

Experimentelle und klinische Untersuchungen über die Verbindungen der unteren Olive und ihre Bedeutung für die Fallrichtung.

Von

Dr. L. J. J. Muskens, Amsterdam.

Mit 9 Textabbildungen.

(Eingegangen am 27. April 1934.)

Einleitung.

Die relativ wenigen¹ Untersucher, welche das Problem der unteren Olive experimentell angegangen haben, stießen auf fast unüberwindliche Schwierigkeiten. Man findet im ganzen zentralen Nervensystem kaum eine Stelle, die derart von der Schädelkapsel einerseits, von lebenswichtigen Organen andererseits umgeben ist wie die untere Olive. *Magendie* und *Brown Séquard* haben aus ihren Versuchen den Eindruck gewonnen, daß die Olive bei der Erhaltung des *Gleichgewichtes* eine Rolle spielt. *Bechterew* hat bei Hunden ein verdecktes Messer von vorn her durch den Körper des Halswirbels eingeführt und auf diese Weise eine oder beide Oliven verletzt. Er nahm dabei allerart *Zwangsbewegungen*: Roll- und Manegebewegungen, sowie Zwangsstellung nach vorn und nach hinten wahr. Ferner machte er die für unsere Untersuchung sehr wichtige Beobachtung, daß die Roll- und Manegebewegungen desto stärker sind, je mehr die Verletzung sich lateral bis in die Gegend der vestibulären Kerne erstreckt. Durch diese Zwangsbewegungen in der frontalen und in der horizontalen Ebene, namentlich durch die sehr heftigen Rollbewegungen², werden die mehr diskreten Zwangsbewegungen in der sagittalen Ebene verdeckt, wie wir das auch bei anderen Versuchstieren finden.

In seinen späteren Arbeiten³ macht *Bechterew* wiederholt darauf aufmerksam, daß unabhängig von dem Vorhergehenden bei ausgedehnter Zerstörung des Vorderhirns das gleichseitige zentrale Haubenbündel entartet gefunden wird, und zwar zuweilen mit Atrophie der gleichseitigen unteren Olive. Kein Wunder, daß gleichartige Resultate für *Jelgersma* Anlaß waren, den Ursprung dieses wichtigen Bündels, von dem man anfangs glaubte, es käme nur bei Primaten vor, im Nucleus caudatus anzunehmen. Diese Theorie ist um so interessanter, als *Magendie* und *Nothnagel* (von *Schüller*⁴ nicht bestätigt) nach Verletzung des

¹ *Bechterew*: Pflügers Arch. **29** (1882). — ² Vgl. mein in Kurzem erscheinendes Werk: Das supravestibuläre System, S. 96. Amsterdam: N. Holl. Uitgevers-Maatschappij. 1935. — ³ *Bechterew*: Leitungsbahnen, 1899. S. 301. — ⁴ *Schüller*: Jb. Psychiatr. **22**, 193 (1902).

Nucleus caudatus bei Kaninchen und Hunden Fortbewegung nach vorn beobachteten. *Keller*, dessen Verdienst es vor allem ist, in *Tschermak's* Laboratorium die nach Olivenverletzung eintretende Degeneration von Faserbündeln genau beschrieben zu haben, beobachtete keine Roll- und Manegebewegungen, bemerkte jedoch, daß die Katze nach Verletzung der linken unteren Olive den Sprung nach unten zögernd und plump, nach aufwärts aber graziös ausführte¹. Schon vorher hatte *Tschermak* nach einer Läsion, welche den oberen Abschnitt der Oliven berührte, das gleiche beobachtet. *Tschermak* sah in den betreffenden Präparaten eine Bahn auf der Seite der Läsion aufsteigen, und zwar ein prädorsales Bündel, das im Mittelhirn das Feld des hinteren Längsbündels erreichte und weiter in dem medialen Thalamuskern (und zentrale graue Substanz) verschwinden soll. Nichtsdestoweniger zieht *Keller* den Schluß, daß sein wichtiger Versuch (Verletzung vor allem des medialen Abschnittes der unteren Olive) physiologisch nur ein negatives Resultat lieferte. Diese Schlußfolgerung ist dadurch zu erklären, daß ihr eine unrichtige oder wenigstens unvollständige Anschauung über diese Zwangsbewegungen zugrunde lag. Er erkennt nämlich als Zwangsbewegungen nur die *Rollbewegungen* an, von welchen er nicht einmal die Manegebewegungen streng scheidet. Ebensowenig wie *Probst* ist dieser Autor sich darüber klar, daß neben diesen zwei Arten von Zwangsbewegungen vor allem auch die Zwangsbewegungen in der sagittalen Ebene große Bedeutung haben, namentlich das antero-posteriöre Schwanken. Schließlich ist es von Bedeutung, ob das Versuchstier Neigung zur Lokomotion zeigt oder nicht; denn man hat darin ein wichtiges, und zwar supravestibuläres Symptom zu sehen. — Immer wieder stellt sich heraus, daß die genauen anatomisch-physiologischen Arbeiten von *Tschermak*, *Probst*, *van Gehuchten*, *Thomas*, *Ferrier* und *Turner* und später von *Spitzer*, *Karplus*, *Economo*, *Papez*, *Gray* u. a. für die Vertiefung unserer Kenntnis von den Zwangsbewegungen bleibenden Wert besitzen, obgleich den Autoren selbst durch Unterlassung der Analyse der Zwangsbewegungen die Bedeutung ihrer Ergebnisse notwendigerweise öfters entgehen mußte.

In den in meinen Arbeiten im Brain 1914 und 1922 angeführten Versuchsreihen, die unter anderem eine anatomo-physiologische Analyse der vestibulären Kerne und der anschließenden Faserverbindungen zum Zweck hatten, wurden gewissermaßen zufällig und nebenbei Stiche in der Olivengegend angebracht, die eine gesonderte Behandlung wünschenswert erscheinen lassen. Nachdem in den genannten Veröffentlichungen die aufsteigenden sekundären vestibulären Bahnen, an welche die Zwangsbewegungen in den horizontalen und frontalen Ebenen gebunden waren, bis in die Commissurkerne und bis in das Pallidum verfolgt waren, und in dieser Weise meine Aufmerksamkeit sich mehr und mehr auf die Zwangsbewegungen in der vertikalen (sagittalen) Ebene richtete, stellte

¹ *Keller*: Arch. f. Anat. 1901, 202.

sich heraus, daß das obengenannte experimentelle Material hier nützlich leisten könnte.

Parallel mit diesen Bemühungen konnte mit Hilfe des ausgedehnten Materiales des zentralen Hirninstitutes, zu welchem mir vom Direktor Prof. *Kappers* freundlichst Zugang geboten wurde, das Olivenproblem und das damit eng verbundene Problem der zentralen grauen Substanz von vergleichend anatomischer Seite in Angriff genommen werden. Während die letzteren Studien ¹ erschienen sind, folgen in diesem Artikel anatomo-physiologische und anatomisch-pathologische Ergebnisse über die untere Olive. Eine im Druck befindliche Monographie über das supra-vestibuläre System soll ein vollständiges Bild von dem bis jetzt auf diesem Gebiete Erreichten geben, mitsamt den klinisch-diagnostischen Folgerungen auf dem Gebiet der Hirnstammdiagnostik, für die Blicklähmungen, die Kenntnisse von der Vorderhirnataxie, den vestibulären Nystagmus und die postencephalitischen Störungen.

