

Vergleichend morphologische Spaltlampenuntersuchung des Glaskörpers beim Pferd

Georg Eisner und Eva Bachmann

Augenklinik der Universität Bern (Direktor: Prof. Dr. P. Niesel)

Eingegangen am 8. April 1974

Slit-Lamp Examinations of Unfixed Vitreous in the Horse

Summary. The vitreous of the horse does not show a separation of a cortical and a central zone. The whole vitreous is structurally homogeneous and of low optical density. In young animals the only opacity is found behind the upper third of the lens (retrolental mass). Vitreal tracts develop only in later years. They are found only in the upper half of the globe and correspond to the retrolental mass which is present in the young.

Thus the structure of the vitreous of the horse is very different from that of the human and is not suitable for experiments where structural differences may have a significance.

Zusammenfassung. Der Glaskörper des Pferdes zeigt keine Unterteilung in Rinde und Zentralsubstanz, sondern eine beinahe homogene Struktur von niedriger optischer und struktureller Dichte. Bei jungen Tieren findet sich als einzige Strukturverdichtung eine retrolentale Masse in der oberen Bulbushälfte. Tractus vitreales entwickeln sich erst in späteren Jahren; sie sind fast ausschließlich in der oberen Bulbushälfte lokalisiert, und zwar vorwiegend im Bereich der inzwischen aufgelösten retrolentalen Masse.

Der Pferdeglaskörper ist von dem des Menschen so stark verschieden, daß er sich für Experimente, die Rückschlüsse auf menschliche Verhältnisse erlauben sollen, kaum eignet.

Nachdem in früheren Arbeiten (Eisner u. Bachmann, 1974a, b) der Glaskörper des Menschen, des Rindes und der Katze dargestellt wurde, wird nun beim Pferd ein weiteres Bauprinzip beschrieben.

Insgesamt wurden 9 Augen untersucht in folgenden Altersgruppen: 4 Monate (2 Augen), 5 Monate (1 Auge), 5 Jahre (1 Auge), 12 Jahre (3 Augen, davon 1 Auge mit Amotio retinae, 1 Auge mit Uveitis), 20 Jahre (2 Augen).

Befunde

Die Präparation des Glaskörpers war außerordentlich schwierig, da sich die Netzhaut kaum lösen ließ. Das Glaskörpergel bleibt nur intakt, wenn man das Gewebe des Sehnerven und des unteren Netzhautdrittels an der Glaskörperoberfläche beläßt. Andernfalls wird die Glaskörpergrenzmembran zerstört.

Bauprinzip

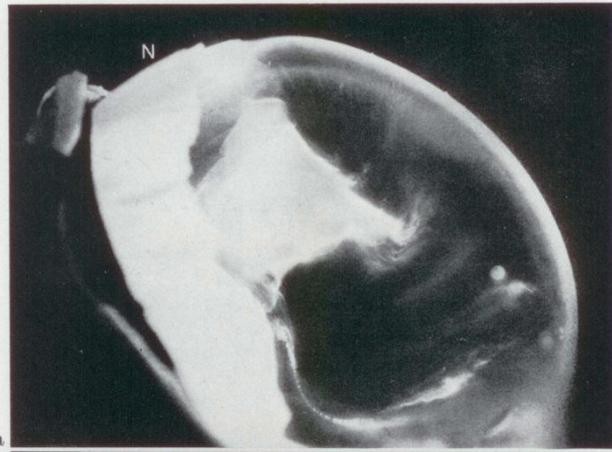
Der Glaskörper des Pferdes findet sich homogen strukturiert, ohne Gliederung in Rinde und Zentralsubstanz. Im Gegensatz zum — ebenfalls homogenen — Glaskörper des Rindes aber ist derjenige des Pferdes wenig konsistent, praktisch flüssig und optisch beinahe transparent. Er entspricht demnach in seinen Eigenschaften der menschlichen Zentralsubstanz.

„*Rindenlücken*“ sind nicht zu sehen. Der Cloquetsche Kanal ist zwar vorhanden; er imponiert aber in seiner ohnehin fast transparenten Umgebung nicht als Hohlraum, sondern vielmehr durch die zarten Verdichtungen seiner Wandung.

