

Aus dem Hirnpathologischen Institut der Deutschen Forschungsanstalt für
Psychiatrie MAX-PLANCK-Institut München
(Vorstand: Prof. W. SCHOLZ).

Manifestation des Occipitalwirbels mit basaler Impression unter dem klinischen Bild einer multiplen Sklerose*.

Von

ELISABETH BEYER.

Mit 8 Textabbildungen.

(Eingegangen am 15. September 1951.)

Einleitung.

Im Laufe der embryonalen Entwicklung des Hinterhaupts und der oberen Abschnitte der Halswirbelsäule spielen sich komplizierte Segmentierungs- und Verschmelzungsvorgänge ab, die zur Herausbildung der cranio-vertebralen Grenze führen. Da hierbei die 3—4 cranialsten Urwirbelanlagen mit in die Schädelbasis einbezogen werden, ist die Anzahl der ausgebildeten Wirbel geringer als die Zahl der ursprünglich angelegten Segmente. Durch Störungen in der Entwicklung kann es hier zu einer Verschiebung der Kopf-Halsgrenze entweder nach cranial oder caudal kommen. Letzteres erfolgt, wenn der 1. Halswirbel, der Atlas, in knöcherner Verbindung mit der Schädelbasis steht. Dieser Vorgang wird als Atlasassimilation bezeichnet. Zahlreiche Fälle von Atlasassimilation sind bisher zur Beobachtung gekommen. Die Diagnose konnte bei einem Teil schon intra vitam durch das Röntgenbild gestellt werden. Die neuesten Fälle wurden von LIST, BECKER, LINDGREN und OLSSON beschrieben. Bei der, der Atlasassimilation entgegengesetzten Veränderung, der Verlagerung der cranio-vertebralen Grenze nach cranial, müßte daher eine fehlende Verschmelzung des vor dem Atlas gelegenen Ursegments mit der Schädelbasis vorliegen und damit ein überzähliger Wirbel vorhanden sein. Ein solcher Wirbel wurde bisher noch nicht gefunden, dagegen konnten wirbelartige Gebilde innerhalb der Schädelbasis öfters aufgefunden werden. Schon 1815 beschrieb A. MECKEL einen großen Gelenkfortsatz beim Menschen, der ventral vom For. occ. magnum am Clivus gelegen war. MECKEL betrachtete diesen Fortsatz als homolog dem Hinterhauptscondylus von Fischen, Reptilien und Vögeln. Später wurden noch verschiedene Gebilde, die unmittelbar am Vorderrand des For. occ. magnum gelegen waren, als die Manifestation des ventralen Bogens des Occipitalwirbels beschrieben. ALBRECHT (1880) bezeichnete diesen Wirbel

* Herrn Prof. Dr. W. SCHOLZ zum 60. Geburtstag.

als „Proatlas“. KOLLMANN (1905) fand an der Basis eines Schädels ebenfalls eine dritte Gelenkfläche am Vorderrand des Hinterhauptsloches. Da gleichzeitig eine Verdoppelung des Canalis N. hypoglossi und Reliefveränderungen der knöchernen Umrahmung des Hinterhauptsloches vorhanden waren, deutete KOLLMANN diesen unpaaren Gelenkfortsatz als Manifestation des Wirbelkörpers des Occipitalwirbels und die anderen Gebilde als eine Manifestation seiner Wirbelbögen.

Das Bestehen einer basalen Impression bei Occipitalwirbelmanifestation konnte in unserem Fall erstmals festgestellt werden. VIRCHOW und GRAWITZ definierten diese Veränderung als eine Art Eindrückung der Umgebung des Hinterhauptsloches gegen den Schädelraum. Ihre Folge ist eine Abflachung des Schädelbasiswinkels und eine trichterförmige Einsenkung. Die alleinige Abflachung des Schädelbasiswinkels stellt aber noch keine basale Impression dar, denn beim Hydrocephalus, bei PAGET-scher Knochenerkrankung, Rachitis usw. kann eine Abflachung gefunden werden. Charakteristisch für die basale Impression ist die trichterförmige Einsenkung der Schädelbasis.

Diese verschiedenen morphologischen Veränderungen waren schon früh Gegenstand zahlreicher Veröffentlichungen der Anatomen. Da sie ihre Befunde meist an maceriertem Material erhoben, wurde über die klinischen Erscheinungen solcher Skeletanomalien lange nichts bekannt. Erst als es gelang durch das Röntgenbild die Atlasassimilation und die basale Impression intra vitam zu diagnostizieren, wurde das Interesse der Kliniker an solchen Fällen größer. Die Occipitalwirbelmanifestation entzieht sich jedoch infolge ihrer Lokalisation noch immer einer Diagnose am Lebenden. Bei Kombination mit basaler Impression besteht jedoch eher die Möglichkeit, daß durch das Röntgenbild die Aufmerksamkeit auf eine Anomalie des Hinterhauptsbeines gelenkt wird und damit bei einer späteren Sektion der Anlaß zu genauerer Untersuchung dieser Region gegeben wird. So besteht doch Aussicht, daß in Zukunft noch mehrere Fälle aufgedeckt werden, die dann vielleicht zu einer weiteren Klärung der Entstehungsursache solcher Fehlbildungen führen.

Krankengeschichte¹.

Durch den plötzlichen Tod des 35jährigen Pat. 2 Std nach seiner Einlieferung in die Universitäts-Nervenklinik München können nur die Angaben der Ehefrau verwertet werden. Nach ihrem Bericht war er vor Beginn der ersten Krankheitserscheinungen immer kerngesund. Eine Einschränkung in der Beweglichkeit des Kopfes wurde nicht beobachtet. Während seiner Wehrmachtsdienstzeit fiel er einmal durch die Luke eines Heubodens. Der Zeitpunkt ist nicht bekannt. Der Pat. beachtete den Vorfall nicht weiter, da er nachträglich keine Beschwerden hatte. In seinem Urlaub im Januar 1944 fühlte er sich ständig müde und klagte

¹ Herr Prof. STERTZ überließ uns dankenswerterweise die Krankengeschichte. F. A. Nr. 2/47.

über Schwäche in den Beinen und Gefühlsstörungen in den Fingern. Diese Störungen nahmen einen intermittierenden Verlauf, zeigten aber eine deutliche Progredienz. Deshalb kam er zur Aufnahme in ein Lazarett. Schließlich wurde er im November 1944 mit der Diagnose „multiple Sklerose“ entlassen. Die Krankengeschichte aus dieser Zeit sind leider nicht mehr erreichbar. In der darauffolgenden Zeit plagten ihn fast ständig Kopfschmerzen. Oft trat Schwindelgefühl auf. Der Gang war schwankend ohne Betonung einer Seite, dabei bestand in den Beinen eine ausgesprochene Schwäche. Beim Sitzen begannen sie oft rhythmisch zu zittern. Die Kraft- und Gefühllosigkeit in den Händen nahm immer mehr zu. Anfallsweise traten krampfartige Schmerzen im ganzen Körper auf, denen ein besonders starker Kopfschmerz folgte. Zeitweilig zeigten sich vorübergehende Atembeschwerden, von denen der Pat. angab, es sei ihm so, als ob sich im Halsbereich etwas verschiebe, so daß er nicht mehr durchatmen könne. Alle diese Beschwerden waren in ihrer Intensität sehr wechselnd. Gehörs-, Geruchs- und Geschmackssinn waren nicht beeinträchtigt. Schluckbeschwerden und Sprachstörungen bestanden nicht, ebenso fehlten Blasen- und Darmstörungen. Im letzten Vierteljahr 1946 traten erhebliche Sehstörungen auf. Dazu kamen verstärkte, aber vorübergehende Atembeschwerden und zunehmende Schwäche in den Beinen. Jetzt setzten auch Schluckstörungen ein. Am 1. Januar 1947 bekam der Pat. ganz akut reißende Schmerzen in der Wange und konnte den Mund nicht mehr ganz öffnen. In der darauffolgenden Nacht konnte er nicht mehr Wasser lassen, starke Atemnot und zunehmende Bewußtlosigkeit stellten sich ein. Bei seiner Einlieferung in die Klinik waren die Atemzüge krampfhaft verstärkt und traten nur in Pausen von 1 min Dauer auf. Die Atem- und Kreislaufstörungen waren medikamentös nicht zu beeinflussen. Schon 2 Std später kam er ad exitum.