I. Eigene Beobachtungen an Katzen.

1. *Stiche in die untere Olive.*

Im Verlauf meiner Versuche zum genaueren Studium der Effekte scharf lokalisierter Verletzungen des Ramus descendens nucleus 8 in Katzen wurde mehrmals die Olive angestochen; der Natur der Sache nach gingen weit die meisten Tiere mit Verletzung in dieser Gegend ein.

Daß es zwar schwer, aber nicht ganz unmöglich ist, Versuchstiere mit einer direkt von hinten nach vorn gerichteten Verletzung der Olive am Leben zu erhalten, davon mögen unter anderem Abb. 1a und b und Abb. 2 ein beredtes Zeugnis ablegen.

Katze 240. 27. 4. 1911. Verletzung der medianen Nebenolive. Stich nach Freilegung des Kleinhirns in die Medulla, in den medianen Kern der rechten unteren Olive (Abb. 1a u. b). Erst Rollbewegungen und Fallneigung nach rechts, sowie Purzeln nach vorn. Später Neigung, den Kopf zu heben. Am 3. Tage noch Uhrzeigerbewegungen nach rechts; mit sanftem Druck kann man den Kopf nach oben bewegen. Am 11. Tage Stich in den Dachkern, wonach das Tier Neigung zum Aufbäumen zeigt, bis es am 14. Tag getötet wird.

Die von der Verletzung der Olive abhängigen Entartungen (auf Grund von Serienschnitten): I. Caudalwärts. Außer dem Pyramidenbündel sind auf der rechten Seite ziemlich viele Fasern (± 250) im Vorderstrang entartet, viel weniger auf der linken Seite (± 100). Dazu gehören auch in dem rechten Vorderseitenstrang verlaufende Fasern, sowie auch Fasern des Tractus deitero-spinalis. Diese *olivo-spinalen* Fasern lassen bis tief ins dorsale Mark hinein einen schmalen Markrand frei.

II. In der Höhe der Oliven als Folge der Verletzung, welche die mediane Nebenolive an der Stelle ihrer stärksten Entwicklung trifft (Abb. 1a) und das ventrale Blatt der lateralen Abteilung ganz nahe der Mittellinie durchsticht. Es sind viele Commissurenfasern nach der linken Olive (ventraler Abschnitt) entartet, wenige Fasern (mehr auf der Seite der Verletzung), die in den ventralen Teil des Corpus restiforme ziehen. Diese Fasern können bis zur Mitte des Wurmes (vorderer Abschnitt) verfolgt werden. Während wenige entartete Fasern in der dorso-olivären

¹ Anat. Anz. 77, 369—408 (1934).

Verbindung mit der *Deiters*-Gegend (150) gefunden werden, richtet sich die volle Aufmerksamkeit auf die merkwürdige Fontaineekreuzung (Abb. 1b) zum linken



Abb. 1 a.

H.L.B., in welchem diese Fasern absteigen. Weil bei keiner der Verletzungen des lateralen Abschnittes der Olive diese Fasern entartet gefunden werden, ist man geneigt, ihren Ursprung ausschließlich in dem medialen Olivenabschnitt zu suchen. Bereits *Keller* sah diese Fasern aus der Olivengegend hervorgehen.

III. Aufsteigende Entartungen. Außer der Schleife, die rechts stärker als links entartet ist, findet man in der *Formatio reticularis* eine große Anzahl von medio-ventral nach dorso-lateral ziehender feiner Fasern entartet. Via dorso-lateraler Zone des roten Kerns gelangen sie (vgl. Abb. 2 c) in die *Lamina medullaris interna* des Thalamus und scheinen sich medioventral



Abb. 1 b.

Abb. 1 a und b. Katze 240. Verletzung des medianen Abschnitts des ventromedianen Kerns der unteren Olive.

von den Schleifenendigungen im *Nucleus ventralis thalami* zu verlieren. Eine kleine Anzahl Fasern kreuzt in Höhe der *Commissura posterior* mit dem *Tractus habenulo-interpeduncularis* und verschwindet in der *Commissura posterior*. Auf der linken Seite findet man in demselben Areal eine viel kleinere Anzahl feiner Fasern. In den oralen Teilen des Thalamus büßen diese Fasern an Dicke ihrer *Markscheiden*

merklich ein. Es ist anzunehmen, daß sie in den dorsalen Teilen des Putamens und in den ventralen Teilen des Nucleus caudatus ihr Ende finden. Eine viel geringere Anzahl von Fasern kann man in der Lamina externa thalami eine gewisse Strecke weit verfolgen.

Epikrise. Die konstante, wenn auch nicht regelmäßige Bewegung nach rechts ist vielleicht mit der geringen aufsteigenden Entartung im linken hinteren Längsbündel in Verbindung zu bringen. Eventuell wäre

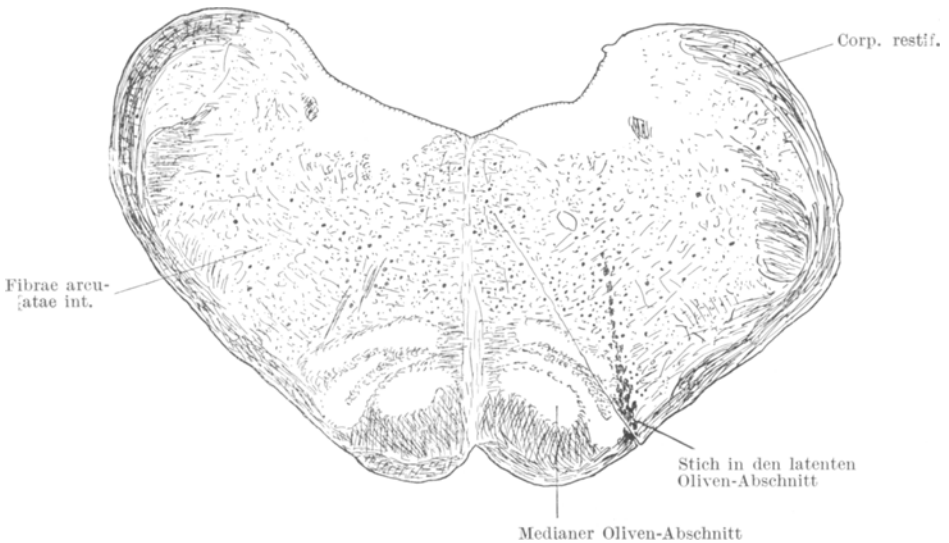


Abb. 2 a.

an einen Zusammenhang mit der Entartung des rechten Tractus deiterospinalis zu denken. Die vorübergehende Neigung, nach links zu rollen, ist vielleicht mit der Entartung des rechten Tractus interstitiospinalis in Verbindung zu bringen¹. Die regelmäßig auftretende Neigung nach oben, die weder nach einer Läsion der *Deiters*-Gegend noch einer anderen Stelle der Medulla (einschl. des lateralen Teils der Oliven) jemals so regelmäßig beobachtet wurde, ist mutmaßlich auf die ausgesprochene Läsion der medianen Abteilung der Olive zurückzuführen. Die Neigung zum Aufbäumen wurde noch durch ein zweites Trauma (Verletzung der Commissur zwischen den beiden Dachkernen) verstärkt.