In der oberen Hälfte des Glaskörpers existiert eine Struktur, für die wir kein Analogon gefunden haben bei den anderen Tierarten, die im Rahmen dieser Untersuchungsreihe untersucht worden sind: hinter der Linse befindet sich eine unregelmäßig geformte Trübung, die homogen strukturiert und von etwa gleicher Dichte ist wie die menschliche Rinde (Abb. 1). Diese *retrolentale Masse* liegt der oberen Linsenrückfläche auf und zieht von dort nach hinten. Sie verzweigt sich in viele Äste, welche sich z.T. fortsetzen in feinere Fasern, die in radiärer Richtung zur Glaskörperoberfläche ziehen. Diese Fasern verlaufen nach oben und lateralwärts bis ca. zur Horizontalen. Nach unten ziehende Fasern hingegen haben wir nicht beobachtet.

Tractus vitreales existieren zwar, haben aber einen gänzlich anderen Verlauf als bei den bisher beschriebenen Tierarten. Sie bilden nicht die charakteristischen Trichter, die divergierend vom hinteren Pol ciliarkörperwärts ziehen, sondern Membransysteme, die den Glaskörper ungefähr in horizontaler Richtung durchqueren (Abb. 3 u. 4). Sie bestehen aus parallelen, dicht aneinandergelagerten Schichten, die an manchen Stellen so stark gefältelt sind, daß man ihren Verlauf nicht über längere Strecken verfolgen kann. Einzig an ihren vorderen Insertionsstellen

Abb. 1 a—c. Retrolentale Masse bei 4 Monate altem Tier. (a) Optischer Schnitt in der Sagittalebene. Links im Bild erkennt man als weiße Fläche Netzhautreste (*N*), die noch auf dem Präparat belassen wurden. Dahinter ragt der posteriore Linsenpol etwas vor, von dem aus die Residuen des Cloquetschen Kanals zur Papille ziehen. Darüber findet man eine unregelmäßig begrenzte, homogen trübe Masse, die retrolentale Masse. (b) Frontalschnitt durch die retrolentale Masse in den hinteren Abschnitten. Von der retrolentalen Masse gehen Fasern nach oben, was besonders deutlich in der linken Hälfte des Bildes sichtbar wird, wo diese Fasern stark reflektieren. (c) Frontalschnitt durch die vorderen Anteile der retrolentalen Masse. Über der Linse schimmern 2 Zonen durch, die nicht fokussiert sind: der dunkle Ciliarkörper (*CK*) und die gräuliche Netzhaut (*N*). Im Zentrum des Bildes finden wir die homogene retrolentale Masse, die an 2 Stellen durchlöchert ist (dunkle Flecken)



a



b



c

Abb. 1 a—c CK N

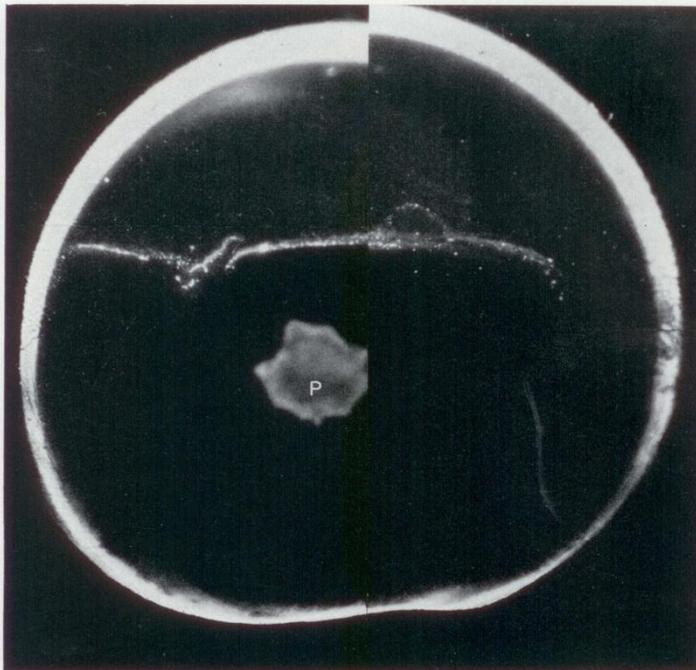


Abb. 2. Optischer Frontalschnitt durch den hinteren Glaskörper eines 5 Jahre alten Tieres (zusammengesetztes Bild). Der Glaskörper ist homogen transparent und erscheint im Bild deshalb dunkel. Im Zentrum sieht man (nicht scharf fokussiert) als graue Fläche die auf dem Präparat belassene Papille. Darüber zieht der unterste der sichtbaren Tractus vitreales in horizontaler Richtung quer durch den Glaskörperraum

