Anophthalmus congenitus und die Sehbahn.

Von

St. Bernheimer

in Innsbruck.

Mit Taf. III—VI, Fig. 1—3 und Fig. I—XII.

Die bisher von mir und andern angewendeten Methoden zur Erforschung der Sehbahnen: die Verfolgung der Entwicklung der Markfasern, die natürliche und künstliche Degeneration, die Nisslsche primäre Reizung, die Behandlung geeigneter Objekte nach Golgi und endlich die Analyse klinisch beobachteter und pathologisch-anatomisch untersuchter Fälle haben die Kenntnis der Sehbahnen in ganz hervorragender Weise gefördert.

In einigen wichtigen Einzelheiten und ganz besonders hinsichtlich der Art des Eintrittes der verschiedenen Faserarten in die optischen Endkerne und ihres Anschlusses an die Gehirnrinde herrscht trotz alledem noch immer keine einheitliche Auffassung. Es ist fraglich, ob dieselbe auf den bisher begangenen Wegen einwandfrei zu erlangen sein wird. Ich habe mich daher seit einiger Zeit bemüht, mir ein Material zu verschaffen, dessen verschiedenartige Bearbeitung mir geeignet scheint Ergebnisse zu fördern, welche in mancher Hinsicht aufklärend wirken und Entscheidung bringen könnten.

Wenn es bei einem sog. Anophthalmus congenitus zu keiner Differenzierung der Netzhautelemente gekommen ist, die Entwicklung der Ganglienzellenschicht der Netzhaut nicht stattgefunden hat, dann fehlt naturgemäss der Sehnerv und die ganze der nicht entwickelten Ganglienschicht der Netzhaut entsprechende Sehbahn. Es handelt sich dann wirklich, hinsichtlich der Sehbahn, um einen Anophthalmus, wenn auch mancher andere Teil des Bulbus mehr oder weniger in der Entwicklung fortgeschritten angetroffen wird. Ein vollständiger Mangel jeglicher Augenanlage dürfte ja kaum angetroffen werden.

Die Fälle von einseitigem Anophthalmus, bei welchen die Entwicklung des einen Sehnerven und der entsprechenden Sehbahn infolge von nicht stattgefundener Differenzierung der Ganglienzellschicht der Netzhautanlage ausgeblieben ist, sind in hohem Grade geeignet zur Erforschung feinerer Einzelheiten der Sehbahn. Die betreffenden Gehirne entsprechen jenen mit einseitiger Atrophie des Sehnerven, ohne dass die störenden Veränderungen, welche durch die Atrophie des Gewebes bedingt sind, und ohne dass der etwa vorhandene Grad der Degeneration oder Atrophie der Bahn bei Beurteilung des Befundes in Rechnung zu ziehen wäre.

Wenn es sich um einen solchen Anophthalmus handelt, bei welchem es nicht zur Differenzierung der Netzhautelemente und ganz besonders der Ganglienzellschicht gekommen ist, dann besteht auch die abnorme Bildung des Gehirnes nur darin, dass die den Ganglienzellen der Netzhaut entsprechenden und normaler Weise von diesen ausgehenden und sich entwickelnden Sehfasern durch die ganze Sehbahn fehlen. Die den Fasern zugehörigen Endkerne (Corpus geniculatum, Thalamus, Vierhügel) sind entsprechend kleiner, in der Masse als weniger Fasern als normal in ihnen endigen und weniger Projektionsfasern aus ihnen austreten und der Rinde zustreben.

Naturgemäss finden sich nirgends Zeichen von Degeneration oder Atrophie. Das reine anatomische Präparat mit einseitigem Sehnerv und entsprechend entwickelter Sehbahn liegt vor uns. Es ist klar, dass die an solchen Gehirnen erhobenen Befunde gerade mit Rücksicht auf die engen Beziehungen der beiden Sehnerven und ihrer Bahnen zueinander wertvolle, eindeutige, rein anatomische Präparate darstellen.

Ich verfüge nun schon über eine grosse Anzahl¹⁾ von derartigen Gehirnen von weissen Ratten, Kaninchen und einem Kinde; ausserdem habe ich eine Anzahl lebender Tiere mit Anophthalmus, an denen ich in bestimmter Richtung Experimente ausgeführt habe, um die kombinierten Befunde an den Gehirnen in entsprechender Weise zu verwerten.

Heute will ich mich darauf beschränken, die mir wichtig erscheinenden Tatsachen kurz vorzubringen und mit Lichtbildern (Präparaten) zu belegen, welche ich bei der anatomischen Untersuchung von vier Rattengehirnen erheben konnte, und behalte mir vor, über

¹⁾ Ich verdanke sie zum Teil meinen hiesigen Kollegen F. B. Hoffmann und Hochstetter.

die weiteren Ergebnisse, namentlich hinsichtlich der Experimente, in einer späteren Mitteilung zu berichten.