Der pathologisch-anatomische Befund.

Schädel: Bei der Eröffnung des Schädels, die in der Klinik durchgeführt wurde, fand sich nach Herausnahme des Gehirns eine auffallende, knochenharte Vorwölbung des Clivus in das For. occipitale magnum hinein (Abb. 1). Dieses war dadurch bis auf einen halbmondförmigen Spalt eingengt. Zur Klärung der Natur dieser Vorwölbung wurde ein medianer Sägeschnitt durch die Schädelbasis angelegt. Auf Grund einer vorläufigen Betrachtung und des anamnestisch angegebenen Unfalls wurde angenommen, daß eine alte Luxation des Epistropheuszahnes vorliege, die den Clivus vorgebuckelt hätte, mit der Folge, daß eine Kompression der Medulla oblongata und eine Striktur der oberen Halssegmente erfolgt sei.

Erst eine genaue Untersuchung konnte eine Klärung der Knochenveränderungen bringen. Um die topographischen Beziehungen nicht gänzlich zu zerstören, wurde nur die eine Hälfte der Schädelbasis von den Weichteilen befreit. Bedauerlicherweise fehlt etwas vom mittleren Teil des Hinterrandes des For. occipitale, ebenso der dorsale Bogenteil des 2. Halswirbels.

Bei Betrachtung des *Medianschnittes* ist besonders auffallend der fast in die Horizontale übergehende Verlauf des Clivus (Abb. 2, 3a und b). An Stelle einer schräg nach unten abfallenden Geraden erscheint hier eine relativ dünne, fast waagrecht liegende Knochenplatte, die an ihrer dorsalen Begrenzung nach dem Schädelinnern eingebogen ist. Dadurch ist die treppenartige Abstufung der drei aufeinanderfolgenden Schädelgruben aufgehoben. Der Clivus trägt außerdem an seinem spitz zulaufenden Rand in der Medianlinie ein rundliches Knochenmassiv, welches an seiner nach hinten-unten gewandten Fläche einen Faserknorpelüberzug besitzt. Diese leicht konkave Gelenkfläche artikuliert mit der Spitze des Dens epistrophei. Dazwischen befindet sich ein Gelenkspalt. Die Inkongruenz der beiden artikulierenden Flächen wird durch kleine, fetthaltige Synovialzotten ausgeglichen. Das

Lig. apicis dentis fehlt, da gerade seine Insertionspunkte an den beiden Knochen von den Gelenkflächen eingenommen werden. Starke Bänder entspringen von der gesamten Zirkumferenz dieser überzähligen Gelenkfläche am Clivus und inserieren in einem geschlossenen Kreis von ungefähr 1 cm Durchmesser auf der Zahnspitze. Die davon umschlossene Gelenkhöhle hat keine Verbindung zum vorderen

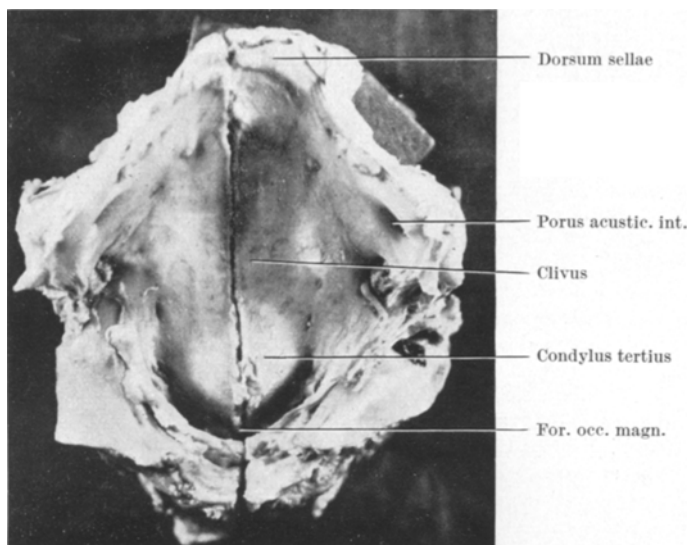


Abb. 1. Die Schädelbasis von innen, $\frac{4}{8}$ nat. Größe. Das For. occ. magn. wird durch eine kugelige Vorwölbung bis auf einen sichelförmigen Spalt eingengt.

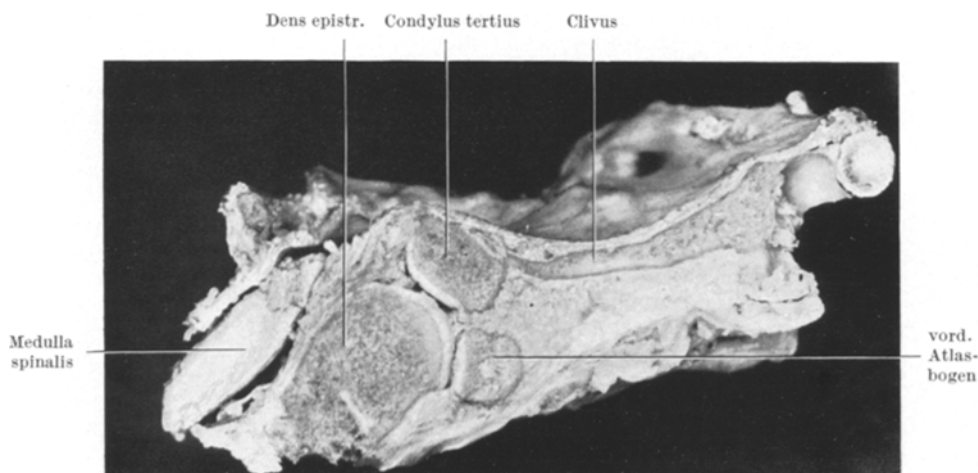


Abb. 2. Medianschnitt durch die Schädelbasis. Der Clivus biegt sich nach dem Schädelinnern auf und trägt an seinem Ende, dem Vorderrand des For. occ. magn., einen Gelenkfortsatz, den Condylus tertius. Der Epistropheuszahn erscheint plump und kurz. Seine Spitze artikuliert mit dem Condylus tertius.

Zahngelenk und zu den Articuli atlantoepistrophei lat. Dorsal wird die Gelenkkapsel durch die kranialen Schenkel des Lig. cruciforme und der Membrana tectoria verstärkt. Das Lig. transversum atlantis ist nicht ausgebildet, daher fehlt das dorsale Zahngelenk. Der Epistropheuszahn erscheint auf dem Medianschnitt dicker und kürzer als gewöhnlich. Bei Herausnahme des Epistropheus aus dem Zusammen-

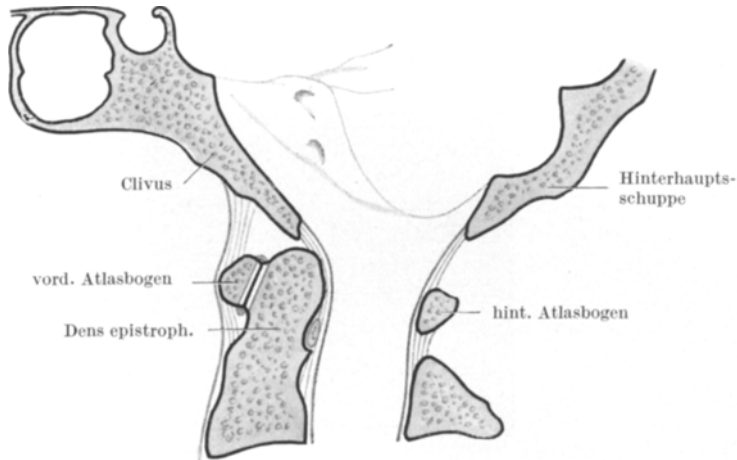


Abb. 3a. Schematischer Medianschnitt durch eine normale Schädelbasis. (Nach RAUBER-KOPFSCH.)

