(Aus dem böhmischen anatomischen Institute des Prof. Dr. *Janošík* in Prag.)

Über die Faltenbildung der embryonalen Retina.

Von

Dr. Zuckermann-Zicha,
Augenärztin.

Mit 6 Textabbildungen.

Zu der Arbeit von *Seefelder*: „Über die Entwicklung des Sehnerveneintrittes beim Menschen, zugleich ein Beitrag zur Frage der Faltenbildung in der embryonalen Netzhaut“ (Graefes Arch. f. Ophthalmol. 106, 1—2 H. 1921) möchte ich Resultate meiner Untersuchungen vorbringen, welche ich auf Veranlassung des Prof. *Janošík* durchgeführt habe. Ich habe die Bildung der Netzhautfalten in Verbindung mit der Gyrifikation des Gehirns verfolgt, und zwar nicht nur bei menschlichen Embryonen und Föten, sondern auch bei denen vom Ziesel, Schwein und Hund.

Meine Mitteilungen stützen sich auf die Untersuchungen von menschlichen Embryonen von der Scheitel-Steiß-Länge von 9,5, 9,7, 10, 12, 13, 13,5, 14,5, 15, 15,3, 16, 17,75, 20, 26, 31, 38, 42, 80 und 210 mm. Von diesen sind die meisten horizontal geschnitten, nur diejenigen von 10 und 20 mm Länge sagittal. Alle sind in Paraffin eingebettet und mit Hämatoxylin gefärbt.

Die Untersuchungen bei Säugetieren erstrecken sich auf Embryonen vom Ziesel von der Länge von 3,50, 4,5, 5, 5,10, 5,18, 5,24, 5,30, 5,40, 5,44, 5,50, 5,51, 5,70, 5,80, 5,81, 5,85, 6,87, 7,15, 7,56, 7,66, 7,70, 8,30, 8,32, 8,37, 8,40, 8,47, 8,60, 9,06, 9,20, 9,29, 9,50, 9,58, 9,93, 11,04, 13,33, 13,90, 14,25, 14,57, 15,53, 17,02, 17,77 mm, dann vollständige Serien von Kopfschnitten von Zieselföten und von neugeborenen Zieseln; endlich vollständige Serienreihen von Schweineembryonen und -föten, beinahe in denselben Längen wie die Embryonen vom Ziesel, und Föten vom Hunde.

Das ganze Material gehört dem anatomischen Institute des Prof. *Janošík* und wurde mir mit der größten Liebesswürdigkeit zur Untersuchung überlassen.

Zu der Bezeichnung der Embryonen nach der Scheitel-Steißlänge möchte ich nur zufügen, daß ich dieselbe nicht für absolut verläßlich halte, sondern mich auch auf die Stufe der Entwicklung der einzelnen Teile des Organes halte und diese auch erwähne.

In der älteren Literatur, soweit sie mir zugänglich war, finde ich nur im Buche von *Kölliker*: „Die Entwicklungsgeschichte des Menschen“ (1879) eine kurze Bemerkung über die Faltenbildung der Netzhaut, dann dieselbe zitiert im „Lehrbuche der Entwicklungsgeschichte

des Menschen“ von *Minot* (1894). *Keil* hatte die Faltenbildung bei den Schweineembryonen gesehen (*Anat. Hefte* **31**, H. 96. 1907), betrachtet sie jedoch als ein Kunstprodukt; auch *Seefelder* ist in seiner 1910 veröffentlichten Arbeit über die Retina derselben Anschauung (*Graefes Arch. f. Ophthalmol.* **73**, 500). Erst in einer Arbeit von 1913 (*Anat. Hefte* **48**, 1913) und in der eingangs erwähnten Arbeit beschreibt er sie beim Menschen und bringt sie in Verbindung mit verschiedenen Mißbildungen des Auges.

Abb. 1.

Im hiesigen menschlichen Material sah ich die Falten zuerst im Embryo von 26 mm SS-Länge (Abb. 1).