Die makroskopische Besichtigung der Rattengehirne (s. Fig. 1 2 u. 3) zeigt keine auffälligen Veränderungen oder Verschiedenheiten in der Ausbildung der einzelnen Teile. Nur an der Gehirnbasis erkennt man entsprechend dem Anophthalmus die einseitige Ausbildung des Sehapparates. Der dem normal entwickelten Auge zugehörige Sehnerv lässt sich in das unsymmetrisch entwickelte Chiasma und in den gekreuzten Sehstiel verfolgen und dieser in das Corpus geniculatum externum und den Sehhügel.

Der andere Sehnerv fehlt vollständig; es fehlt jede Verbindung zur Orbita; diese ist erfüllt von Gewebe, die Lider sind erkennbar, hingegen findet sich makroskopisch kein bulbusähnliches Gebilde. Der gekreuzte Anteil des Chiasma ist als solcher wohl erkennbar. Dieser schwächere Anteil des Chiasma tritt, wie schon makroskopisch sichtbar, mit dem gleichseitigen, normal aussehenden Sehnerven in Beziehung. Auch auf dieser Seite lässt sich ein äusserst dünner Sehstiel erkennen und in den zarteren, aber deutlich ausgebildeten äusseren Kniehöcker und Sehhügel verfolgen.

Zur mikroskopischen Untersuchung wurde zunächst der vorhandene Sehnerv mit dem ungleichmässig entwickelten Chiasma abgetrennt und nach Celloidineinbettung in Serienschnitte nach horizontaler bzw. nach vertikaler Richtung zerlegt. Wie zu erwarten war, lassen sich an allen nach Weigert gefärbten Horizontalschnitten die beiden Faserarten, gekreuzte und ungekreuzte Fasern, in der klarsten Weise verfolgen.

Während bisher an den bei einseitiger Sehnervenatrophie gewonnenen Chiasmapräparaten das Bild doch durch die vorhandenen Degenerationsvorgänge und die Atrophie des Gewebes getrübt waren, oder beim Studium embryonaler Chiasmen die beiden Faserarten erst durch die Untersuchung von Serien und sorgfältige Verfolgung voneinander getrennt werden mussten, sehen wir hier gekreuzte und ungekreuzte Tractusfasern in natürlicher Lage in den beiden Sehstielen getrennt verlaufen.

Der rechte Sehstiel führt nur gekreuzte Fasern, welche ausschliesslich dem linken Sehnerv angehören.

Der linke zartere Sehstiel führt nur nichtgekreuzte Fasern, welche gleichfalls dem allein vorhandenen linken Sehnerv angehören (siehe Fig. II, III, IV, V, VI).

An den fünf Lichtbildern, die ich der Horizontalserie entnommen

habe, sieht man in klarster Weise den Verlauf der ungekreuzten Fasern. Man erkennt aber auch an diesen Bildern und noch besser bei Durchsicht der ganzen Serie, dass die Menge der ungekreuzten Fasern nicht wie man bisher gemeint bei Tieren (Maus, Ratte, Kaninchen) so verschwindend klein ist. Sie ist vielmehr recht ansehnlich und könnte vielleicht bis auf $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{5}$ der gekreuzten Fasern geschätzt werden.

Diesen Befund halte ich für besonders wichtig. Wenn bei der Ratte, die vermöge der Augenstellung ein verhältnismässig sehr kleines gemeinschaftliches Gesichtsfeld besitzen dürfte, das Verhältnis der ungekreuzten Fasern sich zu den gekreuzten schon so günstig stellt, dann wird meine seiner Zeit vertretene, auf Grund anderer Untersuchungen ausgesprochene Ansicht, dass beim Affen und Menschen die gekreuzten und ungekreuzten Fasern in nahezu derselben Menge vorhanden sind, eine neue, wie mir scheint, bemerkenswerte Stütze erfahren. Denn dass in der Tierreihe die Menge der ungekreuzten Fasern in dem Masse zunimmt, als das gemeinschaftliche Gesichtsfeld an Ausdehnung gewinnt, und dass nur, wenn dieses ganz fehlt, auch keine ungekreuzten Fasern vorhanden sind, ist eine Annahme, die durch viele begründete Beweise erhärtet ist.