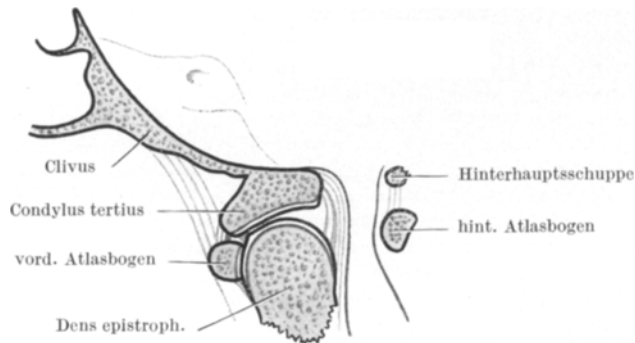


Abb. 3b. Schematischer Medianschnitt durch die Schädelbasis unseres Falles. — Auffallend ist die Unterentwicklung des Clivus. Der Condylus tertius und der Zahnfortsatz des Epistropheus engen den Wirbelkanal beträchtlich ein.

hang mit den anderen Knochen zeigt sich, daß die kranialen, lateralen Gelenkflächen nur wenige Millimeter unterhalb des Niveaus der Zahnspitze liegen (Abb. 4). Der Epistropheus macht daher den Eindruck, einen zu kurz gebildeten Zahnfortsatz zu besitzen. Infolge dieses kurzen Dens epistrophei, der gelenkig mit dem Clivus verbunden ist, bleibt nur noch wenig Raum für den Atlas, so daß dieser sehr nahe an der Schädelbasis liegt. Er weist aber keinerlei knöcherne Verbindung mit ihr auf, sondern ist in allen Teilen kräftig ausgebildet und zeigt nur an seinen kranialen Artikulationsflächen mit dem Occiput eine runde Form der Gelenkflächen.

Eine Blockwirbelbildung zwischen 2. und 3. Halswirbel besteht nicht, da die caudalen Artikulationsflächen des Epistropheus regelrecht ausgebildet sind.

An der knöchernen Schädelbasis finden wir noch weitere Veränderungen. Von innen gesehen ist außer einer Impression des Clivus eine Elevation der Umrahmung des For. occ. erkennbar, die seitlichen Partien des Knochens fallen daher steil in die hintere Schädelgrube ab. Von außen unten betrachtet ergibt sich daraus eine trichterförmige Einsenkung. Letztere wird teilweise durch eine Knochenspange verdeckt. Seitlich von der medianen Gelenkfläche liegt der Hinterhauptscondylus. Er besitzt nicht die normale, bohnenförmige Konfiguration, sondern ist mehr

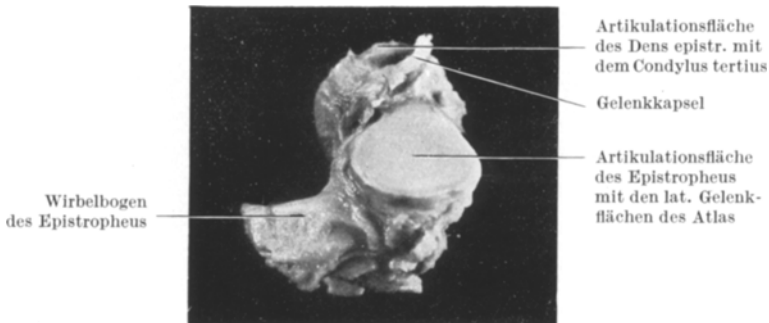


Abb. 4. Epistropheus, seitlich gesehen. Der Zahnfortsatz erhebt sich nur wenige Millimeter über die Art. atlantoepistr. An seinem oberen Ende liegt die kleine Gelenkfläche, die mit dem Condylus tert. artikuliert. Sie ist ringförmig vom Ansatz der Gelenkkapsel umgeben.

rundlich gestaltet (Abb. 5). Dorsal von ihm beginnt eine Knochenleiste, die den Rand des For. occ. verstärkt. Lateral vom Hinterhauptscondylus erhebt sich ein eckiger, spitzer Knochenvorsprung, ein sog. Proc. paracondyloideus. Hinter diesem nimmt eine dünne platte Knochenspange ihren Ursprung, zieht frei über die Einsenkung hinweg, verläuft dann konvergierend zum Rand des Hinterhauptsloches und verschmilzt mit dessen Umrahmung in einem Abstand von der hinteren Mitte. Zwischen der Knochenspange und der Schädelbasis verlaufen kleine Gefäße und ein dünner Nerv. Der Kanal des N. hypoglossus ist durch zwei Foramina ersetzt, die einen Abstand von einigen Millimetern besitzen.

Zentralnervensystem: Die Umgestaltung der Schädelbasis hat das ZNS. in seinen Formen entsprechend beeinflusst. Normalerweise vollzieht sich der Übergang von der Weite des Schädelraumes in das engere For. occ. und den noch engeren Spinalkanal durch eine trichterförmige Verengung des Lumens. Hier dagegen erhebt sich die Umrahmung des Hinterhauptsloches wallartig in die hintere Schädelgrube, was am vorderen Rand durch den Condylus tertius noch bedeutend verstärkt wird. Dann geht es unvermittelt durch das spaltförmige For. occ. in den, durch den Epistropheuszahn eingeengten Rückenmarkskanal. Der Hirnstamm ist infolgedessen abgeplattet und trägt an seiner ventralen Fläche Eindellungen, die durch den Condylus tertius und den darunterliegenden Epistropheuszahn hervorgerufen wurden. Die stärkste Kompression hat dabei die Rautengrube in ihrem caudalen Abschnitt erlitten. Das Kleinhirn erscheint durch Verkleinerung des Raumes zwischen Schädelbasis und dem Tentorium cerebelli abgeplattet und trägt auf seiner Unterseite eine ringförmige Vertiefung, die durch den Rand des For. occ. hervorgerufen wurde. Die Kleinhirntonsillen sind beiderseits in die seitlichen Teile des Hinterhauptsloches hineinverlagert. Die Basisgefäße sind prall gefüllt. Am Großhirn sind weiter keine krankhaften Befunde zu erheben.

Histologisch: Die umfangreichsten Gewebsveränderungen finden sich im caudalen Abschnitt der Medulla oblongata, dem Gebiet der stärksten Kompression. In einem Markscheidenpräparat (Abb. 6) etwas oberhalb dieser Stelle fällt die Entstellung auf, die der Querschnitt der Medulla erlitten hat. An Stelle der rinnenartigen Einsenkung des 4. Ventrikels ist eine firstähnliche Erhebung entstanden.

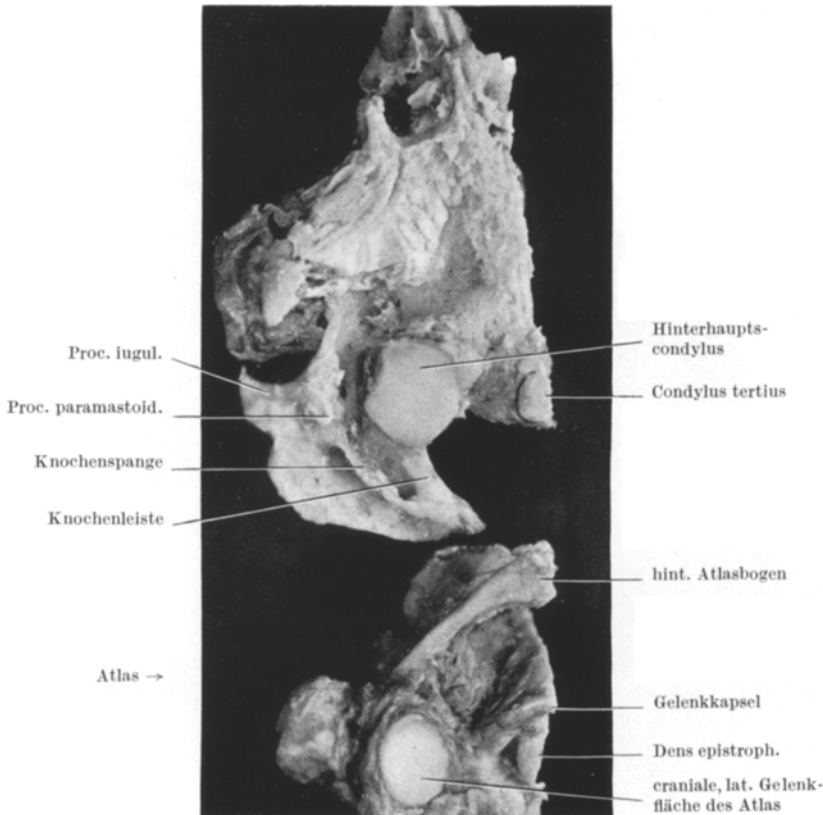


Abb. 5. Schädelbasis von unten gesehen. Der Atlas ist buchförmig abgeklappt. Der Hinterhauptscondylus und die, mit ihm artikulierende Gelenkfläche des Atlas, sind von rundlicher Gestalt.

