Die Anatomie des accommodirten Auges.

Mikroskopische
Fixirung des Accommodationsactes.

Von

Dr. L. Heine,
Privatdocenten in Breslau.

Hierzu Taf. I, Fig. 1—5 und 2 Figuren im Text.

(Aus der Universitätsaugenklinik zu Marburg i. H.)

Der Wunsch „Durchschnitte in situ vom accommodirten sowie ruhenden Auge zu gewinnen“ und so „am besten über den Vorgang der Accommodation eine definitive Vorstellung zu erlangen“, wurde zuerst von Hensen und Völckers (1868) ausgesprochen. Mit den Worten jener beiden Autoren leitete ich meine „physiologisch-anatomischen Untersuchungen über die Accommodation des Vogelauges“ ein¹⁾. Es war mir gelungen, das Vogelauge im Zustande der Accommodation zu fixiren und so der mikroskopischen Untersuchung zugänglich zu machen. War somit die Methodik der Untersuchung ausgebildet, so musste von Neuem der Wunsch lebhaft werden, auch vom Menschenauge die entsprechenden Schnitte zu erhalten. Der einzige Weg, der hier vielleicht zum Ziele führen könnte, scheint mir der zu sein, Verbrechern, welche zum Tode verurtheilt sind, Atropin bezw. Eserin zu instilliren und sofort post executionem beide Bulbi zur Fixirung zu enucleiren. Hierzu dürfte jedoch vom Justizministerium die Erlaubniss nicht zu erhalten sein. Aber selbst wenn dieser Versuch ge-

¹⁾ v. Graefe's Arch. f. Ophthalm. XLV. 3. S. 469.

v. Graefe's Archiv für Ophthalmologie. XLIX. 1.

gestattet werden sollte, so ist es immerhin fraglich, ob die dicke menschliche Sklera die Fixationsflüssigkeit schnell genug eindringen lässt. Es ist vielleicht zu fürchten, dass die Binnenmuskulatur bereits in eine Cadaverstellung übergegangen ist, bevor die Flüssigkeit genügend eingedrungen ist. Den Bulbus zu eröffnen und so die Fixirung zu beschleunigen halte ich für principiell falsch.

So versuchte ich es nun mit Neugeborenen. Es standen mir mehrere Neugeborene durch die Güte des Herrn Geheimrath Ahlfeld zur Verfügung, deren einer soeben abgestorben war, deren anderer durch Perforation abgetödtet und entwickelt werden musste. Durch heisse Tücher hielt ich die kleinen Leichen möglichst lange warm, instillirte einerseits Eserin, andererseits Atropin und bekam so wohl noch eine geringe Pupillendifferenz, doch keine Accommodation. Anatomische Verschiedenheiten beider Augen erwartete ich demnach nicht und fand sie auch nicht. Gleichwohl kann man sich skiaskopisch leicht überzeugen, dass Neugeborene bereits über ein ausgiebiges Accommodationsvermögen verfügen (Hess, Entw. und gegenwärtiger Stand der Lehre von der Kurzsichtigkeit, Marburg 1898. S. 3).

Hunde, Katzen und Kaninchen gaben ebenfalls ein durchaus negatives Resultat. Da diese Thiere nach den Untersuchungen von Hess und mir¹⁾ nur ein ganz rudimentäres Accommodationsvermögen besitzen, so ist das nicht befremdlich.

Für Experimente in der gedachten Richtung blieben also nur Affen übrig.

Bei diesen Thieren, welche über ein sehr ausgiebiges Accommodationsvermögen verfügen²⁾, ist es mir nach einigen Mühen in der That gelungen, den Status accommodationis zu fixiren.

Dabei ging ich folgendermaassen vor: der Affe (im

¹⁾ v. Graefe's Arch. f. Ophthalm. XLVI. S. 243.

²⁾ Hess und Heine loc. cit.

Falle, von dem die abgebildeten Präparate stammen, ein 2 bis 3jähriger Javaaffe) wurde durch Aether narkotisirt und dann die Refraction der Augen skiaskopisch bestimmt. Sie betrug beiderseits geringe Hyperopie von ca. 1 D.

