

## VIII.

# Anatomisch-physiologische Studien und Betrachtungen über den kongenitalen Hydrozephalus.

(Aus der Kgl. chirurgischen Universitätsklinik zu Königsberg i. Pr.)

Von

Dr. Graf Haller.

(Hierzu Taf. III—IX und 4 Textfiguren.)

## Einleitung.

In folgendem erlaube ich mir, einige Studien und Betrachtungen über den kongenitalen Hydrozephalus wiederzugeben. Es sind lediglich die anatomisch-physiologischen Verhältnisse im Rahmen dieser Studie berücksichtigt. Das Material ist zum großen Teil von Herrn Dr. Carl an der hiesigen Klinik gesammelt worden; Herr Dr. Carl hat die Absicht, klinische Studien über die gesammelten Fälle zu bringen, und war so liebenswürdig, mir sein Material zu pathologisch-anatomischer Untersuchung zu überlassen.

In der Literatur steht das Klinische so sehr im Vordergrund, daß es einem Bedürfnis entspricht, unseren Gegenstand von der anatomischen Seite zu beleuchten, da die Pathogenese des erworbenen Hydrozephalus noch nicht geklärt ist und dies nur auf Grund von anatomischen Studien möglich erscheint. Der anatomisch-physiologische Standpunkt ist eine sichere Basis für die Betrachtung des Hydrozephalus. Wenn wir auch annehmen, daß der Hydrozephalus nur ein Symptomenkomplex ist, der durch die verschiedensten ätiologischen Momente in Erscheinung treten kann, so ist doch anzunehmen, daß diesem Symptomenkomplex ähnliche Veränderungen am Gehirn zugrunde liegen. In dieser Studie soll der Gegenstand noch von einer zweiten Seite als von der rein beschreibend anatomisch-physiologischen beleuchtet werden: von der vergleichenden anatomischen Seite. Ich habe mich in der letzten Zeit mit der Zirkulation der Zerebrospinalflüssigkeit bei niederen Tieren beschäftigt und habe hier Verhältnisse gefunden, die vergleichbar sind mit der Bewegung dieser Flüssigkeit beim Menschen. Es ist interessant, zu sehen, wie das Gehirn des Menschen bei Stauungserscheinungen in den Ventrikeln die Kapazität dieser Gebilde zu vergrößern sucht, ohne dabei eine allzu große Ausdehnung der Ventrikel selbst herbeizuführen. In diesem Punkte weist das hydrozephalische Gehirn des Menschen ein durchaus ähnliches Verhalten auf, wie das Gehirn niederer Formen. Ich bitte den Leser, den ersten Teil dieser Abhandlung, in dem von vergleichenden anatomischen Dingen die Rede ist, nicht als nebensächlich beiseite zu schieben, sondern so aufzufassen, wie er gemeint ist: als Grundlage und Ausgangspunkt der ganzen Betrachtung.

Diese Abhandlung ist lediglich eine Studie. Sie will den Gegenstand in keiner Weise erschöpfend darstellen, sie will nur eine Betrachtung des Gegenstandes von

einem persönlichen Standpunkt aus geben. Zu einer solchen Studie gehört keine Literatursammlung, sondern die Literatur soll nur soweit angeführt werden, als sie tatsächlich benutzt worden ist und den Ausgangspunkt zu weiteren Überlegungen gegeben hat.

Literatur über kongenitalen Hydrozephalus findet man von Anton zusammengestellt im Handbuch der pathologischen Anatomie des Nervensystems, herausgegeben von Flatau, Jakobson, Minor, Bd. 1, Berlin 1904.

Die Abhandlung zerfällt in drei Teile:

Erster Teil: Allgemein anatomisch-physiologische Vorbemerkungen.

Zweiter Teil: Beschreibung der beobachteten Fälle.

Dritter Teil: Zusammenfassung.

## Erster Teil.

### Allgemein physiologisch-anatomische Vorbemerkungen.

#### A. Anatomisches.

##### 1. Gliederung des Zwischen-Vorderhirndaches.

Das Dach des Zwischen-Vorderhirnes ist durch eine Anzahl Aus- und Einstülpungen gegliedert; diese verhalten sich in der ganzen Wirbeltierreihe ähnlich (siehe Textfig. 1; vgl. Gaupp, Zirbel, Parietalorgan und Paraphysis, Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte, 7. Bd., 1897). Es folgt auf eine die Commissura posterior enthaltende Querfalte (*cp.*), die die Grenze zwischen Mittel- und Zwischenhirn bildet, das Corpus pineale (*corp. p.*), die Zirbel, hierauf ein häufig häutiger, dünner Sack, das Zirbelpolster (*Z. p.*), das Velum transversum (*vt.*), die Paraphysis (*pa*) und endlich der Plexus chorioideus inferior (auf der Textfig. 1 nicht zu sehen).

Das Zirbelpolster stellt häufig einen dünnwandigen Sack dar, der keine weitere Gliederung aufweist; dieser Sack ist bisweilen beim Embryo dadurch gekennzeichnet, daß er aus bedeutend platteren Zellen aufgebaut ist als die umliegenden Gebilde (siehe Textfig. 1). Das Velum transversum, neuerdings allgemein als „Grenze zwischen Vorder- und Zwischenhirn“ aufgefaßt, stellt eine quere Falte dar, deren vorderes Blatt zum Vorderhirn und deren hinteres Blatt zum Zwischenhirn gerechnet werden kann. Diese Beziehung zeigt sich nicht nur in der Topographie, sondern auch in der Histologie der Blätter. Das hintere Blatt besteht aus Platten und dünnen Zellen, die sich unmittelbar in die Zellen des Zirbelpolsters fortsetzen. Das vordere Blatt hingegen ist aus mehr kubischen Zellen aufgebaut und zeigt durch das Hineinwuchern von Bindegewebe und Blutgefäßen eine gewisse faltige Gliederung. Seine unmittelbare Fortsetzung ist die Paraphysis (siehe Textfig. 1).

Die Paraphysis ist eine Ausstülpung des Vorderhirndaches vor dem Velum. Sie treibt mitunter Sprossen und buchtige Aussackungen, sich mit Blutgefäßen

vergesellschaftend, und stellt gewissermaßen einen extraventrikulären Plexus dar. Die Paraphysis weist bekanntermaßen in verschiedenen Tierklassen eine sehr verschiedene Beschaffenheit auf. Bald ist sie ein kompaktes, drüsiges Organ, bald ist sie eine mehr oder weniger gegliederte Aussackung. Selenca (Stirnorgan der Wirbeltierreihe, Biol. Ztbl. Bd. 10) hält die Paraphysis für eine allen Wirbeltieren gemeinsame Bildung. Er fand sie auch bei Embryonen von Säugetieren.

Der Plexus chorioideus inferior besteht aus drei Teilen: einem mehr medialen und zwei seitlichen Teilen. Der erstere hängt mehr mit der Paraphysis zusammen,

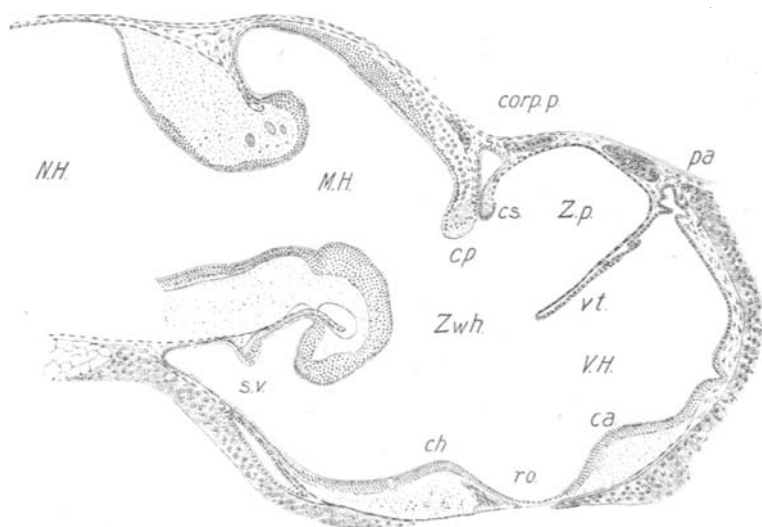


Fig. 1. Medianschnitt durch das Hirn einer 4 Wochen alten Larve vom Stör, nach v. Kupffer, Studien zur vergleichenden Entwicklungsgeschichte des Kopfes der Kranioten, 1893, Taf. 7, 8, Fig. 19. V. H. Vorderhirn, Zwh. Zwischenhirn, M. H. Mittelhirn, N. H. Nachhirn, cp. Commissura posterior, corp. p. Corpus pineale, cs. Commissura superior, Z. p. Zirbelpolster, vt. Velum transversum, ca. Commissura anterior, ro. Recessus opticus, ch. Chiasma, s. v. Saccus vasculosus, pa. Paraphysis.

die letzteren sind gewissermaßen Fortsetzungen des vorderen Velumblattes und gelangen in die Ventrikel des Vorderhirns hinein (siehe Textfig. 2).

Die erste Gliederung erfährt das Dach des Vorder- und Zwischenhirns, abgesehen von der Zirbel, durch das Velum transversum, die übrigen Gebilde legen sich fast gleichzeitig an.

Bei den Säugetieren findet die Gliederung des Zwischenhirndaches und die Bildung des Plexus ähnlich statt wie bei niederen Formen. Auch hier findet man zuerst eine quere Falte, das Velum transversum, die sich eben zur Zeit der Brückenbeuge anlegt. Der Unterschied gegenüber niederen Formen besteht erstens darin, daß es auch hinter dem Velum transversum zu einer Plexusbildung auf Kosten der Zirbelpolster kommt, zweitens, daß die Bildung der Paraphysis unterbleibt, drittens, daß die seitlichen Teile des Plexus sich entsprechend der Entfaltung des Palliums erheblich vergrößern.

Besonders hervorgehoben werden muß, daß das Velum transversum die erste Anlage der ganzen Plexusgebilde darstellt. Textfig. 3 zeigt den Medianschnitt durch das Gehirn eines Schweineembryo; man sieht deutlich das Velum transversum (*vt.*) und den Plexus des Zwischenhirns. Der Plexus des Vorderhirns, der

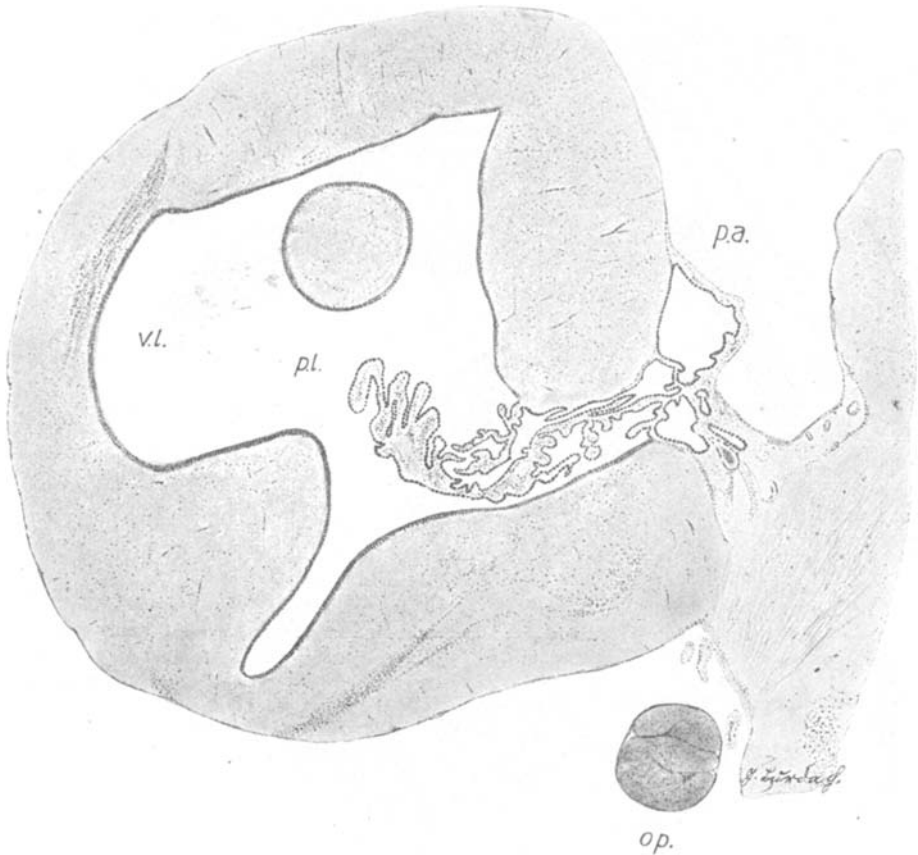


Fig. 2. Sagittalschnitt durch das Vorderhirn eines jungen Tieres von *Acanthias vulgaris*. Der Schnitt ist etwas von der Medianlinie entfernt. *v. l.* Ventriculus lateralis, *p. l.* Plexus dieses Ventrikels, *p. a.* Paraphysis in kollabiertem Zustande, *op.* Optikus. Bemerkenswert ist der große freie Raum zwischen Vorderhirn und Mittelhirn; in diesen hinein kann sich die mit Flüssigkeit gefüllte Paraphysis entfalten.

gewissermaßen die seitliche Fortsetzung des Velum transversum bildet, ist nicht getroffen. Besonders gekennzeichnet wird bei Säugetieren das Velum transversum dadurch, daß sich hier die beiden aus dem Seitenplexus kommenden Äste der Vena cerebri magna zu einem Stamme, dem Hauptstamme, vereinigen; auf der Figur ist dieser zu sehen. Der Plexus stellt in frühen embryonalen Stadien eine einfache Falte dar, an deren Umschlagstelle sich das Plexusgewebe zu bilden beginnt.