Bei diesem ist die Cornea schon entwickelt. Der Kammerwinkel beginnt sich zu bilden. Zwischen der Hornhaut und der Linse ist ein kleiner Spalt. Das Corne endothel geht in einen Streifen von mesodermalen Zellen, i. e. die zukünftige Sclera, über. Oberhalb der Umschlagstelle beider Blätter des Augenbeckers befinden sich viele Gefäße, umgeben von mesodermalem Gewebe, die teils mit den Gefäßen der Tunica vasculosa lentis, teils mit denen der zukünftigen Chorioidea in Verbindung stehen. Die Chorioidea besteht in diesem Stadium aus einer Reihe von Gefäßen, deren Wände durch mesodermale Zellen verstärkt sind. Die Linse besteht aus verschiedenen langen Lamellen, deren Kerne rund und gut färbbar sind. Die Retina besteht aus zwei Schichten von Kernen, von denen die proximale (dem Gehirn zugekehrte) kleinere, mehr ovale Kerne enthält als die distale (der Linse zugekehrte), welche größere und runde Kerne besitzt und endlich noch aus der Nervenfaserschicht. Die Netzhaut bildet im Fundus, beinahe über dem Nerven eintritte und beiderseits an der Stelle, wo sich das Retinalblatt verschmälert, lange Falten. Die Schichten sind überall gut erhalten; in den Falten sowie auch

in der übrigen Retina sieht man viele Kernteilungsfiguren. Diese Falten treten ganz symmetrisch in beiden Augen auf, trotzdem das Embryo etwas schief geschnitten ist und die Falten deswegen nicht in gleicher Serie sichtbar sind.

Die Gehirnhemisphären zeigen in diesem Stadium eine tiefe Einkerbung beinahe in der Mitte derselben und seichtere, angedeutete Furchen in der Parietal- und Occipitalgegend.

Embryo von 38 mm SS-Länge (Abb. 2).

Die Cornea ist geformt. Die Membrana pupillaris zieht über den ganzen Spalt zwischen Hornhaut und Linse. Die Sclera, Chorioidea, sowie auch die Linse be-

Abb. 2.

finden sich in demselben Entwicklungsstadium wie beim vorigen Embryo. Die Retina bildet im Fundus etwas nasal von dem Sehnerveneintritte eine etwas kleinere Falte, sonst ist sie glatt; überall finden wir Mitosen.

Die Gehirnhemisphären zeigen dieselbe tiefe Furche wie im vorigen Stadium und noch eine etwas seichtere in der Parietooccipitalgegend.

Embryo von 42 mm SS-Länge.

Die Lider sind verlötet. Die Cornea sowie der Kammerwinkel sind entwickelt. Sclera und Chorioidea nur teilweise gebildet. Die Iris ist schmal. Corpus ciliare nur angedeutet durch eine Hervorwölbung des retinalen Blattes in der Pars caeca. Die Retina besteht noch immer aus zwei Körnerschichten und der Nervenfaserschicht und ist in diesem Stadium ganz glatt. Die Gehirnhemisphären sind auch glatt.

Foetus 80 mm SS-Länge.

Die Lider sind vollständig entwickelt. Corpus ciliare ist auch in seinem mesodermalen Teile fertig. Die Iris ist breiter als im früheren Stadium. Die Sclera zieht sich schon um das ganze Auge herum, die Chorioidea noch nicht vollständig. Die Retina ist glatt und besteht aus der äußeren Körnerschicht, äußeren Retikularschicht, inneren Körnerschicht und der Nervenfaserschicht.

Foetus 210 mm SS-Länge (Abb. 3).

Die Lider, Cornea, Kammerwinkel, Corpus ciliare, Sclera bieten das Bild des entwickelten Zustandes. Die Iris ist wieder etwas breiter. Die Retina hat sich im

Abb. 3.

ganzen Bereich in viele Falten gelegt, die verschieden lang sind und verschiedene Form aufweisen. Die Elemente der Netzhaut sind überall, auch in den Falten, prächtig erhalten und gut tingiert. Man kann gut unterscheiden:

1. Äußere Körnerschicht,
2. Äußere Retikularschicht,
3. Innere Körnerschicht,
4. Innere Retikularschicht,
5. Ganglienzellschicht,
6. Nervenfaserschicht.

Die Hemisphären zeigen um diese Zeit schon makroskopisch viele Einkerbungen, die den Furchen des bleibenden Zustandes entsprechen. Die retinalen Falten gleichen sich im 8. bis 9. Monat der Entwicklung aus, so daß bei Neugeborenen die Retina glatt erscheint. Bleibt jedoch

die Entwicklung auf dieser Stufe stehen, so können Anomalien entstehen, wie z. B. *Bulbus septatus*, wenn die bis zur Linse reichende Retinalfalte mit dieser verwächst, oder *Retinalcysten*, wenn zwei Schlingen einer Falte verwachsen, dann sezernieren und durch den Druck der sezernierten Flüssigkeit die Wände mehr und mehr atrophisch und dünner werden.