Auf ihrer Spitze ist noch eine kleine Einfaltung der Oberfläche zu erkennen. Durch die starke Abplattung in ventrodorsaler Richtung sind besonders die Oliven in ihrer Konfiguration bedeutend verändert. Der Sulcus ventrodorsalis senkt sich tief in das Mark hinein. Mäßiger Markscheidenausfall lokalisiert sich vor allem im Gebiet der beiderseitigen Pyramidenbahnareale und in den aus- und einstrahlenden Faserzügen zu den Oliven. Die Zellbänder erscheinen im Nissl-Bild teilweise gelichtet, die Ganglienzellen in beträchtlicher Anzahl pyknotisch. Im Gliafaserbild hat hier eine starke Vermehrung der Faserglia Platz gegriffen. Sie hat vielleicht nicht rein reparatorischen Charakter, sondern könnte auch durch die Veränderung der statischen Verhältnisse innerhalb der Marksubstanz mitbedingt sein. Eine ausgeprägte Gliose deckt den Boden des 4. Ventrikels und eine Randgliose die ventrale

der Kompressionsstelle zugewandte Fläche. Diese Befunde lassen sich teilweise bis in die Brücke hinein verfolgen. Die am stärksten komprimierte Stelle der Medulla oblongata (Abb. 7) zeigt in der re. Hälfte des Präparates einen sehr weitgehenden Markscheidenausfall in einem ausgedehnten Bezirk um die Olive. Ihre Ganglienzellen sind hier fast gänzlich verschwunden, nur noch von der medialen Nebolive ist eine Zellgruppe erhalten. Lateral liegt ein Komplex von Zellen, der das Stadium der primären Reizung erkennen läßt. Er dürfte dem Nucleus tractus spinalis N.V. zuzuordnen sein. Der Nucleus ambiguus und Nucleus term.



Abb. 6. Querschnitt durch die Medulla oblongata in Höhe der Oliven (Markscheidenfärbung). Die Rautengrube hat ihre charakteristische Form verloren, statt dessen findet sich eine dachförmige Erhebung.

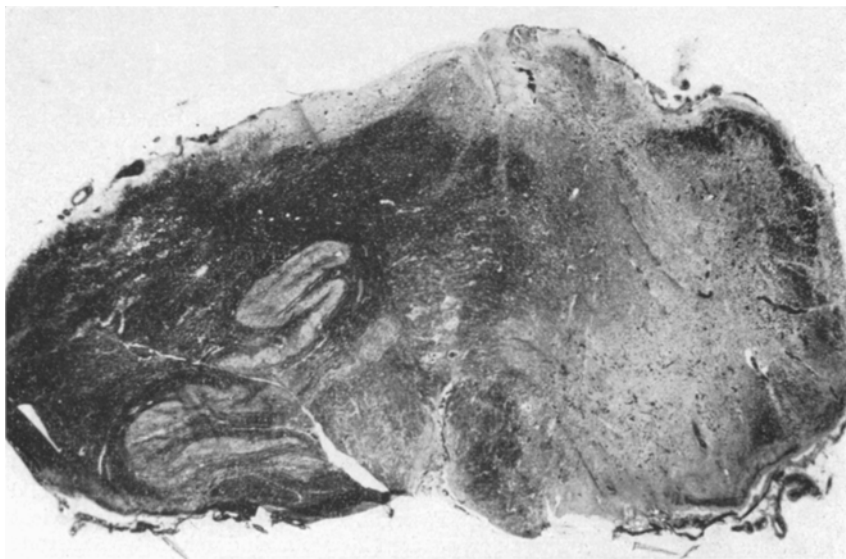


Abb. 7. Querschnitt durch die Medulla oblongata an der Stelle der stärksten Kompression. Die rechte Hälfte des Präparates zeigt sehr hochgradigen Markscheidenausfall.

part. lat. fasciculi dors. sind erhalten, ebenso der Nucl. term. alae cineriae. Der Hypoglossuskern dagegen ist auf dieser Seite vollkommen verschwunden. Auf der Gegenseite sind von ihm nur spärliche Zellen nachweisbar. Die übrigen Ganglienzellen entsprechen den im darüberliegenden Abschnitt beschriebenen Verhältnissen. Die protoplasmatische Glia ist gleich der faserbildenden überall stark gewuchert. Lateral vom re. Zellkomplex des Nucl. alae cineriae verdichtet sich letztere zu einer schräg nach innen verlaufenden Narbe, die sich bei v. GIESON-Färbung als teilweise bindegewebig durchsetzt erweist. Sie ist auf den Verschluß eines Gefäßes mit nachfolgender Erweichung zurückzuführen. Die Meningen sind fibrös verdickt.

Caudal von der Läsionsstelle entstand beiderseits eine inkomplette sekundäre Degeneration der Pyramidenbahn im dorsalen Teil des Seitenstrangfeldes verbunden mit starker Fasergliose. Die Entmarkung ist bis in die Intumescencia lumbalis zu verfolgen.

In den beiden Kleinhirnhemisphären erscheint im Vließ des Nucl. dentatus besonders der ventrale Teil stark gelichtet. Unter den Ganglienzellen findet sich eine Anzahl pyknotisch veränderter Zellen. Die Glia ist merklich vermehrt.

In den Großhirnhemisphären konnte kein krankhafter Prozeß festgestellt werden.

Die anatomische Diagnose und die entwicklungsgeschichtliche Deutung der Befunde.

An Hand der geschilderten Befunde kamen wir zu der Diagnose einer Manifestation des Occipitalwirbels, verbunden mit einer basalen Impression, die infolge chronischen Druckes auf die Medulla oblongata zu einer erheblichen Deformierung derselben und zu weitgehenden degenerativen Gewebsveränderungen geführt hat.

Nach Lage der Verhältnisse sind wir gezwungen eine Entwicklungsstörung als Ursache für die abnormen anatomischen Veränderungen anzunehmen. Eine traumatische Entstehung durch Fraktur oder Luxation des Epistropheuszahnes ist auf Grund der Befunde an Gelenkflächen und -bändern auszuschließen. Vielmehr scheinen die hier miteinander artikulierenden Knochen von jeher die gleichen Lagebeziehungen zueinander gehabt zu haben. Die Untersuchung des Hinterhauptsbeines ließ keinerlei entzündliche und degenerative Prozesse im Knochen oder an den Gelenken erkennen. Der Beginn der abwegigen Entwicklung dürfte deshalb in eine frühe Periode des Embryonallebens zu verlegen sein, in die Zeit, in der die Segmentierung der Wirbelsäule stattgefunden hat.