Die Bildung des Plexus des Zwischenhirnes erfolgt auf Kosten des Zirbel-

polsters; dieses Gebilde läßt sich beim Menschen nicht, bei manchen Tieren (Pferd, Rind, Meerschweinchen) wohl als ein kleines, über der Zirbel nach oben und hinten ziehendes Säckchen nachweisen. Beim Menschen erinnert nur noch das eigenartige Verhalten der Leptomeninx, das sich am vorderen Rande der Zirbel anders verhält

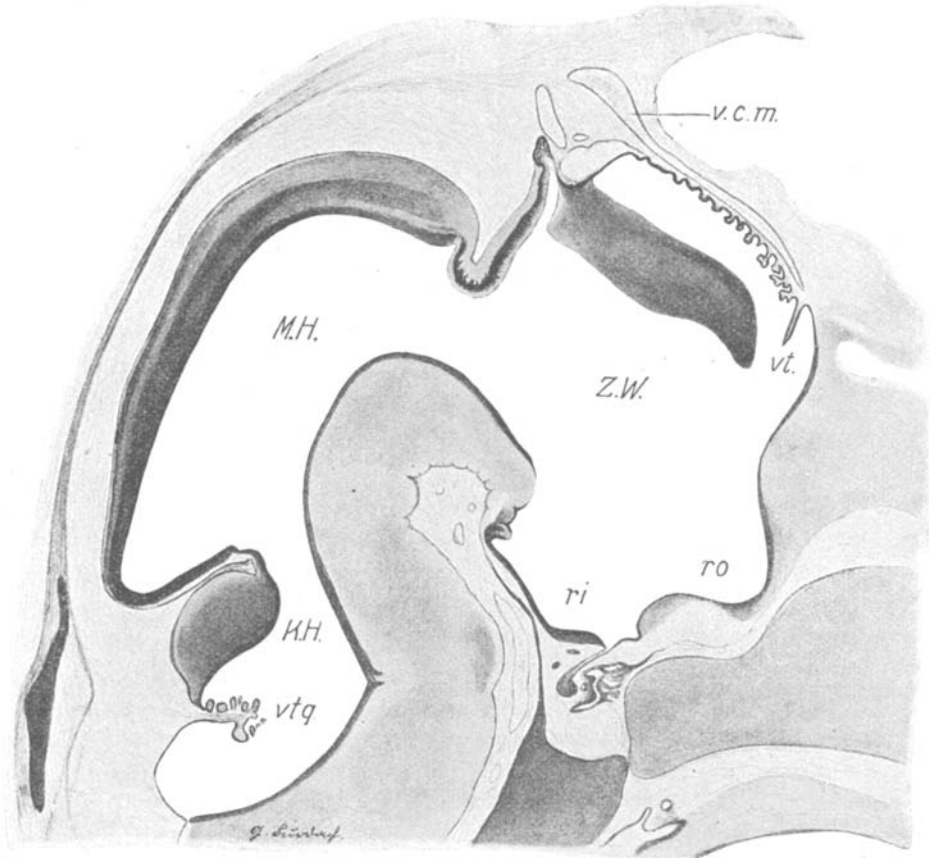


Fig. 3. Medianschnitt durch das Gehirn eines etwa 40 mm langen Schweineembryo. Z. W. Zwischenhirn, M. H. Mittelhirn, K. H. Kleinhirn, vt. Velum transversum; von diesem Gebilde zieht der Plexus des Zwischenhirns nach lateral und hinten; ro. Recessus opticus, ri Recessus infundibuli, vtq. Velum transversum ventriculi quarti, v. c. m. Vena cerebri magna. Beachtenswert sind die großen Bindegewebsräume (die Anlage der späteren Zisternen) hinter und unterhalb der Vena cerebri magna und hinter und unterhalb des Kleinhirns.

als am unteren (der untere Rand hat keinen Piaüberzug, sondern liegt direkt dem Mittelhirn auf), an das Zirbelpolster. Unter pathologischen Verhältnissen wird ein ganz anderes Bild zutage treten.

#### B. Gliederung der Decke des 4. Ventrikels.

Die zumeist rautenförmige, häutige Deckplatte des 4. Ventrikels besteht in frühen embryonalen Stadien aus einer einheitlichen Lage von dünnen, platten

Zellen, die sich fest an die nur hier ebenso beschaffenen Zellen des Ektoderms anlegen (siehe Textfig. 1). Auf diese Weise vermag die im Gehirnsack sich befindliche Flüssigkeit leicht nach außen zu diffundieren. (Vgl. Graf Haller, Beiträge zur Morphologie des Rautenhirns von *Acanthias*. Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abt., 1915.) Später wächst Mesenchymgewebe zwischen die beiden Blätter hinein; dieser Vorgang übt den Einfluß auf die Deckplatte des 4. Ventrikels aus, daß die Zellen eine mehr kubische Gestalt in ihrem frontalen Teil annehmen und die Platte sich hier in Querfalten legt, so die ersten Anfänge des Plexus zeigend. Der hintere Teil der Deckplatte erhält sich dauernd in dem beschriebenen Zustande. Die Ventrikelflüssigkeit gelangt nun mehr durch diese Haut in die Spalten des mittleren Keimblattes.

Bei den Amnioten tritt die Zweiteilung der Deckplatte besonders klar zutage. Mit dem Eintritt der Brückenbeuge legt sich die Deckplatte nach Art des Velum transversum zwischen Vorderhirndach in eine quere Falte, die man zweckmäßig mit Velum ventriculi quarti bezeichnen kann (*vtq*), (siehe Textfig. 3 *vtq*). Das hintere Blatt dieser Falte bildet eine dünne Platte, die später einen weiten, dünnwandigen Sack bildet, das vordere Blatt liefert den Plexus.

Am Plexus des 4. Ventrikels kann man drei Teile unterscheiden: einen mittleren und beiderseits je einen seitlichen. Die seitlichen weichen sowohl in ihrem Bau wie in der Art ihrer Ansatzstelle am Kleinhirn voneinander ab. Der mittlere Teil befestigt sich an einer Platte, dem Velum posterius cerebelli, und wuchert in den Ventrikel hinein. Die seitlichen Teile befestigen sich an eigenartigen, ohrmuschelartigen Leisten des Kleinhirns (z. B. Rautenlippe bei Selachiern) und fallen nach außen, so daß sie sich sackartig über die Seitenteile des verlängerten Markes legen und gewissermaßen einen extraventrikulären Plexus in der Art der Paraphysis am Vorderhirn bilden.

Sind diese Verhältnisse bei Knorpelfischen schon recht deutlich, so sind sie besonders gut bei Reptilien und Vögeln zu erkennen. (Vgl. hierzu Graf Haller, Studien zur Anatomie und vergleichenden Anatomie der Rautengrube, Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abt., 1914.) Bei den Vögeln findet man zu beiden Seiten des verlängerten Markes zwei schlauchartige Gebilde von vorn nach hinten ziehend, welche die Ausstülpungen des Seitenplexus darstellen.

Ist im Vorhergehenden die Entwicklungsgeschichte der Deckplatte des 4. Ventrikels niederer Formen kurz gestreift worden, so möchte ich jetzt einige Punkte erwähnen, welche für die Säugetiere gelten.

Die Deckplatte des 4. Ventrikels wird bei Menschen und Säugetieren beim Eintritt der Brückenbeuge bekanntlich durch eine Querfalte gegliedert (Textfigur 3, *vtq*), die von einem Ende der größten Rautenbreite zum andern zieht. Durch diese Falte wird die Deckplatte in einen mehr medialen und vorderen und einen mehr lateralen und hinteren Teil zerlegt. Aus der Falte und dem medialen Teil entsteht der Plexus und die den Plexus an das Kleinhirn befestigende Platte. Der laterale und hintere Teil bildet den Abschluß des 4. Ventrikels nach unten und

hinten. Er befestigt sich mittelst der *Taenia ventriculi quarti* an dem verlängerten Mark.

Bekanntlich erfolgt in späten embryonalen Stadien die Eröffnung des Ventrikels an den *Recessus laterales* und seinem hinteren Ende.

### C. Physiologische Vorbemerkung.

Die Flüssigkeit im Innern des Gehirns wird in frühen embryonalen Stadien durch das Epithel des ganzen Organs erzeugt und gelangt durch den *Neuroporus* und den *Canalis neurentericus* nach außen. Mit dem Verschluß dieser Gebilde besorgen die häutigen Deckplatten des Vorderzwischenhirns die Absonderung und Beförderung der Flüssigkeit nach außen. In erster Linie ist es der hintere Teil des 4. Ventrikels und das Epiphysenpolster, die die Ausscheidung besorgen in die Räume zwischen Mittel- und Vorderhirn und verlängertem Mark.

Eine ordnungsgemäße Zirkulation der Gehirnflüssigkeit hängt von zwei Faktoren ab. Erstens von der Bildung, zweitens von dem Abfluß. Besteht eine Überproduktion von Flüssigkeit oder sind die Abfuhrbedingungen gestört, so kommt es zu einer Stauung in den Gehirnventrikeln, einem pathologischen Druck, aus dem naturgemäß eine Erweiterung der Ventrikel und Schädigung des Gehirns resultieren muß.

Um solchen Zufällen vorzubeugen, finden sich gewissermaßen Ventile am Gehirn. Bekanntlich ist bei niederen Formen die Schädelhöhle verhältnismäßig viel weiter als bei höheren. Während bei Säugetieren, Vögeln und zum Teil auch bei Reptilien die Schädelkapsel das Gehirn derart umschließt, daß größere freie Räume sich nur zwischen Vorder- und Mittelhirn, Kleinhirn und verlängertem Mark befinden, liegt bei Fischen das Gehirn gewissermaßen lose in der Schädelkapsel, umgeben von einer breiten Schicht von lockerem Fett und Bindegewebe, das besonders an der dorsalen Seite sich befindet. (Vgl. hierzu Sagemehl, *Morphologisches Jahrb.* 1884.)

Steigt der Druck im Gehirnventrikel, sucht sich also der Ventrikelraum zu vergrößern, so füllen sich die extraventrikulären Plexuspartien und das Epiphysenpolster stärker mit Flüssigkeit, gleichen die vorhandenen Falten aus und erhöhen so die Kapazität der Gehirnräume um ein bedeutendes. Naturgemäß können diese Gebilde, z. B. die Paraphysis, auch noch andern Funktionen dienen.

Dieser Ausgleich ist natürlich nur da möglich, wo zwischen Gehirn und Schädelkapsel sich ein weiter Raum befindet. Bei den Säugetieren werden diese Räume immer kleiner und sind nur noch zwischen Vorder- und Mittelhirn, zwischen Kleinhirn und verlängertem Mark vorhanden. An der erstgenannten Stelle befindet sich bei manchen Tieren über der Epiphyse ein schlauchförmiger Sack, der dem Zirbelpolster wohl zum Teil entspricht und im Sinne einer Ausgleichsvorrichtung aufgefaßt werden kann. Erhebliche Bedeutung hat das Gewebe, das bei den meisten Tieren nur andeutungsweise vorhanden ist, sicher nicht. Der Ausgleich wird bekanntlich durch die Öffnungen am 4. Ventrikel hervorgerufen. Es ist ja klar,

welche Bedeutung diese Gebilde für den Mechanismus der Flüssigkeitsbewegung haben müssen.

Bei jedem Verschuß dieser Öffnungen sucht das Gehirn bei Steigerungen des Druckes seine Höhlen zu erweitern, was zumeist auf Kosten nervöser Substanz geschehen muß.

Es kommt bei der Flüssigkeitsbewegung jedoch noch ein anderer Faktor in Betracht, der von außerordentlicher Wichtigkeit ist. Die Zerebrospinalflüssigkeit, die aus den Gehirnventrikeln in die das Gehirn umgebenden Räume (Zisternen) befördert ist, muß von hier aus weitertransportiert werden, um aus der Schädel- und Rückenmarkshöhle in den Kreislauf befördert zu werden.

Beim Menschen findet diese Weiterleitung zum größeren Teil in den Rückenmarkskanal statt. Bei einer Behinderung des Abflusses der Flüssigkeit aus der Schädelhöhle in die Rückenmarkshöhle findet naturgemäß eine Stauung im Schädel statt, die ihrerseits wieder eine Stauung und Druckerhöhung im Gehirn erzeugt.

Über die anatomisch-physiologischen Grundlage der hier in Frage kommenden Vorgänge ist naturgemäß schon viel gearbeitet worden. Die Ergebnisse der anatomischen Forschung sind, durch zahlreiche Beobachtungen ergänzt und vertieft, von den schwedischen Anatomen Key und Retzius in bedeutsamen Werken (Studien in der Anatomie des Nervensystems des Bindegewebes, erste Hälfte, Stockholm 1875. Das Menschenhirn. Stockholm 1896) niedergelegt worden. Hier findet sich eine vollständige Literaturangabe. Spätere Untersucher haben wenig Wesentliches hinzugefügt. Meine Darstellung basiert in erster Linie auf diesen Schriften.

Die Öffnung am Ende des 4. Ventrikels hat in ihrem Bau Ähnlichkeit mit den Atrioventrikularklappen des Herzens. Sie stellt eine Öffnung dar, die wohl Flüssigkeit aus dem Gehirnventrikel nach außen lassen kann, eine Bewegung umgekehrter Richtung jedoch verhindert. Die Öffnung imponiert bei Betrachtungen von hinten als ein kleines Dreieck mit einer schmalen Basis am verlängerten Mark und zwei längeren Schenkeln, welche zum Wurm hinziehen. In Wirklichkeit ist die Öffnung das Ende eines schmalen, bei horizontaler Lagerung des Gehirns vertikalen Spaltes. Diese beiden, den Spalt begrenzenden Platten setzen in einiger Entfernung vom Obex an den seitlichen hinteren Partien der Ventrikelspitze an und ziehen nach oben gegen den Unterwurm (siehe Fig. 1). Sie sind sowohl an diesen wie an den medialen Teilen durch starke Bälkchen an der Leptomeninx befestigt. Aus dem oberen Ende des Spaltes ragen die hinteren Enden der beiden medialen Plexusstreifen ein wenig heraus und befestigen sich am Unterwurm. Man findet jedoch diese Beziehungen zum Unterwurm nicht immer. Retzius bildet auf Taf. IV der Studien in der Anatomie des Nervensystems und Bindegewebes einen so beschaffenen Fall ab, gleichzeitig zeichnet er die Öffnung nicht spaltförmig, sondern mehr rundlich. Es ist diese Abbildung in mehrere Lehr- und Handbücher übernommen worden, ich möchte jedoch darauf hinweisen, daß dies nicht ganz gewöhnliche Verhältnisse sind und das Foramen in der Regel etwas anders aussieht. Auf

den beigegebenen Abbildungen, Fig. 1, habe ich versucht, die anatomischen Beziehungen der einzelnen Teile möglichst genau wiederzugeben. Man kann sich sehr gut vorstellen, wie bei einem Druck von innen die beiden Begrenzungsblätter des Foramens sich entfalten, bei einem Druck von außen sich aneinanderlegen müssen.