Wie erklärt man sich diese embryonale Faltenbildung der Retina?

Da die Augenblase eine Vorstülpung des Medullarrohres darstellt, entsprechen die Elemente der Retina denen des Gehirns. So kann man beide Faltenbildungen gleichsinnig beurteilen. Setzt man die ersten

Abb. 4.

langen Falten der Netzhaut der primären Gyrifikation der Hemisphären gleich, so müssen wir in den darauffolgenden Stadien die Netzhaut glatt vorfinden, wie wir die Gehirnoberfläche glatt finden. Bei unseren Untersuchungen war es der Fall. Die feinste Fältelung die Netzhaut entspricht der sekundären Gyrifikation der Gehirnoberfläche und fällt auch zeitlich mit ihr zusammen. Das Zustandekommen beider Faltenbildungen glaube ich darauf zurückführen zu können, daß die einzelnen Teile oder Schichten der Organe nicht gleichmäßig wachsen, sondern z. B. die inneren zeitweise im Wachstum vorausseilen und sich später wieder einholen lassen. Für das Auge hatte es *Lešer* (Bull. intern. de l'académie des sciences de Bohême 1911) in seiner Arbeit über die Form des menschlichen Auges gezeigt. Seinen Wachsmodellen kann man ansehen, wie in verschiedenen Stadien einzelne Stellen des Auges

Abb. 5.

mehr wachsen und dadurch die Form bald eine querovale, bald eine längsovale und sogar eine beinahe quadratische wird. Sostelle ich mir vor, daß in den beschriebenen Stadien die Netzhaut rascher gewachsen ist, als die sie umgebenden Häute, und so gezwungen ist, sich in Falten zu legen. Wenn die angrenzenden Teile die Retina im Wachstum eingeholt haben, dann kann sich dieselbe wieder ausglätten.

Abb. 6.

Säugetiere.

Beim Zieselembryo von 11,04 mm SS-Länge (Abb. 4) fand ich die ersten Falten der Netzhaut. In diesem Stadium befindet sich zwischen

dem Epiblast und der Linse nur eine Reihe von mesodermalen Zellen. Die Linsenlamellen sind verschieden lang. Deshalb befinden sich ihre Kerne, die rund sind, in verschiedenen Ebenen. Die Retina besteht aus einer Reihe von Kernen und bildet etwas temporal von der Augenspalte eine lange, bis zur Linse reichende Falte. Diese Falte habe ich bei allen Embryonen in diesem Stadium gefunden. Sie bildet sich immer an derselben Stelle und symmetrisch in beiden Augen. In den nächsten Stadien bleibt die Netzhaut ganz glatt und erst bei den Embryonen von 17,77 mm und noch älteren (Abb. 5 u. 6) bilden sich wieder Netzhautfalten, die den Charakter der längeren Falten der menschlichen Retina tragen. In diesen Stadien ist die Cornea entwickelt. Die Lider sind verlötet. Zwischen Cornea und Linse zieht die Membrana pupillaris. Die Iris ist noch schmal. Die Linsenlamellen sind verschieden groß, haben runde Kerne. Sclera und Chorioidea sind teilweise gebildet. Die Retina besteht aus zwei Reihen Körner und der Nervenfaserschicht und bildet lange Falten im Fundus, sowie auch an den Seiten, dicht unterhalb der Ausbuchtung für das Corp. ciliare. Die Falten sind besonders zahlreich bei den Schweinsembryonen und Hundeembryonen. Einige von den im Fundus befindlichen Falten ziehen bis zu der Linse. Die seitlich gelegenen sind kürzer und feiner.

In dem nächsten Stadium, wo die Iris breiter und auch in ihrem mesodermalen Teile entwickelt ist, finden wir die Netzhaut, die sich mehr differenziert hat, wieder glatt.

Resumé.

Die Faltenbildung der embryonalen Retina ist kein Kunstprodukt, sondern ein im gleichen Stadium der Entwicklung sich immer wiederholender Ausdruck des Wachstums der Netzhaut.

Sie entsteht dadurch, daß die Netzhaut in bestimmten Stadien rascher als ihre Umgebung wächst; dann kommt eine Periode des verlangsamten Wachstums, in welcher sie von den angrenzenden Geweben eingeholt wird.

Demnach ist das Wachstum der Retina ebenso etappenförmig, wie es *Leßer* für das ganze Auge beschrieben hat.

Ich habe die Falten nicht nur beim Menschen, sondern auch bei Säugetieren und Vögeln (Drossel, Fink, Möwe, Rabe) vorgefunden.