Dieser Befund zwingt uns auch, den Ausspruch Cajals, dass bei den Nagetieren (Ratte, Maus, Kaninchen) fast ausschliesslich gekreuzte Fasern vorkommen, einzuschränken. Für die Ratte trifft er jedenfalls danach nicht zu, da die Menge der homolateralen Fasern gewiss bemerkenswert ist. Dass das Verhältnis bei der Maus und dem Kaninchen kein viel anderes sein dürfte, dafür spricht die geringe Verschiedenheit in der Augenstellung und die sich daraus ergebende Grösse des gemeinschaftlichen Gesichtsfeldes.

Verfolgt man die Sehstiele nach beiden Seiten in den Schnittserien weiter, so findet man zunächst im hinteren Chiasmawinkel die Kommissurenfasern, sowohl die Guddenschen wie die Meynertschen, in der bekannten Weise, beiderseits gleich gut entwickelt.

An den beiden Sehstielen ist nur, entsprechend der verschiedenen grossen Fasermenge, ein Unterschied in der Dicke erkennbar. Die ungekreuzten Fasern sind in allen Schichten gleichmässig verteilt; entsprechend meiner früheren Befunde, worauf ich seinerzeit die Behauptung aufgestellt, dass die Vermischung der beiden Faserarten vom Chiasma gegen die Endkerne zu eine immer innigere wird.

Besonderes Interesse erweckt die Durchsicht der Schnitte im Bereiche der Endkerne und namentlich des äusseren Kniehöckers.

Ich habe vor Jahren¹⁾ den Nachweis erbracht und zwar auf Grund ganz verschiedenartiger Untersuchungen, auf die ich heute nicht näher eingehen will, dass alle Faserarten des Sehstiels, gekreuzte und ungekreuzte, Peripherie- und Maculafasern, gleichmässig vermischt in strahlenförmig auseinandertretenden Büscheln in den äusseren Kniehöcker eintreten und nach allen Teilen des Kerns gleichmässig verteilt zustreben, um dann in der von mir angegebenen Art mit den Ganglienzellen des Kniehöckers bzw. mit den Sehstrahlungsfasern des Hinterhauptlappens in Beziehung zu treten. Hierbei hat es sich gezeigt, dass das Stratum zonale ebenso wie das Mark des Ganglions in gleicher Weise von allen Arten von Fasern erreicht wird, dass somit eine Teilprojektion der Netzhaut im äusseren Kniehöcker nicht wahrscheinlich ist. Dieser Umstand und die weitere Tatsache, dass mehr Ursprungszellen für die Sehstrahlungsfasern im Kniehöcker vorhanden sind, als Sehfasern in denselben vermischt eintreten, haben mich weiter veranlasst, die Teilprojektion der Netzhaut auf einen umschriebenen Teil des Hinterhauptlappens und als weitere Folge eine inselförmige Vertretung der Macula daselbst, als anatomisch unmöglich entschieden in Abrede zu stellen.

Gegen diese anatomischen Befunde und ganz besonders gegen die Schlüsse, die ich daraus gezogen und welche sich in den Hauptpunkten mit der v. Monakowschen Hypothese decken, wurde von Henschen und seinen Anhängern Bedenken erhoben und meinen anatomischen Tatsachen scheinbar widersprechende, pathologisch-anatomische Befunde gegenübergestellt.

Ich unterlasse es, heute diesen Punkt eingehender zu berühren, um so mehr ich der Meinung bin, dass die pathologisch-anatomische Untersuchung Wehrlis des von Monakow genau beobachteten Hämianopikers (siehe Luzerner intern. Kongr. 1905 und v. Graefe's Archiv, 1906) wohl geeignet ist, die von klinischer Seite geäusserten Bedenken ganz gehörig zu verwischen.

Hingegen möchte ich besonders darauf aufmerksam machen, wie sehr das weitere Studium der Rattengehirne in der Gegend des Kniehöckers geeignet ist, meine diesbezüglichen anatomischen Befunde von ehedem zu stützen.

¹⁾ Internationaler medizinischer Kongress zu Paris. Ophthalmol. Sektion. Referat über die optischen Sehzentren. 1900. Wiener klinische Wochenschrift. 1900. Nr. 48. Graefe-Saemisch Handbuch der gesamten Augenheilk. 2. Aufl. Kap. VI.