Katze 237. Schwarze große Katze. 29. 9. 1913. Verletzung des lateralen Teiles des lateroventralen Abschnittes der rechten unteren Olive. Erst Liegen auf der linken, später auf der rechten Seite. Sonst starke Neigung, nach oben zu springen, später auch auf dem Boden zu kriechen, welch letzteres Symptom, Kriechen mit dem Bauch auf der Erde, bis zum 6. Tage beobachtet wird. Am 8. Tage geht das Tier ein. Ein wenig Pus findet sich auf der rechten Ala cinerea.

¹ Vgl. L. J. J. Muskens: Das supra-vestibuläre System, Kap. 12. Amsterdam 1935.

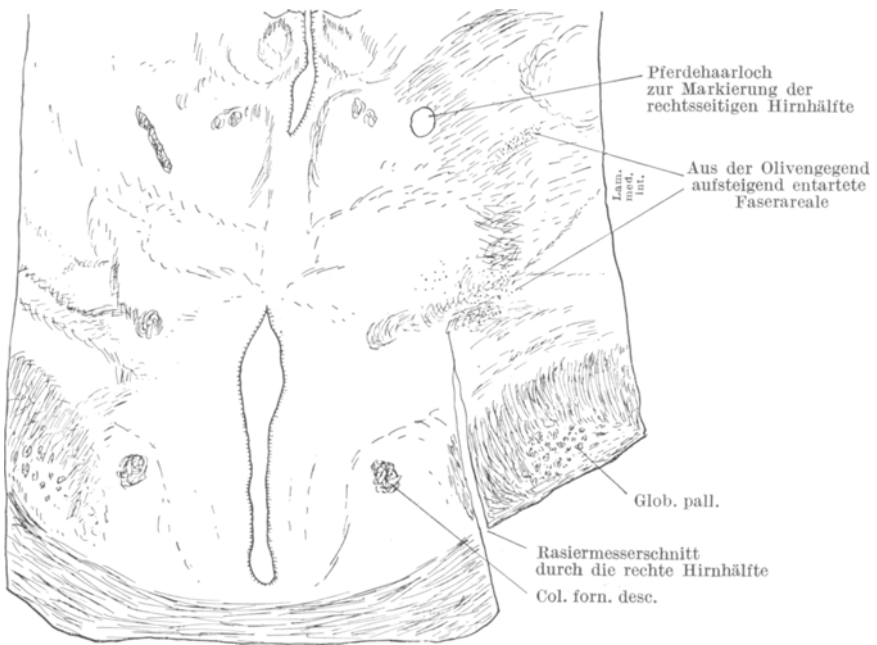
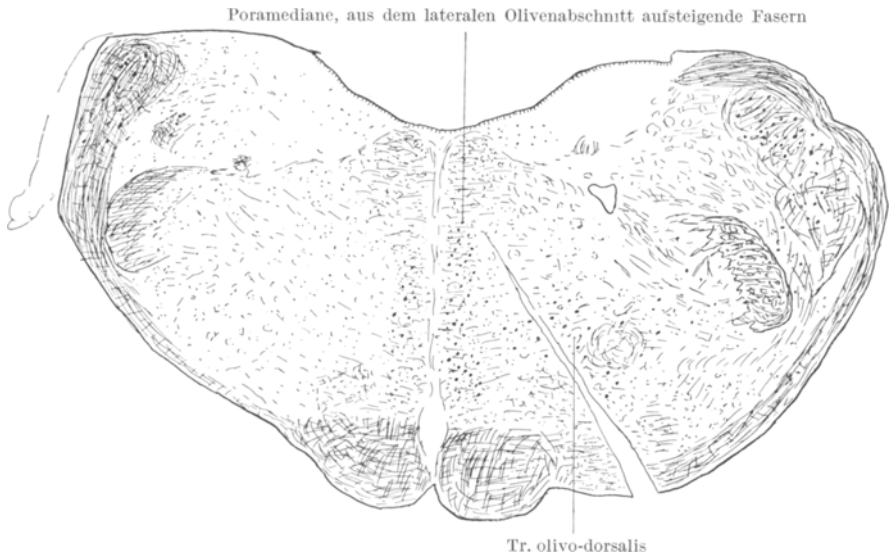


Abb. 2a—c. Katze 237. Verletzung des lateralen Randes des ventro-lateralen Kerns der unteren Olive.

Epikrise. Hier war der laterale Teil des lateroventralen Abschnittes der Olive durchstoßen (Abb. 2a), während die Nadel genau medial von dem Fasciculus solitarius abgeglitten war und dabei einige Hypoglossusfasern verletzt hatte.

Es waren entartet:

I. Caudalwärts. Eine Anzahl (± 250) ziemlich feiner Fasern genau medial von dem nicht getroffenen Tractus deiterospinalis.

II. In der Höhe der Olive. 1. Relativ wenige olivo-oliväre Fasern zur latero-ventralen Abteilung der linken Olive. 2. Relativ viele feine Fasern (250), die bis in das gleichseitige Corpus restiforme zu verfolgen sind und das dorsale Areal einnehmen. Auf dem Wege zum gekreuzten Corpus restiforme werden nur sehr wenig Fasern entartet gefunden.

3. Eine mäßige Anzahl von Fasern (125), die bis zum rechten Deiterskern zu verfolgen sind, die sog. dorso-olivären Fasern (Abb. 2a und b).

4. Eine ziemlich große Anzahl Fasern, die in dem prädorsalen Bündel oralwärts verlaufen.

Es ist anzunehmen, daß in diesem Hirnstamm die aufsteigenden olivoneostriären Fasern einen mehr medialen Verlauf nehmen als bei der Katze 240, wo der mediale Abschnitt der Olive verletzt war.

Katze 229. Verletzung des dorsalen Abschnittes der unteren Olive. Das Tier saß immer in konjugierter Deviation nach rechts und versuchte von Anfang an Manegebewegung nach rechts auszuführen, wurde aber daran durch die Titubation und die Unlust zur Bewegung gehindert. Manifeste antero-posteriore Zwangsbewegungen wurden nicht beobachtet. Post mortem stellte sich heraus, daß der mediale Abschnitt der Pars dorsalis olivae inferioris angestoßen war. Entartungen. 1. Caudalwärts: Rechts antero-laterale Bündel (zum Teil Fasern des Tractus deiterospinalis). 2. In der Höhe der Olive: 1. Mäßige Entartungen zur kontralateralen Olive (namentlich Pars dorsalis), 2. ungefähr das ganze rechte Corpus restiforme, links ein geringer Teil desselben. 3. Der Tract. dorso-olivaris stark entartet. Ferner einzelne Faserbündel in dem Nervus hypoglossus, im Tractus deitero-spinalis, im Lemniscus (L. > R.) und im Tractus spino-cerebellaris.