In seinen Untersuchungen über die *Entstehung einer basalen Impression* konnte VIRCHOW keine einheitliche Ursache finden. Er forderte daher die Beachtung einer Lokalerkrankung des Schädelknochens unter Berücksichtigung der Krankengeschichte und aller anderen Detailveränderungen. So kamen Fälle von basaler Impression zur Veröffentlichung, bei denen senile Knochenatrophie, PAGETSche Knochenerkrankung, Tuberkulose, Lues oder Osteomyelitis als Ursache festgestellt werden konnte. Rachitis soll dagegen, nach Ansicht VIRCHOWS, nicht zu einer stärkeren Impression führen können. In diesem Sinne äußerte sich auch HOMÉN in seinem 1901 veröffentlichten Fall. Er nimmt an, daß der basalen

Impression eine spezifische familiäre Veranlagung zugrunde liegt, denn er konnte an verschiedenen Familienmitglieder seines Patienten Skeletdeformitäten feststellen. Der Rachitis billigte er nur die Rolle eines Faktors, der zur Verstärkung der Verformungen führte, zu. Dagegen konnte in einer großen Anzahl der Fälle von basaler Impression, wie bei dem unseren, überhaupt keine Knochenerkrankungen gefunden werden. Hier nehmen VIRCHOW und GRAWITZ an, daß durch eine frühzeitige Synostose der Fiss. sphenooccipitalis der Clivus in seiner horizontalen Lage festgehalten wird, die er während des Embryonallebens und noch einige Monate nach der Geburt einnimmt. Da in der Sychondrosis sphenooccipitalis das Längenwachstum der Schädelbasis erfolgt, so wird durch die Annahme einer zu frühzeitigen Synostose die Unterentwicklung des Clivus erklärt. Welch hohe Grade diese erreichen kann zeigen die von BODECHTEL und GUIZZETTI, sowie von HORSTMANN veröffentlichten Fälle. Eine weitere Möglichkeit für die Entstehung der Impression gibt GRAWITZ an. Er denkt an eine Bildungshemmung. Durch eine Erkrankung des Knochens in einem frühen Entwicklungsstadium kommt es zu einer Hemmung der Ossifikation der basalen Knorpelfugen mit kompensatorischer Wucherung der knorpeligen Bandmassen. Letztere geben infolge ihrer Weichheit dem Druck des Eigengewichtes des Kopfes nach, so daß die Teile der Schädelbasis, die nicht von unten durch die Wirbelsäule gestützt werden, seitlich am Rande des For. occ. magnum herabgedrückt werden. Die Umrahmung des Hinterhauptsloches erscheint dadurch in das Schädelinnere eleviert. Nach VIRCHOW kann die basale Impression in verschiedener Ausprägung auftreten. Er unterscheidet Formen, bei denen nur der Clivus abgeflacht, bzw. eingedrückt ist und andere, bei denen der hintere Rand des For. occ. eingestülpt ist. Dazu kommen noch die Übergangsformen mit allseitiger Einbiegung der Umgebung des Hinterhauptsloches. Diese sollen am häufigsten vorkommen. Unseren Fall müßten wir zu diesen letztgenannten Formen zählen, denn wir finden einen abgeflachten Clivus und eine Elevation des Randes des For. occ., was durch die ringförmige Impression an der Basis des Kleinhirns besonders veranschaulicht wird. Leider fehlt an unserem Präparat der größere Teil der Hinterhauptsschuppe.

Ein Vergleich der Syntopie der Schädelbasis und der beiden oberen Halswirbel unseres Falles mit den im Embryonalleben anzutreffenden Verhältnissen ergibt mehrere Parallelen. Die Sonderung der embryonalen Schädelbasisanteile von Atlas und Epistropheus erfolgt ungefähr gegen Ende des ersten Monats. Die Lage der einzelnen Gebilde zueinander ist folgende: Der spätere Vorderrand des For. occ. liegt zwischen Dens und vorderem Atlasbogen eingekeilt. So artikuliert die Vorderfläche des Dens epistrophei mit der Innenfläche der knorpeligen Schädelbasis und mit dem vorderen Bogen des Atlas. Die ursprünglichen, d. h., primären

Hinterhauptscondylen liegen stark ventralwärts nahe der Mittellinie. Die Zurückziehung des Dens aus dem Kontakt mit der Schädelbasis erfolgt erst später durch die Erhöhung der Condylen und der Massae laterales des Atlas. Im Laufe der Entwicklung wandern die Hinterhauptscondylen lateralwärts durch Abbau des vorderen Teiles der Gelenkfläche und Neuzuwachs am hinteren Rand. Sie erhalten dabei ihre länglich bohnenförmige Gestalt. An unserem Präparat können wir die Persistenz der früheren Entwicklungsstadien feststellen. Die Wanderung und Umformung der Condylen ist ausgeblieben und somit auch die Distanzierung des Atlas von der Schädelbasis. Abweichend von den embryonalen Verhältnissen artikuliert ein verkürzt erscheinender Dens epistrophei nicht direkt mit dem hinteren Rand des Clivus, sondern mit an dieser Stelle sitzenden dritten Condylus.

Dieser *Processus condyloideus tertius* MECKELII war der Forschungsgegenstand einer großen Anzahl von entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen. MECKEL (1815) und GRUBER (1849) erklärten ihn als homolog dem einzigen Gelenkfortsatz der Fische, Reptilien und Vögel. Nach GAUPP leiten sich die Condylen der atlanto-occipitalen Verbindung der Säugetiere von diesem einheitlichen Condylus ab. Nach BOLKS Beobachtungen ist dagegen die Dicondylie der Säuger primär. Denn die Neigung der medianen Ränder der primären Condylen sich kräftig weiter zu entwickeln, miteinander zu verwachsen und einen einheitlichen Condylus zu bilden verrät ein deutliches Streben nach Monocondylie. Diese Tendenz muß etwas Ererbtes sein. Da ein solcher Vorgang innerhalb der Säugergruppe aber nicht vorkommt, weist er auf einen Normalzustand zurück, der in einer niedrigeren Stufe der Vertebratengruppe vorkommt. So leitet sich der einheitliche Condylus der Reptilien von der niedriger stehenden Gruppe ab und stellt eine sekundäre Bildung dar. Der Condylus tertius kann daher nach BOLK durch 2 verschiedene Vorgänge entstehen:

1. Bei der Wanderung der primären Hinterhauptscondylen während ihrer Entwicklung nach lateral kann, durch mangelhafte Rückbildung der Gelenkfläche am Vorderrand, ein kleines Tuberculum zurückbleiben.

Die Tubercula der beiden Seiten können miteinander verwachsen und so eine neue median gelegene Gelenkfläche bilden, die durch ihre nach dorsal gewandte Fläche mit der Vorderfläche der Zahnschneide in Berührung tritt. Diese Gelenkfläche ist daher sekundärer Natur. Sie ist nicht durch Persistenz einer entwicklungsgeschichtlichen Phase entstanden, sondern ein Neuerwerb.

2. Der Condylus tertius kann aus einem einzigen Tuberculum hervorgehen, das in der Medianlinie liegt. Letzteres entstand aus dem verknöcherten Lig. apicis dentis. Dieses bildet sich aber aus Gewebe, welches die Chorda umgab und kann sogar noch Reste von dieser enthalten. Auf Grund dieser Herkunft ist der Condylus tertius als der nicht vollständig assimilierte Körper eines Wirbels zu bewerten.

Auf welche der beiden Arten ist der *Condylus tertius* unseres Falles entstanden? Durch die Untersuchung des *Condylus* allein kann keine sichere Entscheidung gefällt werden. Wir müssen hier die weiter oben beschriebenen Veränderungen des Reliefs der äußeren Schädelbasis mit in die Betrachtung einbeziehen.

Früher schon wurden mancherlei knöcherne Bildungen, die zwischen den beiden Hinterhauptscondylen unmittelbar am vorderen Rand des *For. occ.* gelegen waren, beschrieben. Sie wurden als Manifestation des ventralen Bogens des letzten Occipitalwirbels betrachtet, den ALBRECHT (1880) auch als Proatlas bezeichnete. KOLLMANN hat dann das gleichzeitige Auftreten eines *Condylus tertius* mit verschiedenen Reliefveränderungen am Hinterhaupt als Manifestation eines ganzen Wirbels, des Occipitalwirbels, beschrieben. Nach KOLLMANN und SWETSCHNIKOW sind die Zeichen einer Occipitalwirbelmanifestation folgende: *Condylus tertius*, *Labia for. occ. magni ant. et post.*, Verdoppelung des *Canalis N. hypoglossi*, Hervortreten von Resten der *Massae laterales* neben den Hinterhauptscondylen, *Incisura marginalis post.*, sowie der *Canalis intraoccipitalis*. Dieser mündet entweder auf dem unpaaren *Condylus* oder davor und entspricht dem cranialen Ende der Chorda.