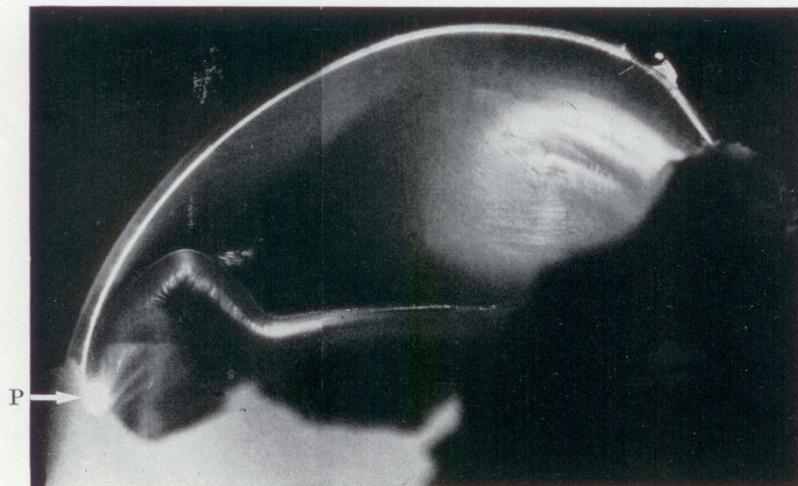


Abb. 3

lassen sich einzelne Systeme isolieren, die an der Ora serrata, am Linsenrand sowie über einem breiten Band zirkulärer Zonulafasern in der Mitte des Ciliarkörpers inserieren, d.h. an den Stellen, denen auch die Tractus der andern Tierarten zugeordnet sind. Wie bei diesen, inserieren auch beim Pferd keine Tractus hinter der Ora serrata.

Gut ausgebildete Tractus vitreales finden sich nur in den oberen Glaskörperabschnitten. Der unterste Tractus zieht in der Horizontalebene mitten durch den Glaskörper (Abb. 2) und unterteilt diesen in eine *obere Hälfte*, die Tractus enthält, und in eine *untere Hälfte*, die optisch praktisch leer ist. Als einzige Strukturen findet man unten den Cloquetschen Kanal sowie einige feine Verdichtungen über dem Ciliarkörper, die man aufgrund ihrer topografischen Zuordnung vielleicht als angedeutete Tractus interpretieren könnte. Eine *vordere Glaskörpergrenzmembran* ist vorhanden (Abb. 4c), und der Glaskörper ist dadurch gegenüber dem prävitrealen Raum scharf abgegrenzt. Die vordere Grenzmembran inseriert etwa in der Mitte des Ciliarkörpers, über den hinteren Extensionen der Ciliarkörperzotten. An dieser Stelle befindet sich ein auffallend breites Band zirkulärer Zonulafasern — offenbar ein Analogon zum *Ligamentum medianum* beim Menschen.

Altersevolution

Der Glaskörper des Fohlens ist homogen strukturiert und besteht aus einem beinahe optisch leeren Raum. Als einzige Struktur findet man (neben den Residuen des Cloquetschen Kanals) die, ebenfalls homogene, trübe retrolentale Masse.

Bei älteren Tieren besteht die retrolentale Masse nicht mehr. An ihrer Stelle liegen die dichtesten Agglomerate der ineinandergefältelten Tractus, die hinter der Linse ein unübersichtliches Konvolut bilden (Abb. 4). Von hier ziehen die „Tractus“ lateralwärts in Richtung zum Ciliarkörper.

Uveitis

In dem Auge, das Zeichen einer Uveitis aufwies, wurde eine völlig andere Anordnung der Glaskörperstruktur beobachtet. Hier waren wiederum trichterförmige Tractus vorhanden, die von der Papille ausgehend

Abb. 3. Optischer Sagittalschnitt durch den Glaskörper eines 12jährigen Tieres (zusammengesetztes Bild). Links unten im Bild Reste der Netzhaut, die auf dem Präparat belassen wurden. In diese einbezogen ist die Papille, die als Gewebeprominenz am linken Bildrand sichtbar wird (*P*). Quer durch den Glaskörper zieht der Tractus vitrealis, der den oberen vom unteren Glaskörper trennt. In der rechten Bildhälfte erscheinen die stark reflektierenden Tractus vitreales, die sich im Bereiche der ehemaligen retrolentalen Masse entwickelt haben

