösung 20 Prozent mehr Kalorien enthält als Kuhmilch, und 40 Prozent mehr als Pferd milch, ist sie eine effizientere Kalorienquelle pro Volumeneinheit. Dies kann bei kranken oder geschwächten Tieren von großem Vorteil sein. Zudem ist die LRF-Lösung laktosefrei; daher kann sie auch bei Fohlen eingesetzt werden, die sich von einer Enterokolitis erholen und daher Glukosepolymere besser als Laktose tolerieren. Die permanente Intubation erleichtert die forcierte Fütterung und läßt zudem, durch den kleinen Durchmesser des Tubus, eine freiwillige Futteraufnahme risikolos zu.

Eva Pietschmann