Epikrise. Weil der Tractus deiterospinalis und der Tractus dorso-olivaris in hohem Maße degeneriert sind, kann man keineswegs die ausgesprochene konjugierte Deviation ohne weiteres der Läsion des dorsalen Abschnittes der Oliven zuschreiben. Ausschließen kann man freilich einen solchen Zusammenhang ebenfalls nicht: Man erinnere sich, daß *Bechterew* immer der Meinung war, daß nach Olivenläsion besonders oft Manegebewegung zu beobachten sei. Als echtes Olivensymptom wurde in casu die Titubation angesehen (nicht war notiert, ob diese Titubation eine anteroposteriöre, eine laterale oder eine rotatorische war).

Schlußfolgerungen. Gesonderte Verletzungen des medialen und lateralen Abschnittes der unteren Olive scheinen den Beweis zu liefern, daß diese Teile einerseits verschiedene anatomische Verbindungen besitzen und daß andererseits je nach der Verletzung verschiedene Typen von Zwangstellung vorherrschen.

Nach Verletzung des lateralen Abschnitts der unteren Oliven scheint die Zwangsbewegung nach vorn und unten vorzuherrschen. Dabei zeigen sich folgende Entartungen: 1. eine geringe Anzahl in den Vordersträngen absteigender Fasern, 2. kreuzende Fasern zur anderen Olive, 3. *Fibrae arcuatae internae*, die zum größten Teil zum gleichseitigen Corpus restiforme, zum geringeren Teil zum Corpus restiforme der Gegenseite verlaufen und im Wurm und namentlich im Dachkern endigen, 4. viele dorsooliväre Fasern, die bis in die Gegend des *Deiters*-schen Kerns verfolgt werden können, 5. ins Areal des zentralen Haubenbündels aufsteigende Fasern, deren Endpunkt nicht festgestellt werden kann, der aber wahrscheinlich nicht sehr dorsal, zwischen Putamen und Nucleus caudatus liegt. 6. Ziemlich viele prädorsale Fasern (zu den Kernen der zentralen grauen Substanz?).

Nach Verletzung des medioventralen Abschnitts der Olive herrscht die Zwangstellung nach oben und hinten vor, soweit man aus meinen eigenen Versuchen schließen kann. Entartet sind hier: 1. viele in der Peripherie der gleichseitigen Vorder- und Seitenstrangbahnen absteigende Fasern, 2. viele kreuzende Fasern zur anderen Olive, 3. viele *Fibrae arcuatae internae*, die größtenteils im gleichseitigen Corpus restiforme in geringer Zahl in den der Gegenseite, zum Teil kreuzend zum Wurm (Vorderteil) und zur dorsalen Kleinhirncommissur ziehen, 4. eine mäßige Anzahl dorsoolivärer Fasern, die das Organ mit der Gegend des *Deiters*-schen Kerns und mit dem Dachkern verbinden, 5. viele Fasern, die nach Passierung der fontäneartigen Kreuzung *Kellers* auf eine kurze Strecke im Areal des H.L.B. der Gegenseite verlaufen, 6. zahlreiche in der *Formatio reticularis* aufsteigende Fasern ventrolateral vom hinteren H.L.B. bis in den Thalamus, entlang des Raphe zum Teil in die zentrale graue Substanz, zum Teil in die Lamina interna auf ihrem Weg zum Nucleus caudatus. Kann man mit Sicherheit feststellen, daß alle diese Entartungen aus den Oliven selbst kommen? Das unregelmäßige Verhalten der Markumhüllung der zur Olive strebenden und der sie verlassenden Bündel wird hier wohl immer als eine Quelle der Unsicherheit bestehen bleiben.

2. Vergleichbare Versuche der Vorgänger.

Nachdem sowohl das Studium der vergleichenden Anatomie der Olive¹ wie auch die eigene experimentelle Arbeit an Katzen deutliche Hinweise lieferten, daß die vestibuläre Funktion der Oliven vor allem mit der Lokomotion in der vertikalen Ebene zu tun habe, erhebt sich die Frage, ob nicht andere Untersuchungen in dieser Gegend evtl. Material für unsere Fragestellung liefern könnten. Hierbei stieß ich auf die Beobachtungen *Starlingers*² und *M. Rothmanns*³ bei ihren Versuchen an der Pyramidenkreuzung. *Starlinger* suchte die Pyramidenbahn an der Stelle der Kreuzung

¹ *Muskens, L. J. J.*: Anat. Anz. 1934, 369. — ² *Starlinger, J.*: Jb. Psychiatr. 15 (1897). — ³ *Rothmann, M.*: Arch. f. Psychiatr. 38, 1020 (1904).

zu durchschneiden, verletzte dabei aber regelmäßig das H.L.B. Demzufolge fiel sein Versuchstier Nr. 6, bei welchem die Läsion oral von der Olive angebracht war, nach links um. Was dem Autor jedoch vor allem bei seinem Versuchstier auffiel, war die Tatsache, daß dieses Versuchstier eine Stunde nach der Operation vollkommen gut gehen konnte. Diese Erfahrung weist uns deshalb darauf hin, daß die Lokomotion an sich bei diesem Tiere anscheinend vollständig *ohne Mitwirkung der Pyramidenbahn* zustande kommt. Bei allen 5 übrigen wohl gelungenen Operationen, bei welchen entweder die mediane Nebenolive getroffen war, oder aber die die beiden Nebenoliven verbindenden Bündel durchschnitten waren, bestand Zwangsbewegung nach oben. Diese Zwangsbewegungen, d. h. die Neigung zum Aufbäumen, wurde besonders lange bei Nr. 2 beobachtet, wo die „geißelförmigen Fasern“ aus der medianen Nebenolive ventral von dem gekreuzten H.L.B. entartet waren. In dieser Tatsache glaube ich eine Bestätigung meiner Beobachtungen an der Katze 240 sehen zu können. Bei einem dritten Versuch *Starlingers* fiel die Incision genau zwischen die beiden medianen Nebenoliven (Abb. 3 seiner Arbeit). An dem Tag nach der Operation lag das Tier auf dem Bauch oder auf dem Rücken. „Es besteht eine deutliche Neigung, nach hinten zu fallen“. Am zweiten Tage fand sich vertikaler Nystagmus und Fallneigung nach vorn. „Oberkörper nicht so aufgerichtet wie normal.“ Am dritten Tage „fällt das Tier nach vorn über“; der Nystagmus wird weniger ausgesprochen. Am vierten Tage Exitus. Die genaue Beschreibung der Läsion lehrt, daß sowohl die interolivären Fasern der medialen als der lateralen Abteilung durchschnittlich waren. Interessant ist, daß in diesen Fällen schon nach 4 Tagen in beiden Vordersträngen um das Vorderhorn herum bis in den Vorderseitenstrang eine schwache Degeneration nachzuweisen war (S. 1052).