Da der Occipitalwirbel eine inkonstante Bildung ist, kann er sich in den verschiedensten Graden manifestieren. Zum Verständnis seiner Entstehung muß die Entwicklung dieser Region kurz dargestellt werden. In der frühen Embryonalzeit bildet nicht der Atlas das craniale Ende der Wirbelsäule, sondern ein Urwirbelkomplex aus 3—4 Segmenten. Diesen stellt FÜRBRINGER als Neo- oder Spondylocranium, da es sich von den Wirbelanlagen ableiten läßt, dem phylogenetisch älteren Palaeocranium gegenüber. Das Spondylocranium soll sich als Ganzes in Form der Occipitalplatte manifestieren können, (SAUSER 1934). Nach FRORIEP wandelt sich der Urwirbelkomplex in einige Muskelplatten um, von denen sich nur die letzte weiterdifferenziert und an ihrer medialen Seite die Bogenanlage eines Primitivwirbels entstehen läßt. Dazu bildet sich ein knorpeliger Wirbelkörper. Ende des ersten Embryonalmonats wird der Wirbel zurückgebildet. FRORIEP nennt ihn Occipitalwirbel. Nach seinen Beobachtungen entwickelt sich aus den Wurzeln des dorsalen Wirbelbogens der größte Teil der Hinterhauptscondylen und jene Teile des *Os occipitale*, die zwischen *For. occ.* und *Canalis N. hypoglossi* gelegen sind. Aus dem Wirbelkörper bildet sich die Spitze des *Dens epistrophei* und das *Lig. apicis dentis*. Der rückwärtige Teil des dorsalen Wirbelbogens, die hypochordale Spange und die Anlage des Querfortsatzes bilden sich zurück, können jedoch ausnahmsweise auch Knochen und Knorpel bilden. — LEVI (1908) suchte dagegen nachzuweisen, daß sich der Occipitalwirbel des Menschen nicht am Aufbau des dorsalen Randes des *For. occ.* beteiligt. Deshalb könnten Reliefbildungen an dieser Stelle keine Zeichen

von Occipitalwirbelmanifestation sein, im Gegensatz zu den Leisten, Höckern und dergleichen vor und seitlich des For. magnum. — Die Knochenmasse, die den Canalis N. hypoglossi teilt, entsteht aus einer Wirbelanlage, die cranial vom Occipitalwirbel liegt. Am Aufbau des 2. Halswirbels ist der Occipitalwirbel = 3. Ursegment beteiligt. Er bildet die Spitze des Epistropheuszahnes. Der Körper des Zahnfortsatzes wird vom 4. Ursegment gebildet und entspricht eigentlich dem Wirbelkörper des Atlas, den dieser an den Epistropheus abgegeben hat. Der Körper des Epistropheus entsteht aus dem 5. Segment. Der Atlas besteht nur aus den Wirbelbogenteilen des 4. Segmentes.

Betrachten wir unser Präparat, so finden wir folgende Elemente der Manifestation des Occipitalwirbels: Den Condylus tertius, der den Wirbelkörper des 3. Ursegments darstellt, die Begründung dieser Annahme erfolgt weiter unten; das Labium for. occ. post. in Gestalt der Knochenleiste, es stellt den dorsalen Wirbelbogenanteil dar, den Proc. paracondyloideus, er ist aus der Anlage des Querfortsatzes entstanden, den Canalis N. hypoglossi bipart., dessen Knochenbrücke die Grenze zwischen Occipitalwirbel und der übrigen Schädelbasis darstellt. Die brückenartige Knochenspange hinter dem Hinterhauptscondylus kann dem Occipitalwirbel zugeordnet werden, nach der Meinung einiger Autoren besteht dagegen die Möglichkeit, daß sie aus dem Material des übrigen Urwirbelkomplexes hervorgegangen ist. Das wäre dann eine Manifestation noch weiter cranial gelegener Segmente.

Vergleichen wir nun unseren Fall mit KOLLMANN'S Präparat (Abb. 8) aus der Basler Sammlung, so fällt die unterschiedliche Lage der Condyli tert. auf. Dieser liegt bei unserem Präparat näher beim Mittelpunkt des For. occ. und engt dieses beträchtlich ein, während bei KOLLMANN der Condylus tertius am Vorderrand eines runden, vollausgebildeten Hinterhauptsloches liegt, an einer Stelle also, deren Material aus den Wirbelbogenanlagen stammt. Außerdem erstrecken sich die Hinterhauptscondylen fast bis an den imparen Condylus. KOLLMANN erklärt daher auch seine Entstehung aus 2 zusammengewachsenen Tubercula. Das entspricht einer Bildung nach dem ersten Modus von BOLK. Bei unserem Fall liegen die Condyli occipitales durch eine tiefere Einsenkung getrennt und weiter entfernt vom Condylus tertius. Dazu erscheint der Epistropheuszahn um seine Spitze verkürzt, welche sich, wie oben beschrieben, vom Occipitalwirbelkörper ableitet. Die Zahnschmelzspitze ist in dem Condylus tertius zu suchen. Da er dem Wirbelkörper des 3. Ursegments entspricht, so ist der Körper des Occipitalwirbels = 3. Ursegment in Verbindung mit dem Material seiner Wirbelbogenanlagen geblieben, anstatt sich mit der Wirbelkörperanlage des 4. Ursegments = Atlas zu vereinigen. Die Artikulation des verkürzten Zahnfortsatzes mit dem Condylus tertius stellt demnach eine Gelenkbildung zwischen dem Wirbelkörper des

Occipitalwirbels und dem Wirbelkörper des Atlas, welcher zum Körper des Epistropheuszahnes wird, dar. Unser Fall läßt also eine vollständige Manifestation des Occipitalwirbels erkennen. KOLLMANN'S Präparat zeigt dagegen nur eine Manifestation der Wirbelbogenanlagen, denn der Condylus tertius ist aus zwei zusammengewachsenen Tubercula entstanden. Letztere sind aus dem Material der Hinterhauptscondylen entstanden und leiten sich aus den Wirbelbogenanlagen des Occipitalwirbels her.