Die Öffnungen an den Recessus laterales, von Key und Retzius zum ersten Male beschrieben und vortrefflich abgebildet, werden am besten nach Vorschlag dieser Autoren *Aperturae laterales* genannt. Die Öffnungen finden sich etwas hinter und medial der Tonsille und sind beim Gehirn, bei Betrachtung von der Seite oder nach Herunterbiegung des verlängerten Markes, wie auf Abbildung 1, deutlich zu sehen. Auf der Abbildung sieht man medial und über der Tonsille ein kleines Säckchen mit einem vorderen und unteren „sensen- oder halbmondförmigen Rand“ (auf der Abbildung ist das Säckchen ein wenig nach außen und oben gedrängt). Unter dem sensenförmigen Rande befinden sich die *Aperturae laterales*, welche zum Recessus des Ventrikels führen und aus denen der Plexus, oder besser gesagt zwei Enden des Plexus, ein oberer größerer Teil und ein unterer kleinerer, herausragt. Diese beiden Plexusstreifen sind die Enden des seitlichen Ventrikelplexus, der an seinem lateralen Ende in diese Teile sich spaltet.

Diese beiden Teile legen sich derart aneinander, daß sie bei einem Druck von innen sich entfalten, bei einem Druck von außen sich aneinanderlegen müssen. Beim Pferde sind diese Verhältnisse außerordentlich klar und leicht verständlich. Beim Menschen bedarf es einer eingehenderen Betrachtung des Gegenstandes, um über seine Bedeutung ins Klare zu kommen.

Es sind die Öffnungen am Ende des Ventrikels mit der Atrioventrikularklappe des Herzens verglichen worden; für die Öffnungen an der Seite des Ventrikels ist dieser Vergleich nicht ganz zutreffend; es findet nämlich hier nicht nur ein Aneinander- oder Auseinanderklappen zweier der Strömungsrichtung parallel gelegener Gebilde, der beiden Plexusstreifen, statt, sondern es legt sich ein kleines Quersegel über diese beiden Gebilde, in seinem Bau und seiner Funktion nicht unähnlich einer Semilunarklappe der Aorta.

Die Kräfte, die die Flüssigkeit aus dem Ventrikel in die Subarachnoidalräume treiben, sind verschiedener Natur. Einmal wirkt der Sekretionsdruck der Plexusgebilde, zweitens wirkt die Schwerkraft, die die Flüssigkeit von oben nach unten befördert, bei aufrechter Körperhaltung des Menschen fraglos mit, drittens üben die Expiration und Inspiration, wie bereits Magendi zeigte, einen Einfluß auf die Strömung der Zerebrospinalflüssigkeit aus. Ein weiteres, bisher nicht beachtetes, wie mir scheint, nicht unbeträchtliches Moment der Strömung der Zerebrospinalflüssigkeit liegt in der Bewegung des Kopfes.

Ich möchte diesen letzten Punkt etwas genauer darstellen, da ich nirgendwo Angaben darüber gefunden habe. Hierbei muß ich etwas genauer auf die Topographie der Übergangsregion von Schädel zum Rückenmark eingehen.

Das Occiput und die beiden ersten Halswirbel, der Atlas und der Epistropheus, letzteren möchte ich nach dem Vorschlage von Fick (Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke im Handbuch der Anatomie des Menschen von v. Bardeleben) mit Axis bezeichnen, sind durch zwei Hauptgelenke, das obere Kopfgelenk, die Verbindung zwischen Atlas und Occiput, und das untere Kopfgelenk, die Verbindung zwischen Atlas und Axis, miteinander verbunden. Im oberen Kopfgelenk geht eine Bewegung vor sich, die man als Nickbewegung bezeichnen kann, im unteren Kopfgelenk eine Drehbewegung und nebenher noch eine Nickbewegung. Es interessiert an dieser Stelle nur die in sagittaler Richtung ausgeführte Nickbewegung.

Zwischen dem Occiput und dem Atlasbogen ist eine häutige, nicht besonders feste Platte, die Membrana atlanto-occipitalis posterior, ausgespannt; zwischen dem Atlas und dem Axisbogen findet sich ein ähnliches, mit Membrana atlanto-axialis bezeichnetes Gebilde. Diese beiden Häute wirken als Verstopfungsbänder der Lücken zwischen den entsprechenden Knochenteilen. Die Häute sind mit der Dura, die an dieser Stelle besonders derb ist, nur locker verbunden und sollen nach den Angaben von Fick so schlaff sein, daß sie bei extremer Vorwärtsbeugung des Kopfes noch nicht völlig angespannt sind.

Der Bewegungsumfang der Nickbewegung ist individuell recht verschieden. Fick gibt an, daß der Atlas gegen das Occiput eine maximale Verschiebung von 30 Grad, die Axis gegen den Atlas eine maximale Verschiebung von 9 Grad oder weniger ausführen kann. Die Bewegung im unteren Kopfgelenk in sagittaler Richtung sei eine außerordentlich geringe, wenn auch keineswegs nur eine „wackelnde Nebenbewegung“, da der Axiszahn bei der Bewegung nach hinten naturgemäß das andere Atlasband bei der Bewegung nach hinten an den vorderen Atlasbogen anstoßen muß. Fick macht in seinem Handbuch außerordentliche genaue Angaben über die Größe der Bewegungsmöglichkeit im oberen und unteren Kopfgelenk und gibt die Photographie eines von Hans Virchow hergestellten Präparates, das seine Angaben illustriert.

Ich war überrascht, auf Röntgenphotographien, aufgenommen in extremer Vorwärts- und Rückwärtsbeugung, Verhältnisse zu finden, die ich mit den Angaben von Fick offenbar nicht ganz in Einklang bringen kann. Es zeigte sich nämlich, daß die Exkursionen, die der Atlas gegen das Occiput macht, geringer sind als die Exkursionen, die die Axis gegen den Atlas macht. Um zwei Beispiele anzuführen, gebe ich folgende Zahlen:

1. 23jähriger schlanker Mensch:

- a) extreme Rückwärtsbeugung; Entfernung von Atlas bis Occiput im Röntgenbilde 9 mm, Entfernung von Atlas bis Axis im Röntgenbilde 8 mm;
- b) extreme Vorwärtsbeugung; Atlas bis Occiput  $11\frac{1}{2}$  mm, Atlas bis Axis 11 mm.

## 2. 28jähriger kräftiger Mensch:

a) Atlas bis Occiput 6 mm, Atlas bis Axis 7 mm;

b) Atlas bis Occiput  $8\frac{1}{2}$  mm, Atlas bis Axis 10 mm.

Nach diesen Beobachtungen müssen die Exkursionen in sagittaler Richtung im unteren Kopfgelenk recht beträchtlich sein. Ich habe diese Exkursionen auch bei einem Manne gemessen, der infolge eines Hirntumors eine gewisse Nackensteifigkeit hatte, und fand gleichfalls auf dem Röntgenbild eine ziemlich große Verschiebung von Atlas gegen die Axis, während der Zwischenraum zwischen Occiput und Atlas sowohl bei extremer Vorwärts- und Rückwärtsbeugung ziemlich schmal und gleichweit blieb.

Der oberste Teil des Wirbelkanals vor seinem Übergang in die Schädelhöhle ist bedeutend geräumiger als die unteren Partien des Wirbelkanals.

Er stellt ein trichterförmiges Gebilde dar, dessen obere breite Öffnung durch den unteren Rand des Hinterhauptloches und dessen untere schmale Begrenzung durch den oberen Rand des 3. Wirbels gebildet wird. Dieser trichterförmige Kanal zeigt da, wo er durch den Atlas geht, eine gewisse Einschnürung, die dadurch zustande kommt, daß der hintere Bogen des Atlas ein wenig nach vorn geschoben ist und sich hier vor dem Zahn der Axis ein Querband des Atlas hinüberlegt. Diese Einschnürung zeigt gewisse individuelle Verschiedenheit, je nachdem der trichterförmige Raum höher oder schmaler ist. Die Wichtigkeit dieser Einschnürung wird aus einer Ausführung im letzten Kapitel erhellen.

Der trichterförmige Raum wird ausgefüllt von dem Rückenmark, verlängertem Mark, der unteren Partie des Kleinhirns (Flocculus, Tonsille) und der Cisterna magna mit ihren beiden seitlichen Ausläufern. Die bildliche Darstellung dieser Gegend ist zumeist außerordentlich ungenau. Charakteristisch für eine solche ungenaue Darstellung ist die so häufig wiedergegebene Abbildung eines Median-schnittes durch Schädel und Gehirn mit Einzeichnung der Zisternen von Key und Retzius in den Studien in der Anatomie des Nervensystems und des Bindegewebes Taf. III, Fig. 1. Der Hauptfehler liegt darin, daß der hintere untere Pol des Kleinhirns (die Spitze der Uvula) zu weit nach hinten und oben gezeichnet ist. Die Vallecule öffnet sich nicht nach der Schädelhöhle, sondern nach der Rückenmarkshöhle zu, und die innere Begrenzung der Cisterna magna legt sich nicht an das Okziput an, sondern an denjenigen Teil der Dura, der zwischen Okziput und Atlas frei ausgespannt ist. Eine klassische Abbildung gibt W. Braune in seinem bekannten Atlas auf Taf. I a. Diese Abbildung kann in jeder Beziehung als ein genaues Abbild der Wirklichkeit angesehen werden. Ich empfehle, künftighin nicht die genannte Abbildung von Key und Retzius in die Lehrbücher zu übernehmen, sondern in die Braunesche Abbildung die Zisternen nach den Retziusschen Angaben einzutragen, wodurch dann gleichzeitig ein zweiter Fehler, der sich in der Retziusschen Zeichnung findet, vermieden wird, nämlich die viel zu breite Angabe der ganz schmalen Cisterna vor der Pons.

Die Lage des Kleinhirns am Übergang des Schädels am Wirbelkanal ist außerordentlichen Schwankungen unterworfen und hängt erheblich von den Druckverhältnissen der Schädelhöhle ab. Ich habe Sektionen von Menschen gesehen, die an Hirntumor gestorben sind, bei denen die unteren Partien des Kleinhirns, besonders die Tonsille, in den oberen Teil des Wirbelkanals fest eingekellt waren und als deutliche Zapfen hinter und seitlich des verlängerten Markes nach unten bis zum oberen Rande des 3. Wirbels zogen.

Das sind ja bekannte Dinge. (Vergleiche hierzu Chiari, Über Veränderungen des Kleinhirns, der Pons und der Medulla oblongata infolge von kongenitaler Hydrozephalie des Großhirns. Denkschrift der Kais. Akad. d. Wiss. Bd. 63, Wien 1896.) In den genannten Fällen ist die Cisterna magna fast vollständig verschwunden oder in erheblicher Weise verändert. Chiari erwähnt in seiner eben genannten interessanten Arbeit leider nichts über den Zustand der Zisternen. Die Größe dieser Zisternen hängt von der Kopfhaltung ab. Es ist schon erwähnt, daß sich ihre hintere Wand gegen den Teil der Dura anlegt, der zwischen Atlas und Occiput ausgespannt ist und in seiner Ausdehnung der Membrana atlanto-occipitalis entspricht. Beim Zurückbiegen des Kopfes nach hinten wird die Entfernung zwischen Occiput und Atlas und Atlas und Axis verkleinert, dadurch die Hinterwand der Cisterna magna, dadurch die Cisterna magna verkleinert. Beim Biegen des Kopfes nach vorn findet das Entgegengesetzte statt.

Durch die fortwährende Bewegung des Kopfes findet eine Vergrößerung und Verkleinerung der Zisterne statt, wodurch eine gewisse Saug- und Pumpwirkung ausgeübt wird. Die Flüssigkeit gelangt durch den 4. Ventrikel heraus bei Vergrößerung der Zisterne, bei ihrer Verkleinerung wird Flüssigkeit nach unten in den Rückenmarkskanal abgepreßt, da ja die Klappen der Öffnung am Ventrikel ein Zurückströmen der Flüssigkeit verhindern. Key und Retzius beschreiben am vorderen Rande der Oblongata unterhalb der Verbindungsstelle der Arteriae vertebrales zur basilaris in Anlehnung an die obersten Zipfel des Ligamentum denticulatum ein eigenartiges, klappenförmiges Gebilde, das den Flüssigkeitsstrom von oben nach unten, also vom Schädel in den Wirbelkanal gelangen lassen kann, aber nicht umgekehrt. Kurz zusammengefaßt, es findet sich beim Übergang von Schädel in Wirbelsäule ein Pumpwerk, das auf die Bewegung des Liquor cerebrospinalis einen außerordentlichen Einfluß ausübt.