Diese Beobachtungen und ebenso diejenigen *Rothmanns* stimmen, soweit ersichtlich, mit den meinigen nach Läsion der medianen Nebenolive und der dabei gefundenen Entartung vollständig überein. Schließlich haben wir die Beobachtungen von *N. Zand*¹, welche bei Katzen mit Enthirnungsstarre mittels einer Nadel die linke Olive verletzte. Sie kam zu der Schlußfolgerung, daß ein Streckerzentrum in den bulbären Oliven gelegen sein müsse. Ihre Erfahrungen finden zum Teil ihre Erklärung durch meine Beobachtungen über den lateralen Olivenabschnitt, obwohl diese Autorin der andersartigen Funktion der medialen Olive noch nicht Rechnung trug. Weil die Unterbrechung der betreffenden Bahnen mit Zelluntergang einhergeht, kann meines Erachtens schwerlich Hyperfunktion des verletzten Organs angenommen werden. — Interessant sind auch die Beobachtungen *Hoffs* und *Cauders'*, die bei Veronalvergiftung starke Ataxie und eine starke chemische Wirkung dieses Medikaments auf die Oliven fanden.

¹ *Zand, N.*: J. Nerv. Dis. 1928, 106 und Rev. Neur. 1929 II, 195.

II. Anatomisch-physiologische Beobachtungen über die zentralen Haubenbündel.

1. Geschichtliches. Das zentrale Haubenbündel.

Ebenso wie der Verlauf der die Oliven mit den vorderen Hirnteilen verbindenden *aufsteigenden* Bahnen blieb — trotz der Arbeiten von Männern wie *Cajal*, *Probst*, *Besta*, *van Gehuchten*, *Held*, *Economo* und *Karplus* u. a. — der Verlauf der *absteigenden* Bahnen zwischen Vorderhirn und Zwischenhirn einerseits, den Oliven andererseits in ein mysteriöses Dunkel gehüllt.

Dazu hat sicherlich viel beigetragen, daß *Keller*, der Pionier der experimentellen Olivenuntersuchung, zu Unrecht die Rolle der Oliven für das Gleichgewicht leugnete (vgl. Einleitung). Durch diesen Umstand wurde die Forschung in andere Bahnen gelenkt und eine Erweiterung unserer Kenntnis dieses Organes für längere Zeit gehemmt. Dorsalwärts findet *Keller* nach Olivenläsion die bekannte gekreuzte olivo-cerebelläre Bahn entartet; demzufolge wurden namentlich im Wurm und im Dachkern Degenerationsprodukte gefunden. Die Fasern, welche *Keller* nach oben aus der Hauptschleifenschicht sowie zum H. L.B. ziehen sah, scheinen, nach seinem Fall zu urteilen, sowohl aus dem medio-ventralen als aus dem latero-ventralen Abschnitt der Olive zu stammen. Er bestätigt die aus den Oliven und dem Hinterstrang aufsteigenden Fasern von *Ferrier* und *Turner*, die dorso-oliväre Bündel *Bruces*¹ (auch *v. Sölder*, *Breuer*, *Marburg*, *Thiele*, *Economo*, *Horsley*) sowie auch die trapezoidalen Fasern, welche ventral in die Olive eintreten (*Held*, *Cajal*).

Hierdurch und durch *Monakows* Argumente, die er an lange überlebenden Tieren gewann, wurde die früher herrschende Meinung (*Deiters*, *Meynert*, *Spitzka*, *Roller*) endgültig widerlegt, daß Hinterstrangfasern via *Fibrae arcuatae internae* in der Olive unterbrochen würden. Mit allen Methoden wurde bestätigt, daß die gekreuzte olivo-cerebelläre Verbindung via *Fibrae arcuatae internae* doppelt gerichtet ist, daß mit anderen Worten sowohl oliväre Fasern in das gekreuzte Cerebellum als cerebelläre Fasern in die gekreuzten Oliven eintreten (die letzteren in viel geringerer Anzahl). Später wurden von den Klinikern (*Klien*) Einzelheiten über den genauen und keineswegs identischen Verlauf der olivo-cerebellären Fasergruppen angegeben.

Was die physiologischen Beobachtungen betrifft, so fiel *Probst* bei seinen Olivenversuchen auf, daß die Tiere sich so oft überkugelten, namentlich wenn sie eine Treppe hinaufkletterten wollten. Nach ihm sind, soweit mir bekannt, keine besonderen Olivenversuche in Angriff genommen worden bis auf die von Frau *Zylberlast-Zand* und *mir*.

Da wir versuchen wollen, die physiologische Bedeutung der unteren Olive weiter zu ergründen, liegt es nahe, festzustellen, was über die physiologische Bedeutung des zentralen Haubenbündels, das aus den oralen Hirnabschnitten zur Olive zieht, bekannt geworden ist. Während *Probst* dieses Bündel ausschließlich bei den Primaten vorzufinden meinte, haben *Spitzer*, *Karplus* und *Economo*² bis in die Oliven absteigende Bündel bei Katzen und Affen nachgewiesen (ohne weitere Angaben jedoch über die Abschnitte der Olive, in welchen diese entarteten Fasern verschwinden). Dieses Bündel nimmt die laterale Seite des Haubenfeldes

¹ *Bruce*: Proc. roy. Soc. Edinburgh 17, 26 (1880). — ² *Karplus* u. *Economo*: Arch. f. Psychiatr. 44, 275 (1910).

ein, legt sich dorsomedial den oberen Oliven an und löst sich mittels weniger feinerer Fasern im Hilus auf, mit einer Anzahl etwas größerer Fasern lateral in der unteren Olive. *Karplus* und *Economo* sahen nach Läsion dieses Areals zwischen den hinteren Vierhügeln und der Olivengegend auch ein aufsteigendes Bündel in demselben Areal entartet, wenigstens beim Menschen (*Spitzer*), worauf ich an Hand eigener Versuche zurückkommen muß.

Es scheint fast charakteristisch für die supra- und juxtavestibulären Bündel, daß sie wohl immer aus doppelt gerichteten Fasern zusammengesetzt sind. Da übrigens meine Vorgänger (*Karplus* und *Economo*) die vertikalen Zwangsbewegungen als solche nicht erkannt haben, sind nur einzelne ihrer Versuche für meinen Zweck, das anatomisch-physiologische Studium der Zwangsbewegungen, zu verwerten. Nichtsdestoweniger ist hierfür Katze 3 (*Ferrier*) nicht ohne Bedeutung. Dieses Tier zeigte 3 Wochen lang Neigung, sich aufzubäumen, und an der verletzten Seite (Läsion in *Forels* Haubenstrahlung) stellte sich eine starke Entartung dieses Bündels heraus, und zwar zur gleichseitigen Olive in allen ihren Abschnitten.