In allen Schnitten¹⁾, welche das rechtsseitige Corpus geniculatum betreffen, sehen wir Fasern des rechten Sehstieles in strahlenförmigen Büscheln eintreten und nach allen Teilen des Kniehöckers zustreben. In allen Schnitten ist sowohl das Stratum zonale, wie auch die Marksubstanz von Sehstielfasern beteiligt. Wie wir gesehen, enthält der rechte Sehstiel nur ungekreuzte Fasern neben den peripher gelegenen Kommissurenfasern. In den rechten Kniehöcker treten somit ausschliesslich ungekreuzte Fasern ein und versorgen alle Teile gleichmässig (siehe Fig. IX, X, XI). Im entsprechend grösseren Kniehöcker der linken Seite, welcher dem normal entwickelten Sehnerv der rechten Seite zugehört, in welchen somit die grössere Menge der Fasern und zwar nur gekreuzte einstrahlen, sehen wir die Sehstielfasern in ganz derselben Weise angeordnet. Auch hier sind in allen Schnitten durch den Kniehöcker alle Teile desselben, Stratum zonale und Marksubstanz, gleichmässig mit einstrahlenden Fasern und zwar ausschliesslich mit gekreuzten versorgt.

Rekonstruiert man sich aus der Schnittserie die beiden Kniehöcker, so erhält man, entsprechend der ungleichen Anzahl von ungekreuzten und gekreuzten Fasern, ungleich grosse Kniehöcker; aber in beiden erfolgt die Einstrahlung der Fasern in derselben Weise; in beiden sind alle Teile gleichmässig mit Fasern versorgt.

Was wir am Affen- und Menschengehirn durch das Experiment und die Methode der Myelinisation vor Jahren nachgewiesen, finden wir hier an diesen Rattengehirnen mit einseitigem angeborenem Sehnervenmangel in rein anatomischer Klarheit vorliegen. Meine Behauptung, dass in den äusseren Kniehöcker der Ratte, des Affen und des Menschen die gekreuzten und ungekreuzten Fasern eng und gleichmässig vermischt eintreten und alle Teile des Kniehöckers erreichen, besteht zu Recht. Je geringer das Missverhältnis zwischen beiden Faserarten ist, desto inniger und gleichmässiger wird die Vermischung. Sie erreicht beim Affen und Menschen die höchste Vollkommenheit. Die anatomische Grundlage für meine Anschauung über den Anschluss der Sehfasern an die Gehirnrinde und alle weiteren Folgerungen haben durch das Studium dieser Rattengehirne eine neue, feste Stütze erfahren.

¹⁾ Dieselben entstammen dem Fall I (Ratte mit Mangel des linken Sehnerven).

Erklärung der Abbildungen auf Tafel III—VI, Fig. 1—3,
und Fig. I—XII.

Fig. 1. Angeborener Mangel des linken Sehnerven (Anophthalmus congenitus sin.).

Fig. 2. Angeborener Mangel des rechten Sehnerven (Anophthalmus congenitus dext.).

Fig. 3. Angeborene Verkümmierung des rechten Sehnerven (Mikrophthalmus sin.).

Fig. I. Schnitt durch den rechten Orbitalinhalt einer Ratte mit Anophthalmus congenitus dexter (III. Fall).

Fig. II, III, IV, V, VI. Aufeinanderfolgende (S. 1, 2—7) Horizontalschnitte durch das Chiasma einer Ratte (Fall II) mit angeborenem Mangel des rechten Sehnerven. Färbung nach Weigert. Vergrößerung Apochr. 16 mm Komp. Okul. 4.

Fig. VII. Schräger Horizontalschnitt durch die Vier-Sehhügelgegend und durch den rechten Sehistiel einer Ratte mit Mangel des linken Sehnerven. Weigert-Färbung. Vergrößerung Mikroplanar 20 mm.

Fig. VIII. Schnitt durch die Kommissurenfasern (Guddensche und Meynertsche Kommissur) einer Ratte mit Mangel des linken Sehnerven.

Fig. IX, X, XI. Schräg-horizontaler Schnitt durch den rechten Sehistiel und Kniehöcker (Sehhügel) einer Ratte (Fall I) mit angeborenem Mangel des linken Sehnerven (Schnitt: S. 6, 7, 26, 8, 35).

Fig. XII. Schräg-horizontaler Schnitt vom selben Fall wie Fig. IX, X, XI, durch den linken Sehistiel und Kniehöcker.

Fig. VIII, IX—XII Weigert-Färbung. Vergrößerung Apochr. 16 mm. Komp. Okul. 4.

Fig. 1.

Angeb. Mangel des linken
Sehn. (Anophthalmus)

Fig. 2.

Angeb. Mangel des rechten
Sehn. (Anophthalmus)

Fig. 3.

Angeb. Verkümmernng des
rechten Sehnerven
(Mikrophth. sin.)

Fig. I.

Linker Sehnerv

Fig. III.

Fig. II.

Fig. IV.

Linker Sehnerv

Fig. V.

Linker Sehnerv

Fig. VI.

Meynert'sche Com.

Ag. Sylvii

Fig. VII.

Rechter Sehtiel

Fig. VIII.

Fig. IX.

Fig. X.

Fig. XI.

Fig. XII.