Zur Illustration des eben Gesagten bringe ich folgenden Fall unserer Klinik: Ein Soldat wird in der sich als irrig erweisenden Annahme wegen eines diagnostizierten Kleinhirnwinkelbrückentumors operiert. Ein 12 : 7 cm großes Loch wird in die linke Seite des Hinterhauptbeins gemacht. Ein Tumor wird nicht gefunden, die Knochenlücke bleibt bestehen, auch anscheinend ein Duradefekt. Der Knochen- und Duradefekt liegt so, daß seine untere Grenze nur ganz wenig von dem oberen Rande der Cisterna magna entfernt ist. Es befindet sich also über der Cisterna magna eine nachgiebige Fläche. Man überlege, was geschehen muß. Die Cisterna magna wirkt als Pumpwerk. Unter normalen Verhältnissen gelangt die Flüssigkeit zu-

meist nach unten, da nach oben die Dura und der Schädelknochen ein Hinaufsteigen nach oben verhindern. In unserem Falle fehlt oben das Widerlager, es gelangt Flüssigkeit nach oben, die Cisterna erweitert sich nach oben und es muß eine Lymphzyste unter der Haut entstehen. Dieser Fall ist tatsächlich eingetreten; der Soldat hat hinter dem Ohr eine faustgroße Zyste, die alle 8 Tage punktiert werden muß, aus der etwa 200 ccm Liquorflüssigkeit entleert werden. Der Flüssigkeitsdruck beträgt 11 mm Hg. im Sitzen.

Ein zweites Beispiel: Man denke sich einen entzündlichen eitrigen Vorgang in einem Gelenk oder einer andern Körperstelle. Was versucht der Körper selbst zu tun, und was werden wir therapeutisch tun? Ruhestellung. Man denke sich eine Eiterung der Leptomeninx. Der Körper wird versuchen, eine Ruhestellung der Leptomeninx hervorzurufen, das heißt, er wird die Zirkulation zu beschränken oder zu verhindern suchen. Wie ist das zu erreichen? Durch Ruhigstellung der Cisterna magna. Wie ist die Ruhigstellung zu erreichen? Durch Beschränkung der Kopfbewegung in sagittaler Richtung, Nackensteifigkeit.

Die Genickstarre, die im extremen Zurückwerfen des Kopfes nach hinten besteht, ein Symptom der spezifischen Meningitis, erkläre ich mir in folgender Weise: Erstens, der Körper sucht die Cisterna magna ruhigzustellen, dieses könnte ja auch erreicht werden, durch extreme Vorwärtsbiegung des Kopfes. Der Körper wirft den Kopf nach hinten und fixiert ihn in dieser Lage. Dadurch wird erstens die Ruhigstellung, zweitens eine außerordentliche Verkleinerung der Cisterna magna zustande gebracht.

Die Öffnung am 4. Ventrikel stellt die einzige direkte Verbindung zwischen Ventrikel und Subarachnoidalräumen dar. Es ist die einzige Stelle, an der Keime direkt in die Ventrikelhöhle hineingelangen können. Durch die Verkleinerung der Cisterna magna werden auch die Wände der Öffnungen des 4. Ventrikels fest aneinandergelegt und so geschlossen. Das Foramen Magendi ist bei äußerster Bewegung des Kopfes nach hinten sicher fest zugeschlossen, da die medialen unteren Teile der Tonsille fest dagegen drücken.

Es ist erstaunlich, zu sehen, wie bei ausgedehnten eitrigen Veränderungen der Leptomeninx die Cisterna magna freibleibt. In diesen Tagen habe ich zwei Fälle von Pneumokokkeneiterung der Hirnhäute gesehen, bei denen die Zisternen bei der Basis des Gehirns mit Eiter vollgepfropft waren. Bei dem einen Fall (aus der Medizinischen Universitätsklinik) war bereits die eitrige Veränderung von der hinteren Wand des Kleinhirns auf die hintere untere Begrenzung der Cisterna magna gekrochen, ohne daß sich in dem Innern der Cisterna magna Eiter befand. In beiden Fällen bestand ausgesprochene Nackensteifigkeit, bei dem andern Falle (Kind aus dem Städtischen Krankenhaus) bestand in den letzten Tagen vor dem Tode ausgesprochene Genickstarre.

Zum Schluß möchte ich noch einen Fall unserer Klinik erwähnen: Ein Soldat bekommt einen Säbelhieb über die obere Partie des rechten Scheitelbeins. Ich bekomme den Mann mit einer Eiterung an der Dura. Eröffnung des Schädels,

Spaltung der Dura, der eitrige Prozeß dringt weiter in die Tiefe. Die Dura wird weiter gespalten, es tritt ein ausgedehnter Gehirnprolaps der Regio parietalis ein. Keine Genickstarre. (Ein ausgedehnter Gehirnprolaps scheint mir auch zum Teil eine Schutzmaßregel gegen das Weiterkriechen der Eiterung zu sein, denn durch die Erhöhung des Gehirndruckes und das Gegenpressen der Gehirnmassen gegen den Knochendefekt wird die Leptomeninx fest gegen die Dura gepreßt, und die Lücken in der Leptomeninx selbst werden verkleinert.) Bei dem Soldaten keine Nackensteifigkeit, dabei schweres Krankheitsbild. Ganz plötzlich eines Nachmittags Nackensteifigkeit, Verschlimmerung des Allgemeinzustandes. Nach 8 Tagen Exitus.

Die Sektion ergibt: Eitriger Zerfall des oberen Teiles des Scheitellappens, Durchbruch der eitrigen Erweichung tangential durch den Scheitellappen, eitrige Veränderung der großen Cisterna um die Vena magna.

Erklärung des Krankheitsbildes: Eiterung und Zerfall im Parietallappen, Abkapselung dieser Eiterung durch Gehirnprolaps. Durchbruch tangential durch den Parietallappen nach der großen Cisterna magna an der Vena Galeni magna. Nackensteifigkeit. Genickstarre. Die lokale Eiterung geht in das Stadium des Allgemeindefektes über. Schweres Krankheitsbild. Tod.

## Zweiter Teil.

### Beschreibung der beobachteten Fälle.

Es ist eine größere Anzahl von Fällen (16) beobachtet worden, beschrieben werden jedoch, um Wiederholungen ähnlicher Bilder zu vermeiden, nur 6. Der größere Teil der Gehirne war zusammen mit dem Schädel in Formol gehärtet. Die Zeichnungen sind von mir selbst hergestellt worden.

Das Alter der Individuen wird im Einzelfalle nicht angegeben; alle Individuen waren jünger als 6 Monate.

#### Gehirn Nr. 1 (Fig. 2).

Die Leptomeninx ist derb und fest, die Zisternen sind ganz flach. Die Cisterna cerebello medullaris stellt einen schmalen, frontal verlaufenden Sack (vgl. Fig. 13) dar. Öffnungen am 4. Ventrikel fehlen vollständig. Sowohl das Foramen Magendi wie die Foramina an dem Recessus lateralis sind durch feste Membranen verschlossen.

Die Gehirnventrikel sind alle in gleicher Weise erweitert und stehen durch weite Öffnungen und Kanäle miteinander in Verbindung. Der 4. Ventrikel ist domförmig erweitert, seine Recessus laterales sind verhältnismäßig wenig erweitert. Das Velum medullare posterius ist breit ausgezogen und legt sich fest an den Nodus an.

Der 3. Ventrikel besitzt eine fast kugelförmige Gestalt und steht mit zwei mächtigen Öffnungen mit den Seitenventrikeln in Verbindung. Das Dach des Ventrikels ist derb und zum Teil mit der bandförmigen Fimbria verwachsen. Die Zirbel ist sehr klein und schmal, über ihr befindet sich ein dünner, weiter, gegen die Vierhügel ausgestülpter Sack, der den Recessus suprapinealis darstellt. Der Plexus besteht aus einer kleinen, quer von einer Monroischen Öffnung zur andern ziehenden Leiste, die sich direkt in die Plexus der Seitenventrikel fortsetzt. Die Commissura posterior und die Commissura anterior sind deutlich zu erkennen. Die Commissura intermedia fehlt.

Die Gebilde am Boden des 3. Ventrikels, Corpora mammillaria, Recessus opticus et infundibuli, stellen einen dünnwandigen Sack dar, der sich gegen die Schädelbasis zu ausstülpt und die hier befindlichen Arachnoidalzisternen verdrängt und fast vollständig zum Verschwinden bringt.

Die Seitenventrikel sind in ihrer ganzen Ausdehnung gewaltig erweitert und hängen sowohl durch den 3. Ventrikel als auch direkt durch eine Anzahl großer und kleiner Öffnungen untereinander zusammen. Die einzelnen Teile des Ventrikels sind erkennbar und in gleicher Weise erweitert. Die Wände des Seitenhorns sind sehr dünn, was dadurch zustande kommt, daß der Gyrus hippocampi zu einer schmalen Platte ausgezogen ist. Fascia dentata und Fimbria sind verhältnismäßig wenig verändert.

Der Plexus besteht aus einer einheitlichen, wurstförmigen Masse, die sich um die Stammganglien herumlegt.

#### Gehirn Nr. 2 (Fig. 3).

Dieses Gehirn ähnelt in seiner Veränderung außerordentlich dem eben beschriebenen Objekt Nr. 1. Es handelt sich wiederum um eine allgemeine Erweiterung der Ventrikel bei Verschuß der Öffnung am 4. Ventrikel und einer im allgemeinen nicht besonders ausgesprochenen Verdünnung der Gehirnmasse. Der 4. Ventrikel ist verhältnismäßig wenig erweitert. Der 3. Ventrikel zeigt einen selten schön ausgebildeten Recessus suprapinealis, einen dünnwandigen, an den Rändern von schmalem Plexussaum eingefassten Sack; dieser ist nach hinten und oben in einem Trichter ausgezogen, der etwa 2 cm lang ist; die Glandula pinealis ist auffallend groß und massig.

An diesem Gehirn sind besonders bemerkenswert Veränderungen an der Ammonformation, die auf der beigegebenen Abbildung sehr deutlich zu erkennen sind und die ich mit einigen Worten beschreiben möchte.

Der Gyrus hippocampi ist ein dünner Sack. Die Fascia dentata und das Ammonshorn sind nur wenig verändert. Fornix und Fimbria sind zu einer dünnen Platte ausgezogen; der Plexus hängt vollständig am Nucleus caudatus.

Die Leptomeninx ist derb und fest, Zisternen sind fast nicht zu unterscheiden.

#### Gehirn Nr. 3 (Fig. 4 und 5).

Es sind zwei Abbildungen von diesem Gehirn gegeben, ein Medianschnitt und ein Frontalschnitt etwas hinter der Kreuzung des Nervus opticus. Die Gehirnentrikel sind eigenartig, buchtig und blasig verändert. Die Abbildung zeigt mehr als eine Beschreibung geben kann. Die einzelnen Teile im Ventrikel sind kaum zu erkennen. Es hat eine allgemeine buchtige Erweiterung und blasige Veränderung der Ventrikel und des Aqueductus stattgefunden. Die Öffnungen am 4. Ventrikel sind durch derbes, fibröses Gewebe verschlossen. Plexusgewebe ist im 3. und in den Seitenventrikeln nur in Spuren nachweisbar; im 4. Ventrikel zeigt der Plexus nur eine recht geringe Größe.

Die Großhirnrinde zeigt im allgemeinen keine Veränderung.

#### Gehirn Nr. 4 (Fig. 6, 7 und 8).

Die Großhirnwandungen des Gehirns Nr. 4 bestehen nur zum Teil aus nervöser Substanz. Der ganze Lobus temporalis, die umgebenden Partien des lobus parietalis sind häutig und stellen einen derben Sack dar, der sich zum Teil noch über die Reste der nervösen Rindenformation hinüberlegt. Die großen Stammganglien und die Ammonsformationen sind vorhanden.

Die Leptomeninx ist derb, das Relief der Hirnbasis ist flach, so wie die Zisternen; die Arteria basilaris ist geschlängelt und weicht ganz nach links aus, so sehr ist die Brücke gegen die Hirnbasis gedrückt, daß die Arterie hier keinen Raum findet.

Der 4. Ventrikel ist etwas erweitert, die Öffnungen sind unscheinbar und teilweise vollkommen verschlossen.

Der 3. Ventrikel ist auffallend schmal, die Kommissuren sind vorhanden, die Massa intermedia ist breit. Der Plexus ist ordnungsmäßig ausgebildet. Die Monroischen Öffnungen fehlen.

Die beiden Seitenventrikel stehen durch eine große, ovale Öffnung miteinander in Verbindung, deren obere Begrenzung durch die Reste der Brücke und deren untere Begrenzung durch die bandförmige Fimbria begrenzt ist, es ist also die Brücke, soweit eine solche vorhanden ist, durch einen weiten Raum von der Fimbria getrennt.

Das Hinterhorn zeigt mehrere Ausstülpungen, die hier vorhandene Gehirnrinde ist erheblich verdünnt. Eine dieser Ausstülpungen ist mehrere Zentimeter lang und breit und legt sich als prall gefüllte Blase über die Vierhügel und einen Teil des Kleinhirns. (Siehe Abb. 8.) Man ist versucht, den ersten Augenblick zu glauben, einen monströs entwickelten Recessus suprapinealis vor sich zu haben. Physiologisch mag diese Aussackung demselben Zwecke gedient haben.

Das Seitenhorn ist klein und von geringer Kapazität.

Ein bemerkenswertes Verhalten zeigt der Plexus der Seitenventrikel (siehe Abbildung und spätere Beschreibung.

Gehirn Nr. 5 (Fig. 9 und 10, ferner Fig. 14).

Die Ventrikel dieses Gehirns sind mächtig erweitert, die Hirnrinde ist außerordentlich verdünnt. An den Seitenventrikeln ist ein Unterhorn deutlich zu unterscheiden. Der Uncus gyri hippocampi ist blasenförmig erweitert und zieht weit nach vorn. Das Ammonshorn ragt als ein deutlicher Wulst in die Ventrikelhöhle hinein, der Gyrus hippocampi ist zu einer dünnen Platte (1 mm) ausgezogen und stellt die dünnste Partie der Hirnrinde dar. Die Seitenventrikel stehen in unmittelbarer Verbindung durch eine große, fast kreisförmige Öffnung, die sich zwischen der Fornix und den Resten des Balkens befindet. Die Foramina Monroi sind sehr weit und kreisförmig; der 3. Ventrikel ist stark erweitert, aber lange nicht in dem Maße wie die Seitenventrikel. Der Recessus suprapinealis wölbt sich als eine halbkugelförmige Blase nach hinten. Der Recessus infundibuli stellt eine 20 mm breite und 23 mm lange, dünnwandige Blase dar, die die Corpora mamillaria ganz nach hinten drängt und die ganze Fossa interpeduncularis ausfüllt. Zisternen befinden sich an dieser Stelle keine, da die dünne Blase sich fest gegen das Periost anlegt.