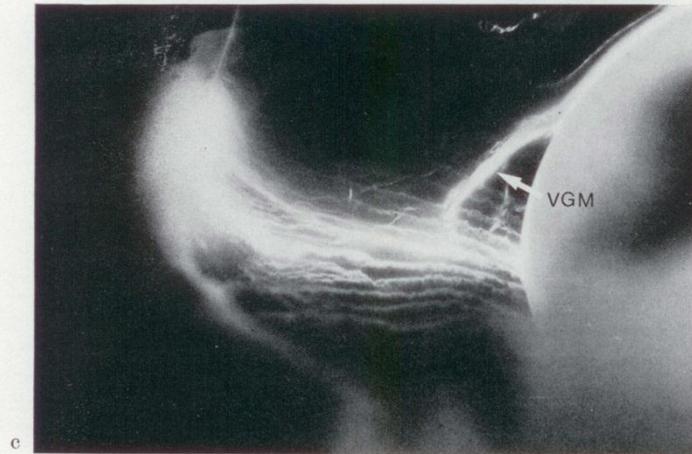
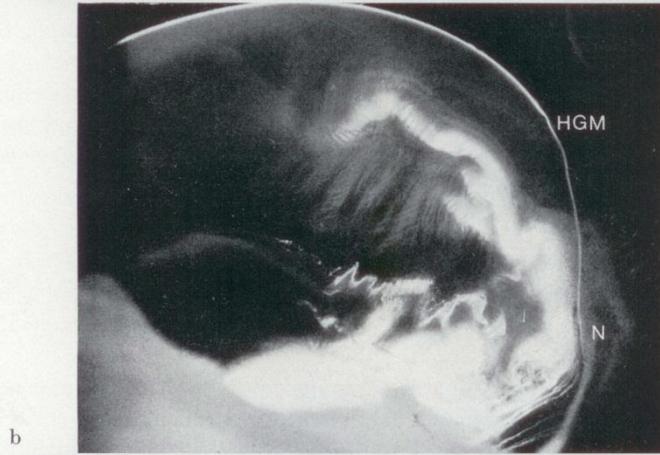
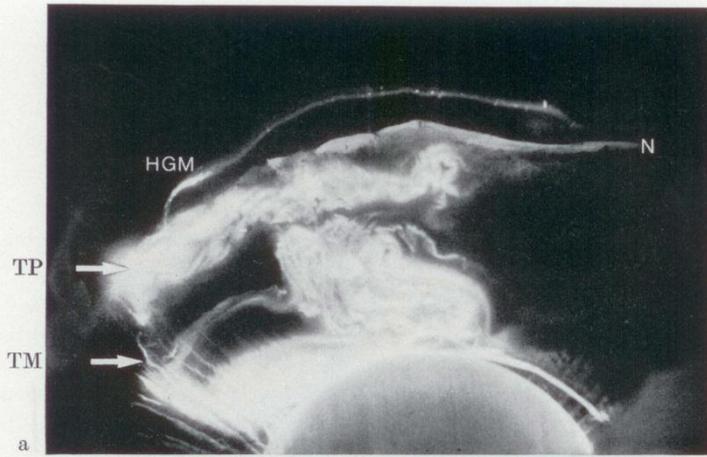


Abb. 4a—c

nach vorne zogen. Ihre vorderen Insertionsstellen in der Ciliarkörpergegend allerdings waren nicht eruierbar, da exsudative Verdichtungen den Einblick verhinderten.

Diskussion

Der Pferdeglaskörper unterscheidet sich wesentlich von den bisher untersuchten Tierarten. Im Gegensatz zum ebenfalls homogen strukturierten Glaskörper des Rindes hat er nur eine geringe Strukturichte, d.h. ist optisch beinahe transparent und in der Konsistenz beinahe flüssig.

Die einzig dichte Formation findet man in einer exzentrisch gelegenen *retrolentalen Masse*, deren Herkunft bisher ungeklärt ist. Aufgrund ihrer Form und Lage kann man sie in keinen Zusammenhang bringen mit embryonalen Formationen des primären oder sekundären Glaskörpers.