Nun wurde L. Eserin, R. Atropin in den für den Menschen üblichen Concentrationen (Eserin $\frac{1}{2}$ ‰ig, Atropin 1 ‰ig) instillirt. Nach 5 Minuten wurde zum zweiten Mal, nach wieder 5 Minuten zum dritten Mal je ein Tropfen der Alkaloidlösung in den Conjunktivalsack eingebracht. Nach ca. $\frac{1}{2}$ Stunde war die Atropinpupille erheblich erweitert, wenn sie auch bei den Affen selten relativ solche Dimensionen annimmt wie beim Menschen. Die Refraction blieb dabei annähernd dieselbe. Die Eserinpupille verengerte sich stark, doch ebenfalls nicht in dem Maasse wie beim Menschen, so dass beim Affen mit Leichtigkeit noch 10, 12 ja 14 D Accommodation nachgewiesen werden konnten.

Nun wurden beide Bulbi mit möglichster Geschwindigkeit nach Resection der Lider enucleirt, in körperwarmer Flemming'sche Mischung gebracht und hierin 24 Stunden im Brütöfen belassen. Nach einigen Stunden Verweilen in der Fixationsflüssigkeit blättert die Sklera gern ab, was indess die Form des Bulbus nicht zu verändern braucht, da die Chorioidea zusammen mit den Skleralresten oft genügt, die Formen zu erhalten.

Nicht immer gelingt es, die äussere Form so zu conserviren, dass auch die weiteren zur Celloidineinbettung nöthigen Procedures glücklich überwunden werden. Die Bilder die man an solchen Präparaten erhält, sind daher nicht so überzeugend, wie die, bei denen keine Verknickungen stattgefunden haben; von letzteren Präparaten stammen die gegebenen Abbildungen. Die Bulbi wurden in Horizontal-, die letzteren zwei in Verticalserien geschnitten. Die mittleren Schnitte enthalten gleichzeitig Opticus und Pupille, entsprechen sich also durchaus und sind unmittelbar mit einander zu vergleichen.

Zeichnet man bei Loupenvergrößerung mit dem Edinger'schen Apparat den vorderen Bulbusabschnitt des Atropinauges und schiebt man dann an Stelle des gezeichneten Präparates den entsprechenden Schnitt des Eserinauges, ohne das Geringste in der Einstellung zu ändern, so decken sich die Corneae und die Querschnitte des Schlemm'schen Canals nasal und temporal (bezw. oben und unten) genau.

Fig. 1. Pigmentcontour.

— accommodirt, nicht accommodirt.

Auch die Linsenform lässt, abgesehen von einer geringen Abstumpfung des Aequatorwinkels im Eserinauge keine durchgreifenden Unterschiede erkennen, im Speciellen steht vorderer und hinterer Pol im Atropin- und Eserinauge an genau derselben Stelle. Auch hier zeigt sich also wieder, wie ich schon früher bemerkt habe, die Unzuverlässigkeit unserer Härtungsmittel für die Fixation der Linse.

Anders Corpus ciliare und Iris:

Die Pupille des Eserinauges ist 2,5 mm, die des Atropinauges 4 mm. Die Iris ist im Atropinauge dementsprechend etwas dicker.

In der Form des Corpus ciliare (cf. Textfigur 1 und Taf. I, Fig. 1 bis 4) fällt sofort in die Augen die Verschiebung nach vorn und innen, im gleichen Sinne verschiebt sich auch die Iriswurzel. Dadurch wird der Fontana'sche Balkenraum entfaltet und das Lumen des Schlemm'schen Canals zugänglicher gemacht, während im Atropinauge der Balkenraum collabirt ist (cf. Taf. I, Fig. 1 und 2). Die Processus ciliares rücken dem Linsen-

Fig. 2. Muskelecontour.

— accommodirt, nicht accommodirt.

äquator und zugleich der Linsenvorderfläche näher. Dieses Verhalten ist ein durchgreifendes: Zeichnet man im Edinger'schen Apparat nach der oben angegebenen Methode die ganze Serie der Pupillenschnitte, so ist von sämtlichen Schnitten des Eserinauges der Kranz der Processus ciliares concentrisch verengt gegenüber denen des Atropinauges. Dadurch ist ausgeschlossen, dass in einem Schnitt aus dem Atropinauge zufällig ein Spalt zwischen zwei Processus, im Eserinauge dagegen die First eines Processus getroffen sein könnte, was eine ähnliche Verschiebung des Ciliarkörpers vortäuschen könnte.