Besonders schön sind an diesem Gehirn die Öffnungen am Ende des 4. Ventrikels beschaffen. Es ist versucht worden, diese Gegend zu photographieren (siehe Fig. 14). Auf der linken Seite ist ein Teil der Leptomeninx (Arachnoidea) derart weggeschnitten worden, daß man in die Zisternen, die sich seitlich und hinter der Pons befinden und gewissermaßen die vordere und seitliche Fortsetzung der Cisterna magna bilden, hineinsehen kann. Auf der andern Seite ist diese Platte stehen gelassen. Man erkennt ausgezeichnet die Beziehungen der Hirnnerven zu der Leptomeninx in viel schönerem Maße, als dies beim normalen Gehirn der Fall zu sein pflegt. Man sieht deutlich, wie der Trigeminus von dem Rande der Brücke quer durch die Zisterne hindurchzieht, und an ihrer vorderen und seitlichen Partie das abgeschnittene Blatt der Zisterne (Arachnoidea); ein ähnliches Verhalten zeigt der Acustico-facialis. Man sieht ferner, wie die Zisternen durch eine frontal verlaufende Platte, die sich zwischen dem Trigeminus und dem Acustico-facialis befindet, die Zisterne in einen vorderen und seitlichen Teil scheidet. Ganz andere Verhältnisse zeigt der Nervus hypoglossus; dessen Wurzeln sind gewissermaßen in der vorderen Begrenzungsplatte der Zisterne (Arachnoidea) eingebettet und ziehen quer über die Öffnung am Recessus lateralis hinweg. Zwischen ihnen und dem Recessus befindet sich die Zisterne.

Sehr schön sind die Öffnungen am 4. Ventrikel zu sehen, die in ihrer mächtigen Erweiterung und Verhärtung ihrer Ränder gewissermaßen Karikaturen der normalen Verhältnisse darstellen. Die Öffnungen klaffen, die Ränder sind verhärtet, sie wirken nicht mehr als Klappen, sondern als starre Röhren, vergleichbar mit sklerotischen, insuffizienten Herzklappen.

Die Öffnungen am Ende des 4. Ventrikels sind dreieckig, die Schenkel des Dreiecks sind annähernd gleichgroß. Die Öffnungen am Recessus lateralis sind eiförmig und lassen deutlich zwei Plexusstreifen, einen mehr lateralen, am Flocculus sich befestigenden, und einen mehr medialen, erkennen.

Die Plexusgebilde der Ventrikel stellen raupenförmige Massen dar, ohne Besonderheiten. Das Ependym ist besonders auf den Stammganglien und am Boden des 4. Ventrikels granuliert.

Die Vena cerebri magna ist ein großes Gefäß; ihre beiden Schenkel in der Pialamelle über dem 3. Ventrikel sind weit auseinandergedrängt; zahlreiche Anastomosen verbinden sie miteinander.

#### Gehirn Nr. 6 (Fig. 11 und 12).

Dies Gehirn ist das größte von den untersuchten, es mißt in querer Richtung 18 cm, in vertikaler Richtung 17 cm, es ist also im Frontalschnitt fast kreisrund.

Das Gehirn bildet einen großen, schwappenden Sack; seine Masse ist außerordentlich weich und nahm auch nach Fixation in Formalin keine feste Konsistenz an. Es wurde mitsamt der ganzen Schädelkapsel gehärtet, beim Herausnehmen riß der hintere Teil der Medulla oblongata ab, so daß die Beschaffenheit der Öffnungen am 4. Ventrikel nicht vollständig klar erkannt werden konnte, vorhanden waren solche Öffnungen.

Das Gehirn gleicht in vieler Hinsicht dem unter Nr. 5 beschriebenen, nur sind die Ventrikel noch stärker ausgedehnt, und die Großhirnrinde ist noch erheblich dünner. Auf der beigegebenen Abbildung ist deutlich zu sehen, daß die seitlichen Partien des Palliums die größte Verdünnung erfahren haben.

Einige Besonderheiten zeigt dieses Gehirn in auffallender Schönheit: von dem mittleren Teil des rechten Seitenventrikels zieht ein langer, mehrere Zentimeter breiter, wurstförmiger Sack nach hinten (vgl. hierzu Fig. 12), der mit seiner hintersten Spitze bis in die Vallecule cerebelli reicht und eine tiefe Impression an der Dorsalfäche des Kleinhirns macht. Der Sack ist ganz dünnwandig und sieht aus wie ein zarter Schleier. Dieser dünnwandige Sack nimmt seinen Ursprung nicht direkt von dem genannten Teil der Hirnwandung, sondern von einer etwa nußgroßen, dickwandigeren Ausstülpung des Ventrikels, die eine ähnliche Beschaffenheit hat wie das gleiche Gebilde beim Gehirn Nr. 4 (vgl. Fig. 12). Zwischen dem Balken und der Fornix ist eine ganz dünne, durchsichtige Platte ausgespannt, die sich nach hinten ausstülpst und auf die beschriebenen Säcke legt. Das Infundibulum ist mächtig erweitert und stellt eine große, halbkugelförmige Blase dar, welche den ganzen Raum an der Basis des Gehirns einnimmt und die Zisternen, die sich sonst hier befinden, vollkommen verdrängt. Die Kommissuren sind deutlich ausgeprägt, besonders schön sieht man die Commissura anterior, die den vorderen Rand der Monroischen Öffnung begrenzt.

Die Hypophysis ist eine dünne Platte.

### Dritter Teil.

#### Zusammenfassung.

##### A. Anatomisches.

Nach der Beschreibung der untersuchten Gehirne ist festzustellen, ob sich bei diesen gemeinsame Merkmale auffinden lassen und welcher Art diese sind. Ich bespreche zuerst als das Wichtigste die Ventrikel und ihre Ausführungsgänge, einschließlich des Plexus, dann die Stammganglien und Kommissuren, hierauf das Pallium, Mittel- und Kleinhirn.

Die Ventrikel fanden sich stets erweitert. Die Erweiterung war bald eine größere, bald eine kleinere. Die Kapazität der Ventrikel ist eine verschiedene. Die höchste Kapazität hat Fall 6. Am Seitenventrikel ist besonders das Unterhorn deutlich ausgebildet, das Vorderhorn ist gleichfalls deutlich zu erkennen. Das Ependym der Ventrikel ist mitunter mächtig verdickt; im Gehirn Nr. 6 mißt es bis zu 3 mm.

Anton beschreibt im Handbuch der pathologischen Anatomie des Nervensystems eine gewisse Taschenbildung am Ependym, eine solche konnte auch festgestellt werden in Fall 3. Hier nahm diese Taschenbildung eine großartige Gestalt an dadurch, daß das Ependym Ausbuchtungen und weite Höhlen bildete, die oft nur durch dünne Verbindungsgänge mit dem ursprünglichen Ventrikel in Verbindung stehen. In diesem Falle liegen die produktiven Vorgänge des Ependyms zutage.

Ein außerordentlich merkwürdiger Vorgang ist die Bildung von Ausstülpungen am hinteren Ende des Seitenventrikels, die sich in großartiger Weise nach hinten und unten erstrecken, die Zisternen über dem Mittelhirn ausfüllend, und tiefe Eindrücke in das Kleinhirn hinterlassen. Eine solche Taschenbildung wurde beobachtet in Fall 4 und 6. Diese beiden Fälle betreffen die Gehirne mit der größten Ausdehnung der Ventrikel. Die Funktion dieser Ausstülpungen scheint klar zu sein, wenn man sich die Überlegungen über den extraventrikulären Plexus niederer Wirbeltiere, die im ersten Kapitel dargelegt wurden, vergegenwärtigt. Es ist diesen Tieren möglich, die Kapazität ihrer Hirnventrikel um ein bedeutendes zu erhöhen, ohne ihre Hirnsubstanz selbst durch Ausdehnung schädigen zu müssen. Der gleiche Vorgang hat hier stattgehabt. Durch diese Ausstülpung, die als prall gefüllte Säcke in die Subarachnoidalräume hineinreichen, wird die Kapazität der Ventrikel erhöht, ohne daß dadurch die Erweiterung der eigentlichen Hirnventrikel mit diesem Vorgang Schritt zu halten braucht. Sicher ist dieser eigentümliche Vorgang als etwas Zweckmäßiges aufzufassen. Es ist merkwürdig, wie sich mitunter pathologische Vorgänge vergleichen lassen mit Bildungen, die wir bei niederen Formen als normal zu finden gewohnt sind. Eigentümlich ist es, daß die von uns beobachteten Ausstülpungen von dem hinteren Teil der medialen Ventrikelwand ausgingen. Über diese Beschaffenheit dieser Säcke ist bereits bei den einzelnen Formen berichtet worden. Welch außerordentliche Ähnlichkeit die von Chiari beschriebene Sackbildung am Hinterteil des Kleinhirns mit diesen Ausstülpungen und mit einer ähnlichen Bildung an der Deckplatte des 4. Ventrikels der Vögel hat, möchte ich nicht unerwähnt lassen. (Vergleiche hierzu Graf Haller, Studie zur Anatomie und vergleichenden Anatomie der Rautengrube. Archiv der Anatomie und Physiologie 1915; Chiari, Über Veränderungen des Kleinhirns, der Pons und der Medulla oblongata infolge von kongenitaler Hydrozephalie des Großhirns, Denkschriften der Kais. Akademie der Wissenschaften, Math.-naturw. Klasse, Bd. 63. Wien 1896.) Weitgehende Veränderungen weist der 3. Ventrikel auf, der, abgesehen von Fall 4, bei dem es zu einem Verschuß der Monroischen Öffnung gekommen ist, jedesmal bedeutend erweitert war. Die Seitenteile des 3. Ventrikels sind auseinandergedrängt, seine untere Begrenzung, die Recessus infundibuli et optici sind zu einer dünnwandigen, halbkugelförmigen Blase ausgeweitet, die den ganzen Raum der Zisternen an der Basis des Gehirns einnimmt. Besonders interessante Veränderungen weist die häutige Decke des dritten Ventrikels auf. Im ersten Kapitel ist dieses Gebilde eingehender betrachtet worden, seine außerordentliche charakteristische Gliederung ist dargestellt worden, und hieran

können wir anknüpfen. Es ist besprochen worden, welche topographische und morphologische Bedeutung dem Velum transversum zukommt. Es ist dargestellt worden, daß das Velum transversum die Grenze zwischen Mittel- und Vorderhirn, die Grundlage für die Bildung des Plexus, bildet.

Bei den untersuchten Fällen fanden sich nun Veränderungen, die es mit den Gebilden bei niederen Formen vergleichen lassen. Nicht nur fehlt dem Dache des 3. Ventrikels mitunter sein Plexus fast vollständig, er ist sogar in einigen Fällen als ein dünnwandiger Recessus suprapinealis ausgebildet. Es ist im ersten Teil so ausführlich über diese Gebilde gesprochen worden, daß ich mich hier mit einem kurzen Hinweis begnügen muß. Die Ähnlichkeit im letzteren Falle ist mit der Decke des 3. Ventrikels niederer Formen natürlich verzerrt, aber so ausgesprochen, daß ich bloß darauf hinzuweisen brauche.

Die vergleichende Anatomie ist eine morphologische Wissenschaft, ihre Gesetze beziehen sich lediglich auf die äußere Form der Organismen. Ihre Gesetze können sinngemäß umgedacht und angewandt werden auf eine vergleichende Physiologie. Es ist anzunehmen, daß z. B. Stellen des Gehirns da nachgeben werden, da Ausbuchtungen bilden werden, wo im früheren phylogenetischen Leben sich eine Ausbuchtung befand. Nicht etwa, weil diese Stelle nachgiebiger wäre, wie die Nachbarpartie, sondern weil gewissermaßen eine Erinnerung (Mneme) an den phylogenetischen Vorgang zurückgeblieben ist. Es bildet sich am Ende der Decke des 3. Ventrikels bei der allgemeinen Ausbuchtung dieses Teiles noch ein besonderes Säckchen, weil sich hier in der Phylogenie des Gehirns ein Säckchen befand.

Wächst ein Aneurysma gegen die Wirbelsäule, so wird in erster Linie das Knochengewebe zum Verschwinden gebracht, während die Intervertebralscheiben sich wie Leisten gegen das Aneurysma lehnen. Findet diese verschiedenartige Resorptionsstärke der Gewebe nur dadurch statt, daß das Bindegewebe der Intervertebralscheiben einen stärkeren mechanischen Widerstand dem heranwachsenden Aneurysma entgegenstellt? Ich glaube nicht. Das Bindegewebe der Intervertebralscheiben, ein phylogenetisch viel älteres Gewebe als die Knochen, weist eine viel größere biologische Widerstandsfähigkeit auf (diese biologische Widerstandsfähigkeit scheint sich hier in erster Linie auf Druck zu beziehen) als das Knochengewebe. Ähnliche Erscheinungen werden sich auch bei der Besprechung der Hirnkommissuren wiederfinden.

Der 4. Ventrikel erwies sich stets bedeutend erweitert. Man findet in der Literatur recht oft Angaben, daß dieser Ventrikel an der allgemeinen Erweiterung nur relativ wenig teilnimmt. Bei den untersuchten Gehirnen fand sich jedesmal eine ausgiebige Erweiterung dieses Ventrikels, die vor allem auf Kosten des Wurmes stattgefunden hat. Die Recessus laterales des 4. Ventrikels sind besonders schön zu erkennen gewesen, sie stellen röhrenförmig nach beiden Seiten abgehende Gebilde dar. Erwähnen möchte ich noch, daß das Ependym des 4. Ventrikels keine

körnige Beschaffenheit zeigt, wie das der vorderen Ventrikel, sondern ganz eigenartig netzförmig gefeldert ist.