Weiter haben die genannten Autoren noch ein anderes feinfaseriges Bündel bei 2 Katzen festgestellt, welches medial entlang der Raphe verläuft, aus dem Mittelhirn stammen und ausschließlich in den Hilus der Olive einstrahlen soll, die mediane Mittelhirnolivenbahn. Diese Bahn kann kaum mit dem von *Wallenberg* bei Vögeln und von *Probst* bei der Katze lateral vom *H.L.B.* gefundenen Bündel identisch sein, ebenso wenig wie mit dem auf der Läsionsseite aufsteigenden *Tschermakschen* Bündel. Ob diese Bahn mit der von *Winkler* viel später als rubrooliväres Bündel beschriebenen ¹ Verwandtschaft hat, muß ich dahingestellt sein lassen. Die Bedeutung dieses Bündels, das bei 4 meiner Katzen entartet gefunden wird, scheint meine Katze 243 in anatomischer Hinsicht zeigen zu können. Namentlich scheint mir auch der anatomisch-physiologische Vergleich mit Katze 241 lehrreich, wo auch beide zentrale Haubenbündel entartet gefunden werden. — Kurz und gut, der genaue Ursprung des zentralen Haubenbündels blieb dunkel, *Wallenberg* vermutete das Putamen, *Winkler* den Globus pallidus ¹ als Ursprung. *Spatz* ² zeigt Neigung, beim Menschen an einen Ursprung aus dem roten Kern zu denken, weil eben in den Fällen *Gampers* und *Környeyes* trotz Vernichtung nicht nur des Striatums und Pallidums, sondern auch des Thalamus und des Hypothalamus die zentralen Haubenbündel gut entwickelt schienen. Persönlich fiel mir der Umstand auf, daß bei Tieren mit monströs entwickelten zentralen grauen Kernen (Elephant, die Wale) auch jenes Bündel stark vertreten ist, so daß keineswegs ausgeschlossen erscheint,

¹ *Winkler*: Vgl. *Morison*, Anatomical Studies. Haarlem 1929. — ² *Spatz*: Physiologie und Pathologie der Stammganglien. Handbuch der Physiologie von *Bethe*, Bd. 10, S. 336. Hier findet man die Literatur zu diesem Thema angegeben.

daß die grauen Kerne zur Bildung der zentralen Haubenbündel beitragen.

Was die physiologische Bedeutung des zentralen Haubenbündels betrifft, so hatte man nur die Vermutung, daß das Bündel mit Hinsicht auf seine besonders starke Entwicklung beim Menschen mit dessen aufrechter Stellung etwas zu schaffen habe.

2. *Das System der aus dem Neostriatum absteigenden Haubenbündel und ihre mutmaßliche Funktion.*

Nichts ist gefährlicher, als aus einigen, wenn auch vollständig anatomisch-physiologisch untersuchten Läsionen in einem so dicht mit Bahnen besetzten Hirnteil wie dem Hirnstamm Schlüsse über den Verlauf und die Funktion der betreffenden Bahn zu ziehen. Ganz unzulässig ist es, wenn man aus der physiologischen Beobachtung solcher Einzelfälle Rückschlüsse auf die Funktion bestimmter Bündel ziehen will. Da jedoch die kritische Untersuchung der Verletzungsfolgen bestimmter Abschnitte des H.L.B. Resultate ergab, welche auch klinisch der Probe durch die Erfahrung standhielten, liegt es nahe, mit Hilfe derselben anatomisch-physiologischen Methoden an die Analyse der Haubenbündel heranzugehen.

Da die Analyse des H.L.B. bereits vor vielen Jahren zu einem gewissen Abschluß gekommen ist und auch in neuerer Zeit gutteils als richtig anerkannt wurde (*C. und O. Vogt, Riese, Amerikanische Schule*), scheint es nicht ausgeschlossen, daß dieselbe Methode auch hier mittels Subtraktion (Vergleichung mehrerer Versuche in physiologischer und anatomischer Hinsicht) Früchte tragen könnte.

Der Weg, den wir zu diesem Zweck einzuschlagen haben, ist uns klar vorgezeichnet; wir bringen im Hirnstamm eines anatomisch gut bekannten Versuchstieres Verletzungen an, und zwar auf der ganzen Strecke zwischen Oliven und Neostriatum; beobachten sorgfältig die darnach auftretenden Erscheinungen und können dann in Verbindung mit den nötigen Kontrollläsionen, welche die in Frage kommenden Haubenbündel aussparen, erwarten, zu gewissen vorläufigen Schlüssen zu gelangen. Ein Vergleich der Resultate mit denjenigen, die aus einer Läsion der Olive einerseits und aus einer Läsion des Neostriatums andererseits gewonnen wurden, soll sich daran anschließen.

Sodann kommt eine Kontrolle durch Versuche, die an anderen Versuchstieren und auch von anderen Untersuchern evtl. zu einem anderen Zweck angestellt wurden, und schließlich der Vergleich mit entsprechenden Naturexperimenten, d. h. Krankheitsfällen.

Meine Versuche beginnen mit einer Läsion an der Stelle, wo eine teilweise Kreuzung der olivoneostriären Bündel stattfindet, nämlich zwischen den roten Kernen (Abb. 3a).

Zunächst Katze 241¹. Hier werden wir sicher anatomische Veränderungen sowohl in beiden Neostriata als in beiden Oliven erwarten dürfen, welche denn

auch in der Tat gefunden werden. Die ursprüngliche Verletzung hat zugleich ein wenig den Nucleus caudatus getroffen (Abb. 3d). Daran liegt es wohl, daß die Degeneration des Haubenbündels rechts intensiver ist als links (Abb. 3b), wo die Haube ausschließlich in der Höhe der Commissura posterior getroffen wurde.

Der Katze 242 ist dieselbe Verletzung beigebracht, aber sie ist namentlich nach links ausgedehnter ausgefallen, auch sind beide Längsbündel, *Meynerts* Bündel und die Pedunculae corporis mammillaris durchschnitten worden. In diesem Fall zeigte sich eine maximale Enthirnungsstarre. Das Tier lebte zu kurz, als daß sich nach der letzten Mittellinienläsion eine für die Marchifärbung genügende Entartung hätte ausbilden können. Dieser Fall ist im J. of Physiol. 1928 ausführlich mit zahlreichen Abbildungen publiziert worden.

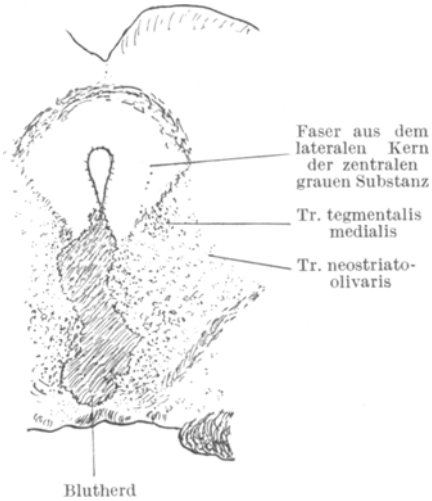


Abb. 3a.