Der Eserinmuskel endlich selbst zeigt in den dem Schlemm'schen Canal zunächst gelegenen Parthieen durchweg weniger längs getroffene Fasern (cf. Fig. 1 und 2 auf Taf. I), als der Atropinmuskel. Es erklärt sich dieses daraus, dass auch die sogenannten „Sagittal“fasern zum grossen Theil nicht eigentlich genau sagittal, sondern in einem Bogen verlaufen, der vorn am Corneosklerallimbus bezw. am Lig. pect. zwar sagittal beginnen kann, dann aber bald mehr oder minder schräge Richtung annimmt; oder umgekehrt kann eine Faser am Aequator des Bulbus sagittal verlaufen, dann aber im weiteren Verlauf nach vorn etwas nach rechts oder links abweichen. Für das Taubenauge, welches im gelähmten Zustand nur „Sagittal“fasern zu führen scheint, habe ich a. a. O. diese Verhältnisse ausführlich darzulegen versucht. Ferner zeigt der eserinisirte Ciliarmuskel in den dem Linsenäquator benachbarten Theilen mehr Querschnitte als der Atropinmuskel. Der Muskelbauch ist nach vorn und innen verschoben. Ausdrücklich betont sei, dass dieses Verhalten durchweg in der ganzen Serie der mittleren Schnitte beobachtet wurde, dass es also nicht eine „zufällige“ Differenz zweier Schnitte ist.

Man beachte die Aehnlichkeit des Atropinmuskels mit dem sogenannten myopischen und die Aehnlichkeit des Eserinmuskels mit dem sogenannten hyperopischen Ciliarmuskel (Iwanoff).

Es liegt auf der Hand, dass sich die geschilderten Verhältnisse, zumal die Differenzen zwischen atropinisirtem und eserinisirtem Muskel nur im Sinne der von v. Helmholtz zuerst aufgestellten Accommodationstheorie verstehen lassen.

Einiges Interesse dürfte noch Bild 5, Taf. I erwecken: das Auge war eserinisirt und wurde sofort bei der Enucleation durch einen Schnitt am Bulbusäquator eröffnet, so dass etwas Glaskörper abfloss, es wurde also eine ausgiebige Sclerotomia posterior gemacht. Der Effect ist sehr interessant: die Linse ist nach hinten gerückt, die Iris ge-

fältelt und ebenfalls rückwärts verlagert. Der Ciliarmuskel lässt nur noch wenig „Sagittal“fasern, dafür aber um so mehr rings- und schrägverlaufende Fasern erkennen, die Form ist die eines extrem contrahirten Muskels, die Fontana'schen Balken sind gespreizt, der Schlemm'sche Canal klaffend weit, die zugehörige Skleralparthie nach dem Bulbusinnern zu prominent. Diese interessante Gestaltsveränderung des Muskels darf indess nicht, wie man geneigt sein könnte anzunehmen, als directe Eserinwirkung aufgefasst werden, denn das Experiment, mit einem Atropinmuskel wiederholt, gab das gleiche Resultat. Wie diese Gestaltsveränderung des Ciliarmuskels zu erklären ist, bezw. durch welche Kräfte sie im sklerotomirten Auge hervorgerufen wird, muss erst durch weitere Experimente untersucht werden. Da der Skleralschnitt nicht gross war, sondern nur eben lang genug gemacht wurde, so dass ein Theil Corpus austreten konnte, so kann der Einwand nicht erhoben werden, dass durch den Schnitt etwa die Insertion des Muskels am Aequator zum grossen Theil durchtrennt und die Muskelmasse dadurch nach vorn zusammengeschoben sei.

Die günstige Wirkung der Sclerotomia posterior bei gewissen Formen des Glaukoms dürfte dieses Bild gut veranschaulichen, während die oben beschriebenen Veränderungen den günstigen Einfluss der normalen, bezw. der Eserinaccommodation auf dasselbe Leiden zu demonstrieren geeignet erscheinen.

Herrn Professor Hess danke ich vielmals für seine freundliche Unterstützung bei den Versuchen sowie für das kostbare Material.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. I.

Die Abbildungen sind nach Mikrophotogrammen angefertigt.

Fig. 1. Ciliarmuskel. Affe. Atropin.

Fig. 2. Ciliarmuskel. Affe. Eserin.

Ciliarmuskel.
Affe.
Atropin.

Fig. 3.

Ciliarmuskel.
Affe.
Eserin.

Fig. 4.

Ciliarmuskel.
Affe.
Sclerotomia
posterior.

Fig. 5.