Den Aquaeductus fand ich stets erweitert, sein interessant gegliedertes Relief ist verloren gegangen. Die zarten Ependymfalten und Leisten, die ihm ein so überaus delikates Aussehen geben, sind nicht oder fast nicht zu erkennen gewesen. Er stellt vielmehr eine mehr plumpe bis bleistiftdicke Röhre dar.

Die Foramina Monroi fanden sich mit Ausnahmen von Fall 3 und 4 mächtig erweitert und stellen große, rundliche Öffnungen dar. In Fall 3 fand sich die genannte Öffnung nicht erheblich erweitert, im Fall 4 war sie vollständig verschlossen. Hier möchte ich noch an die außerordentliche Ausdehnung der genannten Öffnungen bei niederen Formen der Wirbeltiere erinnern.

Die Seitenventrikel stehen nicht nur mittelbar durch den 3. Ventrikel miteinander in Verbindung, sondern auch unmittelbar durch zum Teil mächtige Öffnungen, die sich zwischen Balken und Fornix gebildet haben. Diese Öffnungen befinden sich an Stelle des zum Teil (Fall 4) vollständig fehlenden Septum pelucidum.

Der Plexus zeigt ein sehr verschiedenartiges Verhalten. In Fall 3 war im 3. und in den Seitenventrikeln fast gar kein Plexusgewebe zu erkennen. Beim Gehirn Nr. 4 hingegen zeigte der Plexus des Seitenventrikels eine außerordentliche, an embryonale Verhältnisse erinnernde Größe. In den meisten Fällen jedoch zeigte der Plexus keine den Ventrikeln entsprechende Veränderung. Es ist in der Einleitung bereits gesagt worden, in welcher Beziehung das Velum transversum zum Plexus steht. Der Plexus entwickelt sich aus diesem Quersegel von der Mitte nach der Seite zu sich ausbreitend. Man kann am Plexus des Seitenventrikels zwei Teile unterscheiden. Einen mehr medialen und oberen und einen mehr lateralen und unteren Teil (im Unterhorn). An der Grenze zwischen diesen beiden Teilen liegt ein besonders charakteristisch ausgebildetes Gewebe, der Globus. An dem beobachteten Gehirnbestand ist fast bei allen Fällen ein Mißverhältnis in der Größe des medialen Teiles im Verhältnis zum lateralen und erinnerte außerordentlich an embryonale Verhältnisse. Besonders bei Fall 4 erkennen wir die Anklänge an frühere Entwicklungsstadien außerordentlich genau. Beim Embryo stellt der Plexus eine aus zwei Blättern bestehende Platte dar, die weit in den Ventrikel hineinragt; an dem am weitesten in dem Plexus sich befindenden Teil zieht die Vene, und hier bildet sich auch das Plexusgewebe. Die Textfig. 4, die einen Durchschnitt durch das Gehirn eines Schweineembryos darstellt, erläutert das Gesagte sehr schön. Man sieht die Plexusplatte weit in den Ventrikel hineinragen, und an ihrer Spitze, da, wo das eine Blatt sich in das andere umschlägt, erkennt man das Plexusgewebe. Ein Vergleich dieser Abbildung mit dem Frontalschnitt durch das Gehirn Nr. 4 zeigt sehr schön, welche Ähnlichkeit diese Gebilde miteinander aufweisen. In einem späteren embryonalen Stadium verwachsen die beiden genannten Blätter der Plexusplatte zu einem einheitlichen Gebilde, an ihrer Basis jedoch, da, wo das obere Blatt an den Fornix, das untere Blatt in die Stammganglien übergeht, bildet sich

ein neuer Streifen, der die beiden zusammengewachsenen Blätter gewissermaßen umsäumt. Nehmen diese Leisten eine gewisse Größe an und verwachsen mit der ursprünglichen Plexusfalte, so nimmt der ganze Plexus ein plumpes, raupenförmiges Ansehen an. Die beschriebenen Vorgänge bei der Bildung des Plexus gelten nur für den oberen und medialen Teil des Plexus. Der untere und laterale Teil des Plexus, der Plexus des Unterhorns, bildet sich stets nur aus der ursprünglichen Plexusfalte, die aber besonders klein bleibt und einen sehr einfachen Bau aufweist. Bei den untersuchten Gehirnen war der Plexus des Unterhorns stets nur sehr

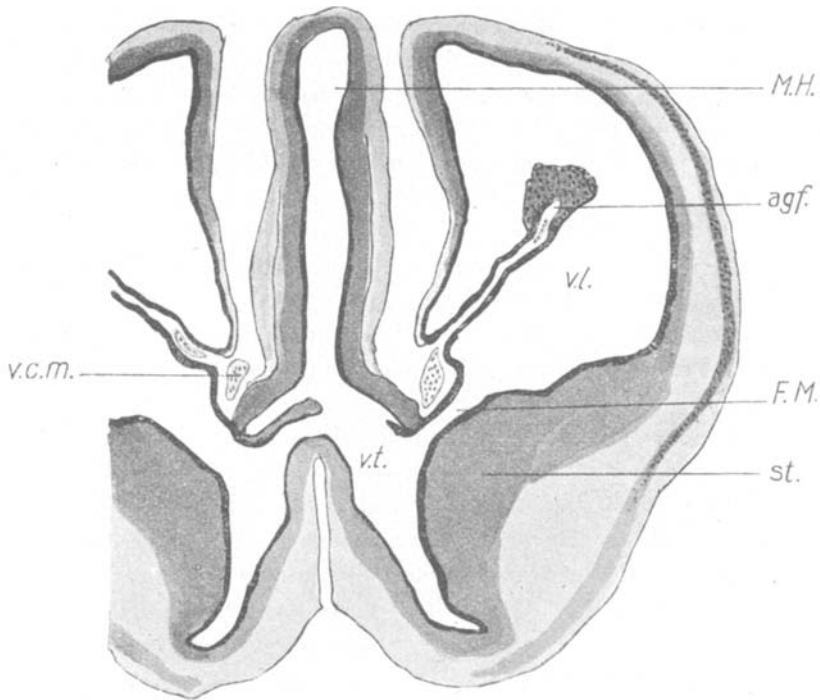


Fig. 4. Frontalschnitt durch das Gehirn eines etwa 20 mm langen Schweineembryo. Der Schnitt geht durch die Gegend der Foramina Monroi. *v.l.* Ventriculus lateralis, *v.t.* Ventriculus tertius, *M.H.* Mittel- und Teil des Zwischenhirns, *agf.* Adergeflechtfalte, *st.* Corpus striatum, *F.M.* Foramen Monroi, *v.c.m.* Vena cerebri magna (Wurzeläste).

dürftig ausgebildet. Er zeigte eine sehr eigentümliche topographische Lage, die darin besteht, daß er sich fest an den Nucleus caudatus anschließt, und hier mit breiter Basis verwachsen ist, hingegen mit der Fimbria durch eine dünne, breite Platte verbunden ist.

Der Plexus des 3. Ventrikels besteht bekanntlich aus zwei dünnen Streifen, die längs der Taenia thalami hinziehen und durch eine kleine, plexusfreie Haut miteinander verbunden sind. Mitunter findet man den ganzen Plexus jedoch aus einer Anzahl schmäler, der Taenia thalami parallel laufenden Streifen bestehend.

Die Veränderungen, die das Dach des 3. Ventrikels aufweisen, sind schon beschrieben worden, hier sei nur soviel gesagt, daß die beiden ursprünglichen Streifen entsprechend den beschriebenen Veränderungen weit auseinandergedrängt waren. Stets stellte dieser Plexus ein außerordentliches kleines Gebilde dar. In einer Anzahl von Fällen fehlte er vollständig.

Über das Verhalten der großen Hirnvene wird noch gesprochen.

Der Plexus des 4. Ventrikels war stets deutlich ausgebildet, und man unterschied an ihm die Teile, die man an einem normalen Gehirn findet.

Über die Öffnungen am Ende des 4. Ventrikels ist bereits bei der Beschreibung der einzelnen Fälle berichtet worden, wird im letzten Abschnitt noch etwas genauer gesprochen.

Über die Stammganglien ist nicht viel zu bemerken. Sie waren in allen Fällen auch da, wo das Pallium außerordentlich verdünnt war, vorhanden. Ihre Veränderungen bestanden lediglich darin, daß sie entsprechend der großen Ausdehnung der Ventrikel viel freier in den Gehirnhöhlen lagen, so daß sie mitunter in ihrer ganzen Ausdehnung zu überblicken waren. Sie erinnern in ihrer freien Lage außerordentlich an das fötale Gehirn.

Die Kommissuren:

Übereinstimmend kann gesagt werden, daß die Kommissur des Neopalliums der Balken außerordentliche Veränderungen erleidet, während die übrigen Kommissuren, die Kommissuren des Archipalliums, verhältnismäßig wenig geschädigt sind.

Die Veränderungen des Balkens sind doppelter Art. Der Balken ist erstens außerordentlich verdünnt, ja zum Teil verschwunden, zweitens, er ist nach oben gedrängt und von der Fornix getrennt durch einen großen Zwischenraum. Dieser Zwischenraum, der unter normalen Bedingungen nur im vorderen Teil vorhanden ist, ist hier durch die Blätter des Septum pellucidum ausgefüllt. Wird der Balken von der Fornix getrennt, so wird naturgemäß das Septum pellucidum von oben nach hinten gezogen und verdünnt. Bei den beschriebenen Gehirnen hat dieser Vorgang stattgehabt, und das Septum pellucidum ist derart ausgezogen und verdünnt, es zeigt große Öffnungen und Lücken, durch die die beiden Seitenventrikel miteinander in Verbindung stehen. Die übrigen Kommissuren, die Commissura anterior, posterior, hippocampi, waren stets vorhanden und zeigten stets Veränderungen, die sich aus der topographischen Verschiebung der einzelnen Teile erklären lassen. Findet sich ein Grund, der die besonderen und weitgehenden Veränderungen des Balkens erklärt? Sind es rein statische Momente, durch die das merkwürdige Verhalten erklärt wird, oder kommen noch Gründe anderer Natur in Frage? Der Balken ist in der Wirbeltierreihe die jüngste Kommissur. Er ist auch die erste, die dem wachsenden Druck nachgibt, einerseits ihre topographische Lage, anderseits ihre Beschaffenheit ändert. Der Balken ist die Kommissur des Neopalliums, der jungen Großhirnrinde. Mit dem Schwinden und Dünnerwerden der Großhirnrinde verliert die Kommissur ihre Bedeutung, d. h. sie tritt bei frühzeitig auf-

tretendem Hydrozephalus ihre Rolle gar nicht an und erleidet diese tiefgehenden Veränderungen.

Die Veränderungen, die das Pallium erleidet, bestehen vor allem in einer Verdünnung. Die Großhirnrinde, deren anatomische Struktur durch eine Reihe glänzender Arbeiten der letzten Jahre geklärt wurde, weist naturgemäß Veränderungen auf, die sich mikroskopisch genau nachweisen lassen müssen. Von vornherein ist anzunehmen, daß gewisse Schichten, für das Leben des Gehirns weniger bedeutsam, eine größere Veränderung erleiden würden als Schichten, deren Bedeutung eine größere ist. Es ist zu erwarten, daß eine mikroskopische Bearbeitung der Hirnrinde des Hydrozephalus weitgehende Einblicke in den Aufbau der Großhirnrinde gestatten würde. Leider war mein Material nicht mehr durchweg geeignet, einer genauen mikroskopischen Untersuchung unterzogen zu werden, das Wenige, was ich darin beobachtet habe, möchte ich, da es mir zu wenig lückenlos erscheint, hier nicht aufführen, und begnüge mich lediglich mit dieser allgemeinen Bemerkung.

Makroskopisch läßt sich folgendes feststellen: Die Hirnrinde erfährt nicht eine gleichmäßige Verdünnung. Am meisten verdünnt erscheint die Gegend um den Gyrus centralis, der Parietallappen und Teile des Okzipitallappens. Der Übergang der Gehirnhemisphären in die mediane Partie erscheint als fester, verhältnismäßig dicker Pfeiler, darunter, gegen die Reste des Balkens zu, verdünnt sich diese Partie außerordentlich schnell. Die Hirnrinde, welche sich an die Stammganglien anlegt, ist naturgemäß am wenigsten verändert. Sehr klar zu erkennen sind die genannten Veränderungen auf Abbildung von Fall 6 Fig. 11. Über die Ausstülpung an der hinteren Partie des Seitenventrikels ist bereits gesprochen.

Eigenartige Veränderungen finden sich an der Hirnrinde des Unterhorns. Die Gebilde der Ammonsformation sind immer deutlich zu sehen gewesen. Der sich an die Fissura hippocampi anschließende Gyrus hippocampi ist zu einem dünnen Sacke ausgezogen. Der Gyrus hippocampi der Säugetiere enthält einen größeren Teil des Ventrikelraumes, als dieses sonst beim Menschen der Fall ist. Die dünnste Stelle der Rinde des Gyrus hippocampi befindet sich unmittelbar an der Fissura hippocampi, und dieser Teil ist auch in der Regel zu einer dünnen Platte ausgezogen.

Auf allen dargestellten Durchschnitten (Fig. 2 u. 3, besonders an Fig. 3 links unten) ist das Beschriebene deutlich zu erkennen. Der Uncus gyri hippocampi, der sich sehr stark nach vorn und in der Mitte vorschob, hat gleichfalls bemerkenswert dünne Wandungen und ein großes Lumen.

Wenig habe ich über die Veränderungen an Mittel- und Kleinhirn zu berichten. Die Veränderungen sind nicht wesentlicher Natur.