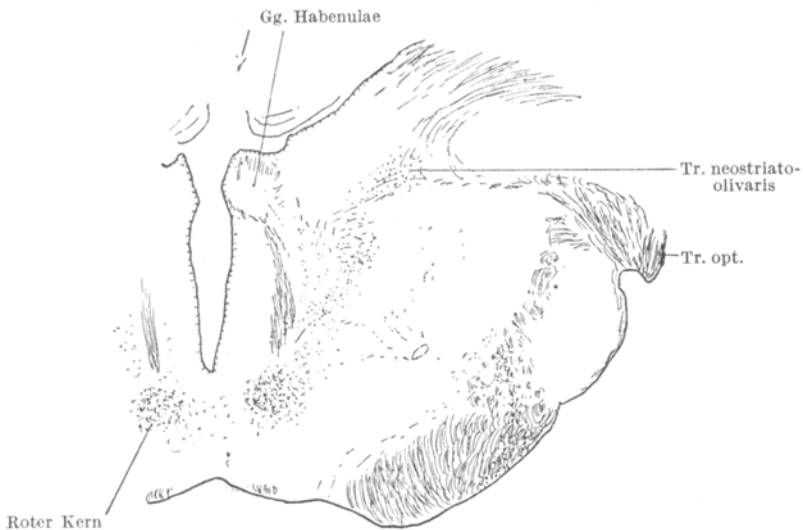


Abb. 3b.

Weiter kommen 3 Fälle von Läsion des Neostriatums hinzu. Von Katze 243 wird unter 6. dieses Kapitels die Krankengeschichte kurz wiedergegeben. An der verletzten rechten Seite findet man eine große Anzahl entarteter feiner Haubenfasern zunächst

¹ Vgl. *Muskens* Epilepsie. S. 139. Berlin: Julius Springer 1927.

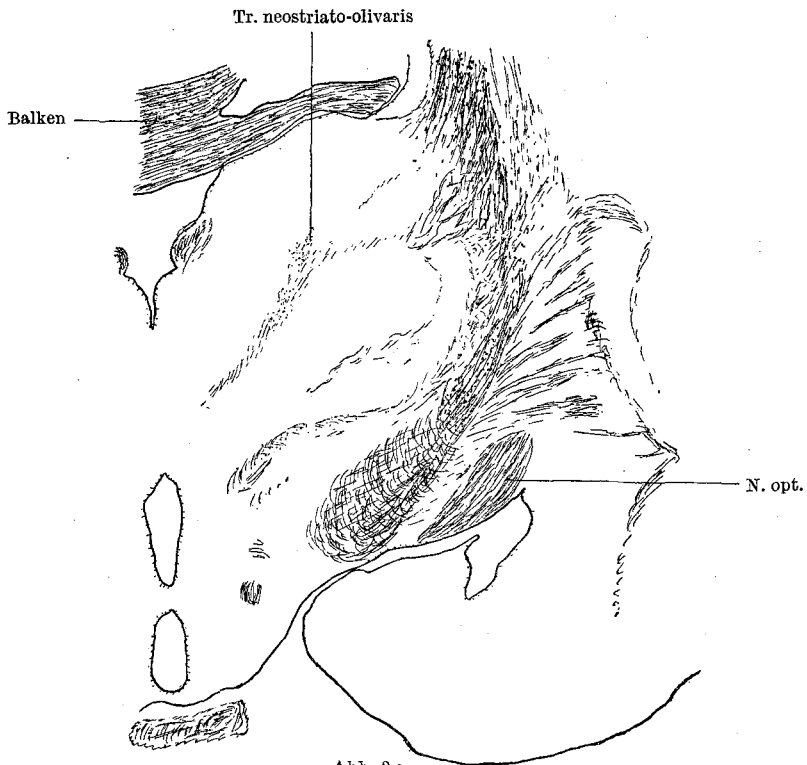


Abb. 3 c.

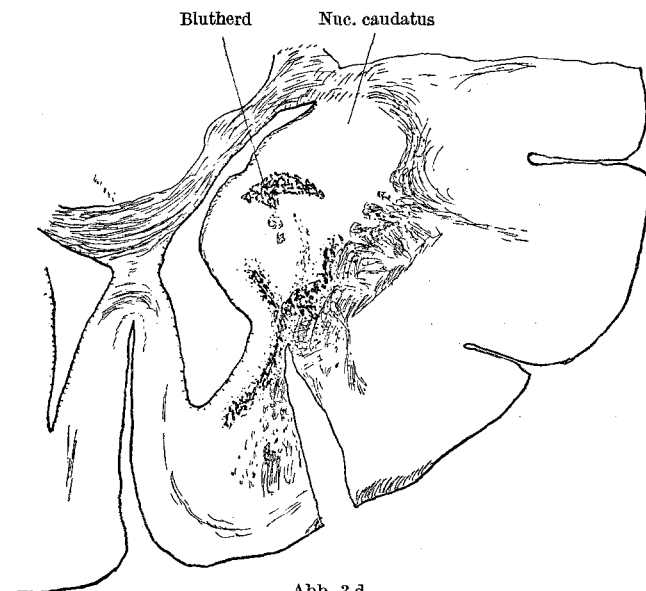


Abb. 3 d.

Abb. 3 a—d. Entartungen, gefunden nach einer doppelten Verletzung, einmal in der Mittellinie, zwischen den roten Kernen, andermal im rechten Nucleus caudatus (Katze 241).