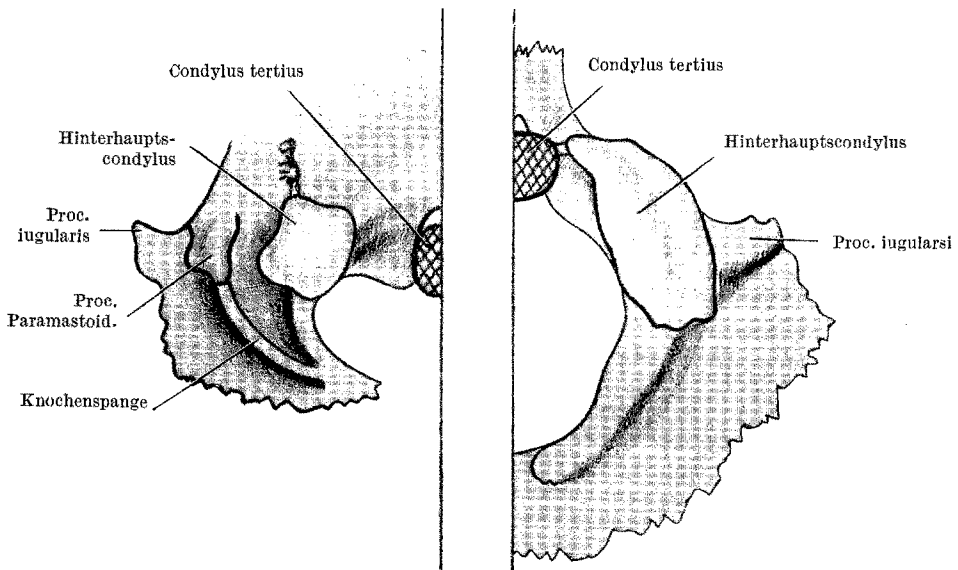


Abb. 8. Links: Skizze des Occipitalwirbels unseres Falls. Rechts: Skizze des Occipitalwirbels von KOLLMANN. Bei KOLLMANN'S Fall liegt der Condylus tert. im Gebiet der ursprünglichen Wirbelbogenanlagen des 3. Ursegments. Der Zusammenhang des Condylus tert. mit dem Hinterhauptscondylus, der aus diesem embryonalen Material stammt, ist deutlich. Der Condylus tert. unseres Falls ist dagegen durch eine breite Einsenkung vom Hinterhauptscondylus getrennt. Denkt man sich die kreisförmige Rundung des Hinterhauptsloches nach ventral ergänzt, so liegt der impare Condylus nahe am Mittelpunkt dieses Kreises. Der Condylus tert. stellt damit die Wirbelkörperanlage des 3. Ursegments dar, die, normalerweise weitgehend zurückgebildet, die Spitze des Dens epistrophei bildet.

Die klinischen Erscheinungen bei Anomalien im Bereich der Kopf-Halsgrenze.

Die klinischen Symptome bei Entwicklungsstörungen im Gebiet der Schädelbasis und der angrenzenden Halswirbelsäule sind die verschiedenen Fälle von Atlasassimilation, Occipitalwirbelmanifestation und basaler Impression vergleichend betrachtet, vorwiegend neurologischer Art. Die Ähnlichkeit in der Symptomatologie der genannten Anomalien ist durch die Möglichkeit einer Druckwirkung des anormal stehenden Dens epistrophei auf die Medulla oblongata gegeben. Denn bei Atlasassimilation und basaler Impression findet sich sehr oft ein hochstehender Zahnfortsatz.

Die neurologischen Erscheinungen lassen sich daher zum großen Teil auf die Deformierung der Medulla oblongata und des Kleinhirns zurückführen. Dazu kann einerseits noch die indirekte Wirkung einer Drucksteigerung infolge Liquorblockade treten, andererseits kann ein Teil der Symptome durch eine gleichzeitige Mißbildung des Nervensystems, z. B. Syringomyelie, hervorgerufen werden. Diese Kompressionssymptome des Kleinhirns und der Medulla oblongata, sowie die Lähmungs- oder Reizerscheinungen der aus der hinteren Schädelgrube austretenden Hirnnerven, können sich so miteinander kombinieren, daß das Bild einer Eigenerkrankung des Zentralnervensystems entsteht, in unserem Fall das einer multiplen Sklerose.

Verfolgen wir in den Krankengeschichten die klinischen Zeichen im einzelnen, so kehren folgende Hauptsymptome immer wieder: Kopfschmerz und Schwindelgefühl, Sensibilitätsstörungen, Geh- und Gleichgewichtsstörungen, Nystagmus, Einschränkungen in der Beweglichkeit des Kopfes. Durch die eben geschilderten Erscheinungen kann der Verdacht auf einen raumbeschränkenden Prozeß gelenkt werden. Differentialdiagnostisch werden dann zuerst die am häufigsten vorkommenden Ursachen in Betracht gezogen, wie z. B.: Tumoren der hinteren Schädelgrube, arthritische Prozesse, tuberkulöse Spondylitis, Osteomyelitis, Aneurysmen, chronischer Hydrocephalus, der infolge seiner Bereitschaft zur Innendrucksteigerung durch eine Kreislaufstörung verschlimmert wird.

Die teilweise hochgradige Deformierung des verlängerten Marks mit seinen lebenswichtigen Zentren ließe erwarten, daß die Träger einer solchen Anomalie kein höheres Alter erreichen könnten. Die ersten Symptome der Erkrankung treten in einigen Fällen tatsächlich schon sehr früh auf. So beschreibt LIST den Fall eines 6jährigen Kindes mit Atlasassimilation, bei dem sich im Laufe des letzten Jahres eine spastische Lähmung der oberen Extremitäten entwickelte. Beim Überblicken der anderen Fälle erscheint dagegen das 2. und 3. Lebensjahrzehnt eine gewisse Bevorzugung zu erfahren. Die Zeitspanne vom Krankheitsbeginn bis zum Exitus liegt dann im Durchschnitt zwischen 3 bis 10 Jahren, doch kann der Tod schon nach einer Krankheitsdauer von wenigen Tagen oder Wochen eintreten. Als unmittelbare Todesursache findet sich mehrmals Pneumonie, doch erfolgt bei der Mehrzahl der Patienten der Tod sehr plötzlich unter dem Zeichen der Atem- und Kreislaufähmung. Die verhältnismäßig lange Zeitspanne bis zum Auftreten der ersten Störungen und die jahrelange Krankheitsdauer erscheinen bei diesen von Anfang an bestehenden Skeletveränderungen sehr auffallend. Die Erklärung liefert wieder die Entwicklungsgeschichte. Durch die embryologischen Untersuchungen ist erwiesen, daß der Segmentierungsprozeß der Wirbelsäule in der 3.—4. Fetalwoche stattfindet, so daß anzunehmen ist, daß diese Deformitäten in dieser Zeit

angelegt werden. Da sich auch das Zentralnervensystem in einem frühen Differenzierungsstadium befindet, paßt es sich daher mit seinen Bauelementen seiner Umgebung an. Wir dürfen deshalb in vielen Fällen sicher nicht eine Druckwirkung des Epistropheuszahnes für das Auftreten von Krankheitserscheinungen verantwortlich machen. Vielmehr dürfte bei den Trägern solcher Anomalien der Zirkulationsapparat durch die andersartigen anatomischen Gegebenheiten in der hinteren Schädelgrube von vorneherein nicht so anpassungsfähig an auftretenden Druckschwankungen sein. Kleine Traumen, die dieses Gebiet treffen, Erkrankungen im Kreislaufapparat, Infektionskrankheiten, operative Eingriffe, psychische Emotionen genügen dann um die Krankheitserscheinungen hervorzurufen. Wahrscheinlich entstehen dabei Veränderungen im Blut- und Liquorkreislauf. Die Bedeutung des Traumas in unserem Falle könnte nun darin liegen, daß es den Anstoß zu einer Störung dieses Kreislaufs gegeben hat. Durch solche Ereignisse kann dann das mehr oder weniger schnelle Ingangkommen eines Circulus vitiosus veranlaßt werden: Venöse Stauungen — Liquorstauung — Hirngewebsödem — Hirngewebschwellung. In unserem Fall ist die gliös-bindegewebige Narbe in Medulla oblongata ein Beweis dafür, daß schon während relativ frühen Krankheitsstadien umschriebene Gewebsuntergänge durch Zirkulationsstörung eintreten können. Dagegen konnten zur Zeit des Todes keine frischen Zerfallherde gefunden werden. In anderen Fällen, bei denen die ersten Symptome im jugendlichen Alter auftreten, ist zu berücksichtigen, daß während der Wachstumsperiode ein lebhafter Knochenan- und abbau stattfindet. So ist es durchaus möglich, daß es zu einer Verstärkung der Raumbeengung kommt. Das Zentralnervensystem ist aber zu diesem Zeitpunkt nur noch begrenzt anpassungsfähig. Damit setzt der Beginn der Erkrankung ein.

Die Beurteilung der Occipitalwirbelmanifestation.

Bei der Beurteilung vermutlicher Manifestationen des Occipitalwirbels wurde, wie bei der Atlasassimilation die Frage gestellt: Handelt es sich um eine „echte“ Manifestation? HEIDSIECK hat deshalb versucht, die verschiedenen Reliefbildungen an der Unterfläche der Schädelbasis in mehrere Gruppen einzuteilen:

1. Grobpathologische Exostosen (einschließlich Bandverknöcherungen)
2. Vor der Geburt durch Haltungsanomalien entstandene Reliefbildungen.
3. Die wahre Manifestation.
4. Besondere Formen abnormen Wachstums der Procc. paracondyloidei.