Sie erklären sich aus der topographischen Verschiebung der einzelnen Teile untereinander. Veränderungen, wie sie Chiari in der schon genannten Abhandlung gefunden hat, habe ich bei dem mir zur Verfügung stehenden Material nicht gefunden. Dexler erwähnt in Lubarsch-Ostertag, Ergebnisse der allgemeinen Pathologie, 7. Jahrbuch, 1900/01, interessante Verhältnisse an der Basis des Mittel-

hirns beim Pferde, durch die er gewisse Formen des Hydrozephalus bei diesen Tieren zu erklären versucht. Die Angaben, die sehr einleuchtend erscheinen, scheinen nur für das Pferd zuzutreffen. In unseren Gehirnen habe ich nichts gefunden.

### B. Physiologisches.

Die beschriebenen Fälle lassen sich in zwei Gruppen einordnen: erstens in eine Gruppe, bei der es zu einem Verschuß der Foramina am Ende des 4. Ventrikels gekommen ist (oder auch zu einem Verschuß der Monroischen Öffnung). Zweitens in eine Gruppe, bei der die Foramina nicht nur vorhanden, sondern auch bedeutend erweitert und in dieser Richtung erheblich verändert sind. Diese Gruppe weist die weitaus größere Zahl auf. Bei Betrachtung auch größerer Serien von hydrozephalischen Gehirnen wird man vermutlich dieses Verhältnis finden. Schon Magendi, welcher hydrozephalische Gehirne mit Rücksicht hierauf untersucht hat, meint in einem Teil der Fälle die von ihm beschriebene Öffnung drei- bis viermal größer gefunden zu haben als normal, während sie dagegen in andern Fällen durch eine Membran geschlossen war. Diese beiden Gruppen unterscheiden sich nicht nur durch das Offensein oder Vorhandensein besagter Öffnungen, sondern noch durch erhebliche anatomische Veränderungen anderer Art. Man gewinnt bei Betrachtung der Fälle erster Art den Eindruck, als handle es sich lediglich um eine Stauungsdilatation, während es bei der andern Gruppe den Anschein hat, als wirkten neben der Stauung noch andere Momente mit. Sei es, daß hier noch außerdem Erkrankungen des Plexus oder Ependyms oder besondere Nachgiebigkeit der Schädeldecken hinzukommen, wie manche Autoren annehmen, sei es, daß irgendwelche unbekannten Gründe eingewirkt haben. Es empfiehlt sich, diese zwei Gruppen des kongenitalen Hydrozephalus auseinanderzuhalten, da die eine Gruppe in dem Verschuß der Öffnungen ihre Erklärung findet, die andere Gruppe jedoch außerordentlich unklar in ihrer Genese ist.

Weber gibt in einer Abhandlung im Archiv für Psychiatrie Bd. 41 drei Momente an, durch die eine ausgiebige Erweiterung der Ventrikel zustande kommt. Die Momente sind: erstens vermehrte Liquorbildung, zweitens Behinderung des Liquorabflusses aus den Ventrikeln, drittens verringerte Widerstandsfähigkeit der Ventrikelwand.

Er kommt zur Ansicht, daß beim kongenitalen Hydrozephalus das zweite Moment, die Behinderung des Abflusses, in erster Linie in Frage kommt, während die beiden andern Momente mehr nebensächlicher Natur sind.

Wie stellen wir uns auf Grund der betrachteten anatomischen Präparate zu diesen drei Momenten?

Erstens vermehrte Liquorbildung. Tatsächlich findet man in einem Falle (4) einen vergrößerten Plexus und ausgiebige Beteiligung des Ependyms. In der Mehrzahl der Fälle jedoch findet man keine Anhaltspunkte für eine vermehrte Liquorbildung, die sich aus einer Vergrößerung des Plexus erklären ließe.

Die Vermehrung der Liquorflüssigkeit könnte auch gewissermaßen durch Stauung des venösen Abflusses aus den Ventrikeln stattfinden, nach Art einer Stauungsaszites. Es kämen da Veränderungen in der großen Hirnvene in Frage. In der Tat sind in allen beobachteten Fällen Veränderungen im Verlauf und der Beschaffenheit dieser Hirnvene gefunden worden. Es ist bereits hervorgehoben worden, wie schwierig die Präparation dieser Vene beim kongenitalen Hydrozephalus ist. Die Veränderung, die die ganze Topographie der Vene von ihrer Einmündungsstelle in den Sinus bis zu ihren Ursprungsästen an der Wandung des Ventrikels und dem Plexus erleidet, ist außerordentlich groß. In der Regel sind die beiden Äste der Vene, die durch den großen Gehirnschlitz ziehen, bis zu 5 cm auseinandergedrängt, während ihr gemeinsamer Endast, der in den Sinus mündet, nach oben gedrängt ist. In Fall 5 war die Vene auffallend klein und fadenförmig. In diesem Falle ist sicher eine übermäßige Produktion der Liquorflüssigkeit durch Stauung zustande gekommen. Die sonst gefundenen Veränderungen in der Vene in den andern Fällen sind wohl weniger die Ursache als die Folge des Hydrozephalus. Inwieweit das Ependym an der Produktion der Flüssigkeit beteiligt ist, können wir aus Fall 3 ersehen, bei dem nur noch sehr spärliche Reste eines Plexus gefunden worden sind.

Zweitens Behinderung des Liquorabflusses aus den Ventrikeln. Eine Behinderung des Liquorabflusses aus den Ventrikeln kommt in Fall 1, 2 und 3 in Frage, denn nur hier findet sich ein Verschluß der Öffnungen. In den übrigen Fällen kann man von der Behinderung eines Abflusses aus den Subarachnoidalräumen sprechen und nicht von einer direkten Behinderung aus den Ventrikeln selbst. Der Abfluß des Liquors aus den Subarachnoidalräumen nimmt verschiedene Wege: in seiner Hauptsache gelangt er wohl in den Duralsack des Rückenmarks und von hier durch die Nervenscheiden nach außen. Aus der Schädelhöhle gelangt er durch die Scheiden der Hirnnerven nach außen. Ein Abfluß durch die adventitiellen Lymphräume und die Pacinischen Granulationen tritt wohl mehr in den Hintergrund. Es ist schwer, sich über den Abfluß oder dessen Störungen durch die Nervenscheiden des Gehirns oder Rückenmarks oder ausgedehnte Injektionsversuche ein Bild zu machen. Es ist dies nicht geschehen, ich habe also kein Urteil über diese Störung. Was den Abfluß über die adventitiellen Lymphräume betrifft, so ist darüber folgendes zu sagen: Es ist häufig beobachtet worden, daß die fraglichen Lymphräume weitgehendste Veränderungen erfahren haben, und es ist darauf hingewiesen worden (vgl. die obengenannte Abhandlung von Weber), daß diesem Moment eine außerordentliche Bedeutung zuzumessen sei. Aus den rein anatomischen Beobachtungen ist hierbei folgendes zu bemerken: In allen beobachteten Fällen wurden Veränderungen dieser Lymphräume, die in erster Linie in einer Verkleinerung, in zweiter Linie in einem außerordentlichen Zellenreichtum bestanden, festgestellt. Diese Veränderungen können erstens den Hydrozephalus mit bedingt haben, zweitens, sie können durch ihn bedingt sein. Mir scheint der letzte Fall der wahrscheinlichere zu sein. Ich habe folgende Gründe dafür: In allen beobachteten Fällen fand sich eine außerordentliche Verkleinerung und eine Veränderung der großen

Zisterne, eine Veränderung, die darin bestand, daß die Begrenzungswände, also die Pia und die Arachnoidea, einander genähert und dabei auch auf weite Strecken miteinander verwachsen waren. An der Basis des Gehirns waren die Zisternen häufig überhaupt nicht nachweisbar. Diese Zisternen waren mechanisch einfach plattgedrückt. Die adventitiellen Lymphräume selbst sind physiologisch Zisternen, sie weisen gleiche Veränderungen auf wie die Zisternen. Die Ursache der Veränderungen wird also auch die gleiche sein.

Was den Abfluß nach dem Duralsack anlangt, so glaube ich hierüber aus dem anatomischen Präparat Anhaltspunkte für eine Verhinderung des Abflusses entnehmen zu können. Es ist im ersten Teil ausführlicher über die Abflußbedingungen des Liquor nach dem Duralsack gesprochen worden. Ich weise darauf hin. Bei mehreren Fällen ist beobachtet worden, daß der oberste Teil des Duralsackes außerordentlich verengt ist. Es ist versucht, auf Abbildungen von Fall 5 diese Verhältnisse darzustellen. Man ersieht daraus folgendes: Der Atlas ist in seiner Größe ein wenig nach vorn gerückt, wodurch es zu einer Drosselung des Duralsackes kommt. Es ist darauf hingewiesen worden, daß auch unter normalen Verhältnissen der sonst in seinem obersten Teil am weitesten sich darstellende Duralsack durch eine gewisse charakteristische Lage des Atlas etwas verengt ist. In den hier in Frage kommenden Fällen ist diese Verengung nicht nur außerordentlich stark, sondern es findet sich auch noch eine Veränderung des Duralsackes. Es ist auf die Wichtigkeit der Verbindungsmembranen zwischen Atlas und Okziput einerseits und Atlas und Axis andererseits hingewiesen worden. Die Membrana atlanto-occipitalis ist bei den untersuchten Fällen teils horizontal, teils etwas nach hinten übergeneigt, die Membrana atlanto-axialis ist außerordentlich schmal. All diese Momente mögen mitwirken, daß eine Behinderung des Abflusses nach dem Rückenmarkskanal stattfindet. Veränderungen des Kleinhirns und des oberen Teils des Rückenmarkkanals, die Chiari beschrieben hat, sind wohl selten und stellen anscheinend eine besondere Art des kongenitalen Hydrozephalus dar.

Was den dritten Punkt, die verringerte Widerstandsfähigkeit der Ventrikelwand oder Schädelkapsel, anlangt, so glaube ich nicht, daß dieser Faktor eine erhebliche Rolle beim Zustandekommen eines Hydrozephalus spielt. Die Ventrikelwandungen sind beim Fötus und beim jugendlichen Individuum wohl stets eine weiche, höchst nachgiebige Masse, die wohl immer, wenn sie Gelegenheit hat, dem leisesten Drucke ausweicht. Es ist nicht die Gehirnmasse, nicht der häutige oder knöcherne Schädel, der besonders beim jugendlichen Individuum der Ausdehnung einen Widerstand entgegensetzen könnte, es ist die Dura, der diese Rolle zufällt. Die Deckung von Duradefekten durch Faszie (vgl. hierzu: Der gegenwärtige Stand und die nächsten Aussichten der autoplastischen, freien Faszienübertragung, von Kirschner, in den Beiträgen zur klinischen Chirurgie Bd. 86) zeigt in besonders schönem Maße, welch ausgedehnte Bedeutung der Dura zukommt. Bei den hier untersuchten Köpfen waren die Knochen des Schädels nicht in auffallender Weise verdünnt, sie waren mehr auseinandergeklafft und gedrängt, die Dura zeigt

in mehreren Fällen, besonders in der Umgebung des Sinus sagittalis, ausgedehnte Erscheinungen einer produktiven Entzündung.

### Erklärung der Abbildungen auf Taf. III—IX.

- Fig. 1. Medulla oblongata und Pons mit den angrenzenden Teilen des Cerebellum und der hinteren Begrenzung des 4. Ventrikels. Um die Öffnungen, das Foramen Magendi und die Aperturae laterales, anschaulich zu zeigen, wurde die hintere Begrenzung der Cisterna magna abgeschnitten, desgleichen wurde die Leptomeninx an der Basis der Brücke und der Oblongata entfernt. Die Oblongata ist ungefähr an der vorderen Austrittsstelle des Nervus vagus quer durchtrennt. Man sieht deutlich über und medial der Tonsille ein kleines Säckchen (blau), mit einem vorderen und unteren sensen- oder halbmondförmigen Rande. (Das Säckchen ist ein wenig nach außen und oben gedrängt.) Unter dem sensenförmigen Rande sieht man die Apertura lateralis, welche zum Recessus lateralis des Ventrikels führt und aus der der Plexus heraustritt. *A. c. p. i.* Arteria cerebelli post. inf.
- Fig. 2. Frontalschnitt durch das Gehirn Nr. 1, etwa  $\frac{1}{2}$  cm hinter dem Hypophysenstiel; man blickt von hinten nach vorn in die Ventrikel hinein. *c. c.* corpus callosum, *sp.* septum pellucidum, *ca. com.* anterio.
- Fig. 3. Frontalschnitt durch das Gehirn Nr. 2, etwas hinter dem Hypophysenstiel; man blickt von vorn nach hinten in die Ventrikel hinein. *c. c.* corpus callosum, *f.* fornix, *g. h.* gyrus hippocampi.
- Fig. 4. Frontalschnitt durch das Gehirn Nr. 3, in der Nähe des Hypophysenstiels.
- Fig. 5. Medianschnitt durch das Gehirn Nr. 3.
- Fig. 6. Frontalschnitt durch das Gehirn Nr. 4; der Schnitt geht durch die an diesem Gehirn verstopften Foramina Monroi.
- Fig. 7. Ansicht der Basis von Gehirn Nr. 4; die Leptomeninx ist erhalten.
- Fig. 8. Blick von oben auf die Vierhügelgegend des Gehirns Nr. 4. Die Leptomeninx ist bis auf ein kleines Stückchen zwischen den Hemisphären des Großhirns erhalten. Diese sind nach den Seiten auseinandergedrängt. Man sieht deutlich die Aussackung des linken Seitenventrikels, die sich als ein viereckiges Gebilde über die Vierhügel und den oberen vorderen Teil des Kleinhirns legt.
- Fig. 9. Frontalschnitt durch das Gehirn Nr. 5. Der Schnitt geht etwa 1 cm vor der Optikuskreuzung durch das Gehirn. Man blickt von vorn nach hinten in die Ventrikel hinein. *f. m.* foramen Monroi.
- Fig. 10. Medianschnitt durch die hintere Schädelgrube und den obersten Teil des Wirbelkanals, nach Entfernung des Gehirns und Rückenmarks (Gehirn Nr. 5).
- Fig. 11. Frontalschnitt durch das Gehirn Nr. 6. Der Schnitt geht  $1\frac{1}{2}$  cm vor der Commissura anterior durch das Gehirn. *f. m.* foramen Monroi, *c. a.* commissura anterior, *e* Eingang in den in Fig. 12 abgebildeten Sack.
- Fig. 12. Blick von oben auf die Vierhügelgegend des Gehirns Nr. 6. Die Leptomeninx ist entfernt, die Großhirnhemisphären sind nach der Seite auseinandergedrängt. Die blasig erweiterte Decke des 3. Ventrikels ist oben deutlich zu sehen, desgleichen auf ihr die nach vorn und oben gedrängte große Gehirnvene. Links zwischen Kleinhirn und der Decke des 3. Ventrikels sieht man den linken vorderen Vierhügel, rechts davon den bis in die Vallecula cerebelli reichenden Sack, die Ausstülpung des rechten Seitenventrikels.
- Fig. 13. Photographie des hinteren Teiles des Kleinhirns von Gehirn Nr. 1, um die Cisterna magna zu zeigen. In der Mitte und auf der linken Seite ist die hintere Begrenzungs lamelle des Kleinhirns entfernt (blau umrandet). Man blickt in die kleine, flache Zisterne hinein. Die seitliche Ausdehnung der Zisterne ist punktiert.
- Fig. 14. Photographie der Basis des Gehirns Nr. 5. Erklärung siehe im Text.