Die *Tractus vitreales* entwickeln sich beim Pferd, wie bei den bisher untersuchten Tierarten, erst allmählich im Verlaufe des Lebens. Am stärksten ausgebildet sind sie in der oberen Bulbushälfte, vor allem im Bereich der inzwischen aufgelösten retrolentalen Masse. Die untere Bulbushälfte enthält keine deutlichen Tractus, sondern lediglich einige diskrete Faserverdichtungen, die zu den typischen Insertionsstellen von Tractus ziehen. Möglicherweise ist auch in der unteren Bulbushälfte eine tractusähnliche Gliederung, wenn auch nicht manifest, so doch zumindest präformiert. Dies mag die Beobachtung beim Auge mit Uveitis erklären; hier waren verdichtete Glaskörperlamellen entstanden mit der — bei andern Tieren ja typischen — trichterförmigen Verlaufsform.

Man könnte vermuten, daß in der unteren Bulbushälfte die Tractus als dichtgepackte Lamellen so nahe an der Glaskörperoberfläche gelegen sind, daß sie als Teil der Glaskörpergrenzmembran imponieren. Mit der hier verwendeten Untersuchungsmethode läßt sich dies nicht genau überprüfen, da in der unteren Bulbushälfte die Netzhaut auf der Glaskörper-

Abb. 4a—c. Tractus vitreales bei einem 12jährigen Tier. (a) Frontalschnitt durch die oberen retrolentalen Abschnitte. Über der Linse erkennt man die stark gefalteten und unübersichtlich angeordneten Tractus vitreales im Bereich der ehemaligen retrolentalen Masse. Von hier zieht eine Membranelle in die Gegend des Ligamentum medianum (*TM*). Ein darüberliegendes Tractuskonvolut endet im Bereich des Netzhautrandes (*TP*). *N* Netzhaut, *HGM* Hintere Glaskörpergrenzmembran. (b) Sagittalschnitt durch die obere Glaskörperhälfte. Stark reflektierende Tractusformationen ziehen zum Ciliarkörper. Die Anordnung dieser Tractus ist hier recht unübersichtlich, und die Insertionsstellen lassen sich nicht mit Sicherheit identifizieren. (c) Sagittalschnitt durch die untere Glaskörperhälfte. Rechts im Bild liegt die Linse, von der aus die vordere Glaskörpergrenzmembran (*VGM*) zum Ciliarkörper zieht. Im Bereich der Glaskörperbasis erkennt man keine Tractus, die Glaskörperstruktur ist praktisch homogen

oberfläche belassen werden mußte. Das von dort reflektierte Spaltlicht erschwert die Untersuchung der unmittelbar präretinalen Glaskörperpartien.

Wie dem auch sei, die Konzentration der sichtbaren Tractus in der oberen Bulbushälfte führt zu einer spiegelbild-symmetrischen Anordnung zur Sagittalebene. Das unterscheidet den Pferdeglaskörper wesentlich von den bisher untersuchten Tierarten, die alle eine zentralsymmetrische Struktur aufwiesen.

Infolge der Transparenz des Pferdeglaskörpers lassen sich „Rindenlücken“ nicht nachweisen. Eine präfoveale Lücke ist, da das Pferd keine Fovea besitzt, ohnehin nicht zu erwarten; desgleichen auch keine prävasculären Lücken, weil die Retina gefäßlos ist. Aus optischen Gründen würde man aber im transparenten Glaskörper allfällig vorhandene ebenfalls transparente „Lücken“ nicht erkennen können.

Zusammenfassend ist die Struktur des Pferdeglaskörpers von der des Menschen stark verschieden. Die meisten Formationen, die für den Menschen typisch sind, fehlen. Für experimentelle Untersuchungen, bei denen man Schlüsse auf menschliche Verhältnisse ziehen will, erscheint der Pferdeglaskörper nicht geeignet.

Literatur

Eisner, G., Bachmann, E.: Vergleichend morphologische Spaltlampenuntersuchung des Glaskörpers beim Rind. Albrecht v. Graefes Arch. klin. exp. Ophthal **191** 329—342 (1974a)

Eisner, G., Bachmann, E.: Vergleichend morphologische Spaltlampenuntersuchung des Glaskörpers bei der Katze. Albrecht v. Graefes Arch. klin. exp. Ophthal. **191** 343—350 (1974b).

Priv.-Doz. Dr. Georg Eisner
Augenklinik der Universität
Inselspital
CH-3010 Bern
Schweiz