Die Einreihung der verschiedenen veröffentlichten Fälle wird jedoch sehr erschwert, bzw. unmöglich, da fast immer der Epistropheus fehlt und damit jede Beurteilung unsicher wird. Besitzt dagegen, wie in unserem Fall der Epistropheuszahn keine richtige Spitze, d. h., erscheint er

verkürzt, und findet sich dafür am Clivus am ventralen Rand des For. occ. magnum ein Condylus tertius, dann dürfte diese Anomalie sicher als echte Manifestation des Occipitalwirbels bezeichnet werden. Die Zeit ihrer Entstehung liegt in der 3.—4. Embryonalwoche.

Über die Versuche die Manifestation des Occipitalwirbels unter die Mißbildungen oder unter die Variationen einzureihen, wurde, wie bei der Atlasassimilation, schon viel geschrieben. So betrachtet KOLLMANN die Manifestation als eine Variation im Sinne einer nicht phylogenetisch bestimmten Abweichung von der Spielbreite des Normalen. Auch WEIGNER kommt auf Grund seiner Untersuchungen an zahlreichen Embryonen nur zu dem Ergebnis, daß hier an der Kopf-Halsgrenze Variationen wie die Manifestation und die Atlasassimilation entstehen können. Eine Beurteilung der genannten Anomalien im phylogenetischen Sinne, nämlich als eine mögliche Zukunftsform, wie es BOLK durchgeführt hat, lehnt er ab, da Manifestation und Atlasassimilation zusammen vorkommen könnten. Durch Untersuchungen an zahlreichen Wirbelsäulen wurde auch festgestellt, daß die Grenzen zwischen den verschiedenen Wirbelsäulenabschnitten meistens gleichsinnig nach cranial oder nach caudal verschoben werden, so daß keine Verlängerung oder Verkürzung der Wirbelsäule eintreten muß. Leider kann das Verhalten der Grenzen zwischen den Wirbelsäulenabschnitten bei den Fällen von Manifestation oder Atlasassimilation nicht geprüft werden, da die Wirbelsäule zur Untersuchung nicht mehr zur Verfügung steht. KÜHNE betrachtet die genannten Anomalien nicht nur vom morphologischen, sondern auch vom funktionellen Standpunkt aus. Diese Deformitäten schränken die physiologische Belastungsfähigkeit ein und bilden daher eine latente Gefahr für ihre Träger. Deshalb wären die Manifestation und Atlasassimilation als eine Gruppe von Variationen zu bezeichnen, die je nach dem Grad ihrer Ausbildung in die Nähe oder zu den Mißbildungen gehört.

Zusammenfassung.

Der Patient des vorliegenden Falles bot während seiner Erkrankung das klinische Bild einer multiplen Sklerose. Nach einer Krankheitsdauer von ungefähr 3 Jahren stellten sich schwere zentrale Atem- und Kreislaufstörungen ein, denen der Patient innerhalb weniger Stunden erlag.

Bei der Sektion wird, nach Eröffnung der Schädelkapsel und Entfernung des Gehirns, eine halbkugelige Vorwölbung am Vorderrand des Hinterhauptsloches bemerkt, die das Foramen occipitale magnum halbmondförmig eingengt und die Medulla oblongata stark deformiert. Die genaue Untersuchung ergibt eine sogenannte basale Impression nicht nur des Clivus, sondern der gesamten Umrahmung des Hinterhauptsloches. Außerdem befindet sich an der Unterfläche der oben genannten Vorwölbung eine rundliche Gelenkfläche, mit welcher der Epistropheuszahn

artikuliert. Das Gelenk ist durch eine Gelenkkapsel von den beiden seitlichen Atlantoepistrophealgelenken vollkommen abgeschlossen. Nach Herausnahme des 2. Halswirbels läßt sich am Zahnfortsatz nur ein sehr gedrungener Körper, aber keine Zahnschuppe feststellen. Dagegen befindet sich an ihrer Stelle eine von Knorpel überzogene Gelenkfläche, die mit der schon erwähnten Gelenkfläche am Clivus, dem sogenannten Condylus tertius, artikuliert. Von außen betrachtet zeigt die Schädelbasis rundlich geformte Hinterhauptscondylen, dazu eine leistenartige Verstärkung des Randes des Foramen occ. magnum und seitlich von den Condylen einen kleinen Knochenvorsprung, hinter dem eine Knochen-
spanne entspringt, die zum Rand des Hinterhauptsloches zieht.

Die Entstehungsursache der basalen Impression ist unbekannt. Nur durch die ähnliche Lage des Clivus und der obersten Halswirbel beim Embryo und Neugeborenen wird ein Hinweis auf die Zeit der Entstehung gegeben.

Zur Klärung der Manifestation des Occipitalwirbels muß ebenfalls die Entwicklungsgeschichte herangezogen werden. Der Condylus tertius läßt sich als der Körper des 3. Urwirbelsegments betrachten. Dieser bildet normalerweise die Spitze des Epistropheuszahnes, hier blieb er aber mit der Schädelbasis in Verbindung. Die Bögen des Urwirbels sind in den, in Form und Lage veränderten Hinterhauptscondylen, in dem verdickten Rand des Foramen occ. magnum und den Procc. paramastoidei, sowie in dem verdoppelten Hypoglossuskanal nachzuweisen. Die kleine Knochen-
spanne kann als Manifestation eines höheren Ursegments aufgefaßt werden.

Literatur.

- BECKER, H.: Arch. f. Psychiatr. 111 (1940). — BODECHTEL u. GUIZZETTI: Z. Neur. 143 (1933). — BOLK, L.: Anat. Anz. 28 (1900); 54 (1921); 55 (1922). — BYSTROW, A.: Z. Anat. 95 (1931). — DÉJÉRINE, J.: Rev. neur. 1926, 4. — DEREY-MAKER, A.: Rev. belge Sci. méd. 13 (1941); zit. n. Zbl. Neur. 102 (1942). — FROBIEP, A.: Arch. f. Anat. 1883; zit. n. SWETSCHNIKOW: Arch. f. Anat. u. Phys. 1906. — GRAWITZ, P.: Virchows Arch. 80 (1880). — HASLHOFER, L.: Die PAGETSche Knochenerkrankung. Hdb. d. path. Anat. v. HENKE-LUBARSCHE IX, 3. — v. HAYEK, H.: Morph. Jb. 58 (1929). — HEIDSIECK, E.: Anat. Anz. 72 (1931). — HOMÉN, E. A.: Dtsch. Z. Nervenheilk. 20 (1901). — HORSTMANN, W.: Zbl. Path. 76 (1941). — KECHT, B.: Z. Neur. 141 (1932). — KOBLMÜLLER, L.: Anat. Anz. 71 (1931). — KOLLMANN, J.: Anat. Anz. 30 (1907). — LINDGREN u. OLSSON: Nervenarzt 16 (1943). — LISTR, C.: Arch. of Neur. 45 (1941). — MARIE, P., u. A. LEVI: Die PAGETSche Knochenerkrankung. Hdb. d. Neur. 4 (1913). — MEIER, E. J.: Schweiz. Arch. Neur. 24 (1929). — MÜLLER, W.: Pathologische Physiologie der Wirbelsäule. Leipzig: J. A. Barth 1932. — ROSE, G.: Virchows Arch. 241 (1923). — SAUSER, G.: Z. Anat. 162 (1934). — SCHINZ, P.: Fortschr. Röntgenstr. 31 (1923/24). — SCHÜLLER, A.: Wien. med. Wschr. 1911, 61. — v. SCHUHMACHER, S.: Anat. Anz. 31 (1907). — SINZ, P.: Virchows Arch. 278 (1942). — SWETSCHNIKOW: Arch. f. Anat. 1906. — Anat. Anz. 32 (1908). — VIRCHOW, R.: Beiträge zur physischen Anthropologie der Deutschen. Abhandl. Akad. Wiss. Berlin 1876. — WEIGNER, K.: Anat. H. 45.