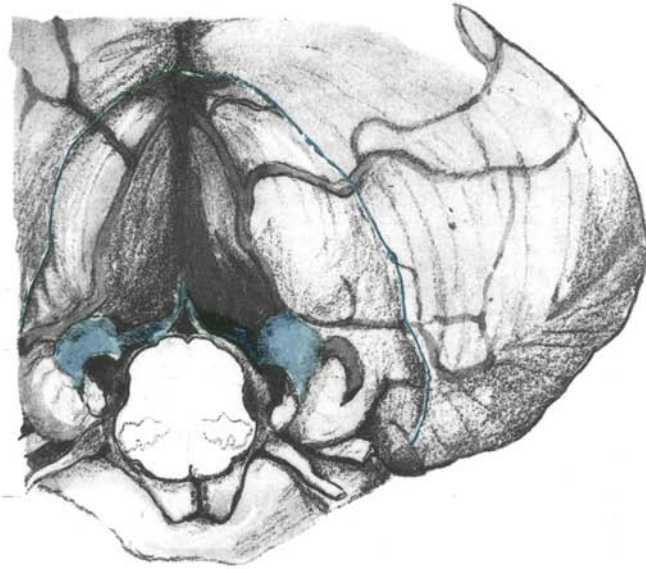


Fig. 1.

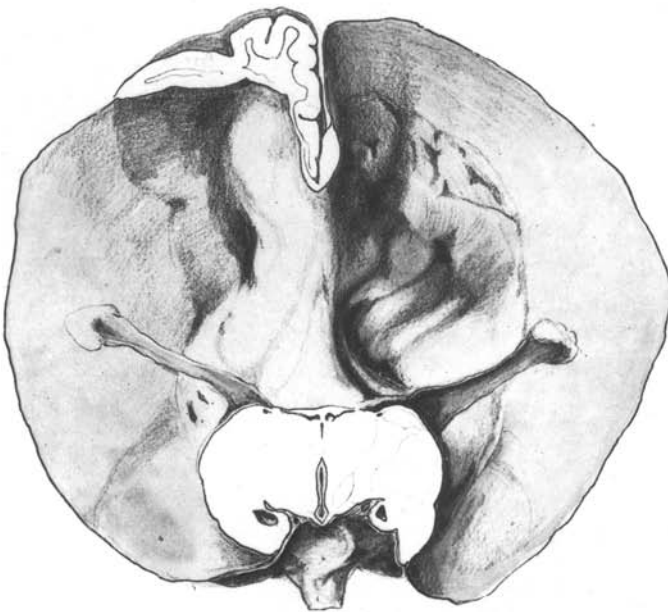


Fig. 6.

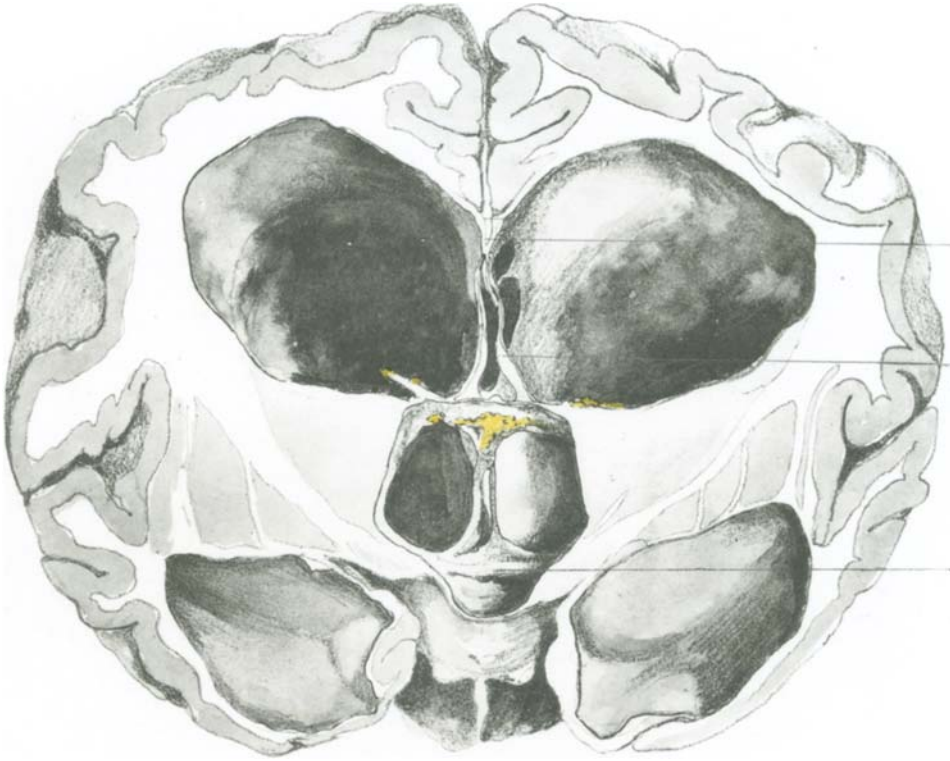


Fig. 2.

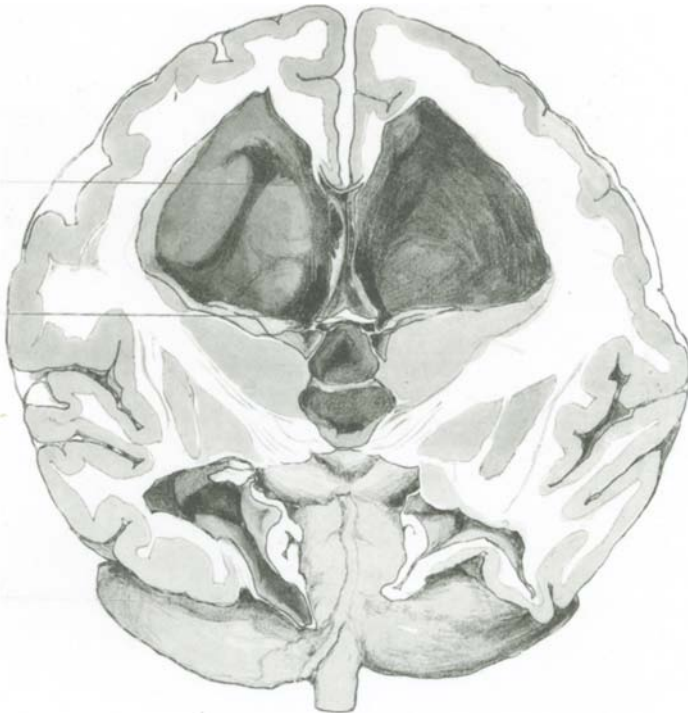


Fig. 3.



Fig. 4.

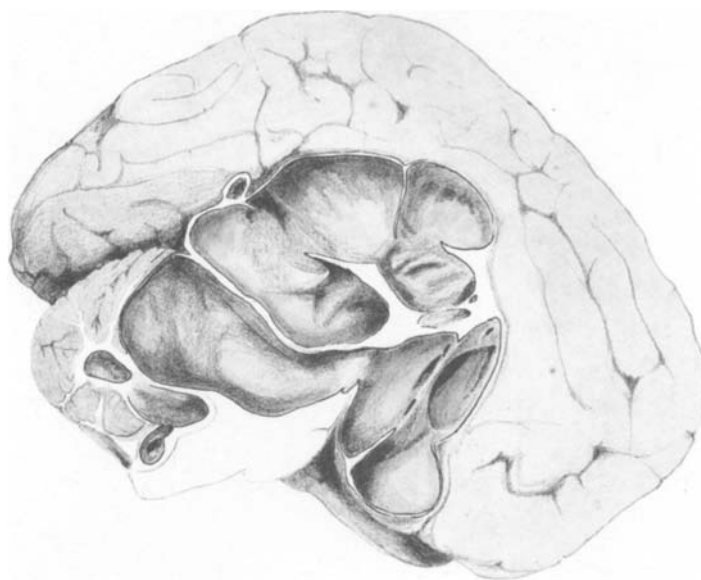


Fig. 5.

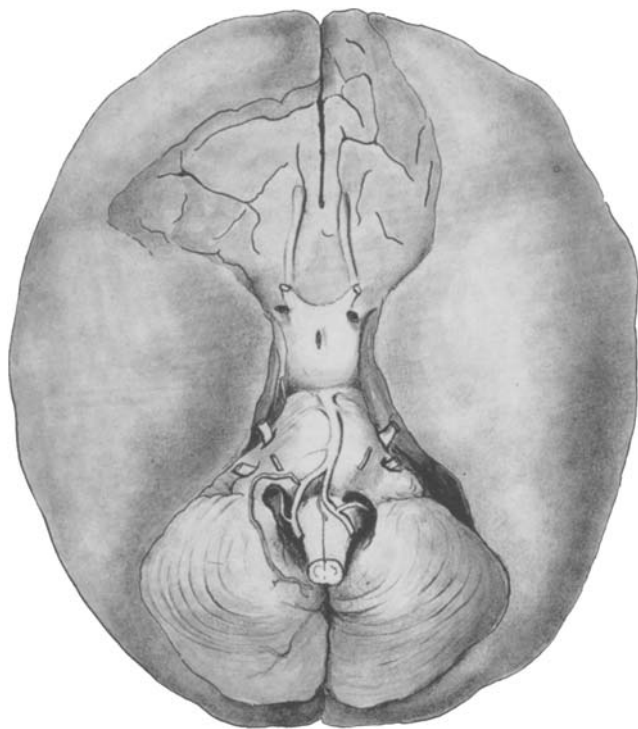


Fig. 7.



Fig. 8.

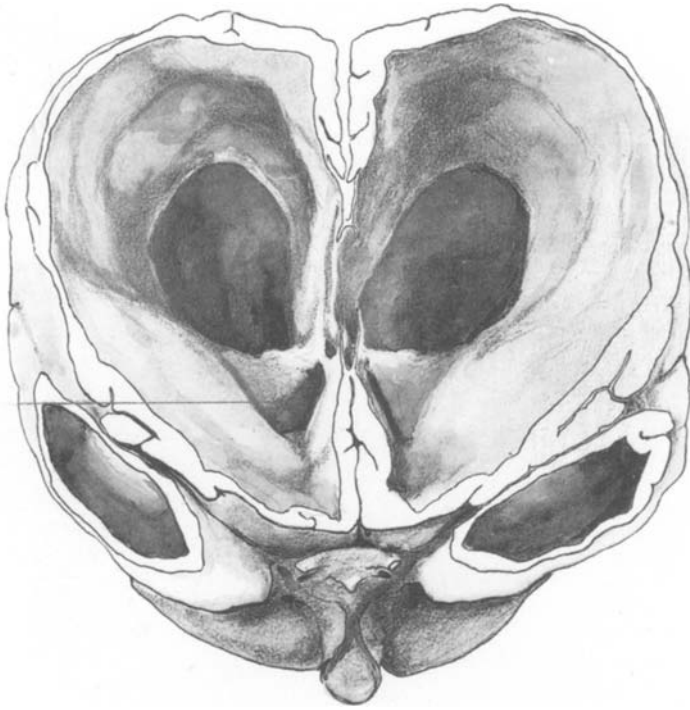


Fig. 9.



Fig. 10.

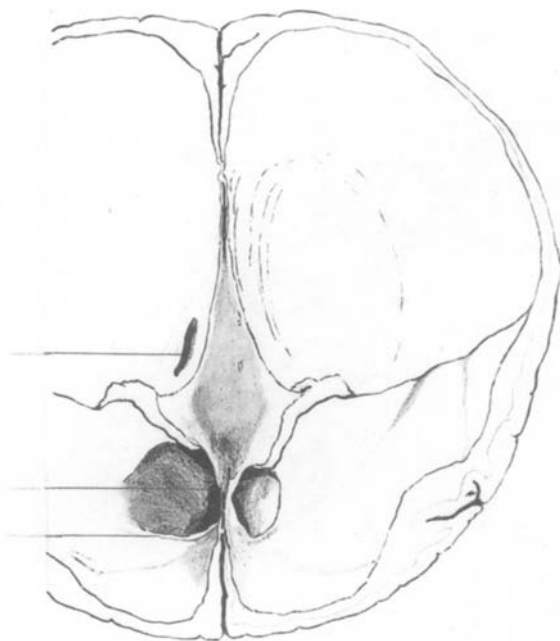


Fig. 11.



Fig. 12.



Fig. 13.



Fig. 14.