als Folge der Läsion des ventralen Teiles des Neostriatums; größtenteils gehen die Fasern via Lamina medullaris externa und interna zum ventralen Teil der lateralen Kapsel des roten Kerns. Indem die Verletzung hier mit einem örtlichen Ausläufer die Haube selbst verwundet, wird die Degeneration des Bündels stärker, bis es schließlich in dem dorsalen und latero-ventralen Olivenabschnitt endigt. Unabhängig von dieser Entartung ist auch das dickfaserige Bündel lateral vom H.L.B. entartet, das *Probst*, *Economo* und *Karplus*, *Wallenberg* und *Morgan* beschrieben haben. Dieses Bündel ist wohl infolge eines kleinen Erweichungsherd im dorso-lateralen Abschnitt des Thalamus unterbrochen. Da aus diesem Bündel Fasern zu der Gegend der III-Kerne ziehen, und da dieses Bündel zum Teil zur Olive absteigt, liegt es nahe anzunehmen, daß es für die Zwangsbewegungen von Augen und Rumpf wohl einige Bedeutung hat; auf die anatomisch-physiologische Deutung dieses Bündels müssen wir genauer zurückkommen. Auch den rechten Nucleus interstitialis hat der örtliche Ausläufer der Erweichung erreicht, infolgedessen zeigte das Tier verschiedene Tage Rollneigung nach links. Der Tractus interstitiospinalis ist teilweise bis tief ins Rückenmark entartet. Weiter haben wir Katze 228, bei welcher ein Absceß gefunden wurde, der das Neostriatum zum größten Teil zerstört hat. Eine Anzahl feiner entarteter Fasern zieht in dem Raum zwischen Lamina externa und interna thalami zur Mittelhirnbasis, zum Teil kreuzend, um schließlich namentlich in dem lateralen Abschnitt der Olive zu endigen. Bei diesem Tiere ist auch das basale Riechbündel teilweise entartet, es war unmöglich, die neostriato-olivären Bahnen und die basalen Riechbahnen in ihrem Verlauf auseinanderzuhalten. Sicherlich begeben sich in diesem Falle mittels des Bindearms zahlreiche, sehr markarme Fasern zum Cerebellum. Der Katze 239 ist ein ungefähr vertikaler Schnitt in dem Thalamus beigebracht worden; sowohl das dorsale wie das ventrale Haubenbündel wird entartet gefunden, rechts sieht man namentlich eine ziemlich ausgedehnte Entartung von Fasern in der Mitte der Haubengegend, welche vorwiegend im medialen Olivenabschnitt zu enden scheinen. Die Verletzung von 239 könnte man vergleichen mit derjenigen von Katze 236, bei welcher der Schnitt etwas mehr ventral und lateral angebracht wurde, weshalb die neostriato-olivären Bündel intakt blieben und jede Spur einer Zwangsbewegung in der vertikalen Ebene fehlte.

Schließlich haben wir Katze 219 mit einem Absceß im Vorderhirn, der die medialen Teile des Nucleus caudatus aussparte, jedoch das Putamen ebenso wie bei Katze 228 vernichtete. In diesem Falle war das Bündel, lateral vom hinteren Längsbündel, intakt; ein Befund, welcher den Schluß nahe legt, das Bündel lateral vom H. L. B. (*Probst*, *Wallenberg*) finde seinen Ursprung im Thalamus evtl. im zentralen Grau.

Alles in allem kann man sagen, daß im allgemeinen, wenn der *ventrale* Abschnitt des Haubenbündels, der zur lateroventralen Olive zieht, entartet gefunden wird, als physiologische Folge dieser Verletzung Zwangsbewegung nach *unten* beobachtet wird. Dagegen scheint die *dorsale* Region des zentralen Haubenbündels, die olivoneostriären und neostrio-olivären Bündel zur medioventralen Olive zu führen, deren Verletzung mit *Zwangsbewegung nach oben* einhergeht. Die Beobachtungen anderer Autoren (s. Tabelle 1 S. 574) befinden sich mit dieser Annahme nicht im Widerspruch.

3. Die olivoneostriären Bündel und die Augenbewegungen in der vertikalen Ebene¹.

Das Areal der *aufsteigenden* Bahn (Tractus olivoneostriatalis) scheint identisch zu sein mit demjenigen der *absteigenden* Bahn (Tractus

¹ Ausführlicher vgl. Kap. 20 in meinem Buche „Das supra-vestibuläre System“. Amsterdam 1934.

neostrioolivaris). Es ist daher nicht wie beim H.L.B. darzulegen, daß die Verletzung der aufsteigenden Bahn in ihrem physiologischen Effekt bedeutungsvoller ist als die der absteigenden Bahn.

Eine Verletzung der olivoneostriären Bündel ist regelmäßig mit einer Läsion der vestibulokommissuralen Bahnen verbunden (von denen wir schon wissen, daß unter allen Umständen solche Verletzungen durch Augenzwangsstellung kompliziert werden). Deshalb wird hier die Untersuchung durch das gleichzeitige Auftreten von Augenzwangsstellung und Rumpfwangsstellung in der horizontalen Ebene erschwert. Doch finde ich in meinen Experimenten genügend Anhaltspunkte für die Vermutung, daß die Kompensationserscheinungen der Augen in der vertikalen Ebene unter einer Läsion der zentralen Haubenbahnen gelitten haben, namentlich auch wenn eine solche Läsion in dem Gebiet zwischen der partiellen Kreuzung (zwischen den roten Kernen) und den Oliven zustande gekommen war. Von meinen verschiedenen Olivenläsionen (Kapitel I) sind leider nicht regelmäßig Hirnstammpräparate aufbewahrt worden, so daß ich keine unwiderlegbaren Beweise für meine Annahme vorbringen kann. — Auch *Spiegels* Versuch (Hervortreten vertikaler Nyctagmen nach doppelter Unterbrechung der hinteren Längsbündel) ist damit in Einklang.

4. Zusätzliche Bemerkungen über zwei vergleichbare Läsionen, von denen die eine mit einfacher Zwangsbewegung nach oben, die andere mit maximalem Opisthotonus und maximaler Enthirnungsstarre einherging.

Da die vergleichende Betrachtung von 2 Katzen, bei welchen ein Stich in der Mitte des Mesencephalons angebracht worden war, auch Licht auf die noch nicht gelöste Frage, welche Läsion des Mittelhirns für das Entstehen der Enthirnungsstarre verantwortlich ist, werfen kann, will ich hier einige genauere Angaben über die in beiden Fällen entarteten Faserbündel anfügen.

Die Entartungen waren bei Katze 242 weniger objektiv festzustellen, da dieses Tier zu kurz lebte, um eine deutliche Marchifärbung zu ermöglichen.









| Verletzte Gebilde | Katze 242 mit Enthirnungsstarre. 6 mm breiter Stich in der Medianlinie; nach links weiter, bis lateral vom roten Kern sich erstreckend | Katze 241 mit Zwangsbewegungen nach oben. 3 mm breiter Stich in die Medianlinie, beiderseits kaum den roten Kern berührend |
|------------------------------------|--|--|
| Commissura posterior | Nur caudaler Teil | Durch die ganzen oralen Abschnitte |
| Hinteres Längsbündel | Beiderseits medialer Abschnitt, links auch lateraler, Abschnitt | Beiderseits der medialste Teil der medianen Abteilungen |
| Bindearme | Beide durchstoßen | Unverletzt |
| Pedunculus corporis mamillaris | Beide durchschnitten | Links durchstoßen |
| Tractus habenulo-interpeduncularis | Beide durchschnitten | Links durchstoßen |
| Art der Läsion | Ausgebreitete Hämorrhagie | Vorwiegend Erweichung |

Tabelle 1. Verletzungen und Entartung der Hauben-

| Nr. | Stelle | Verletzung | Zwangsbewegung in der vertikalen Ebene und angenommene anatomische Korrelation |
|-----|--|---|---|
| 1 | <i>Tschermak</i> : Neur. Zbl. 1899, 674. Katze | Stich in den lateroventralen Abschnitt der Trapezregion | Abasie: überschlägt sich nach vorn (S. 676). Entartung des ventralen Haubenbündels bis in die Lamina medull. ext. thalami |
| 2 | <i>Probst</i> : Arch. f. Psychiatr. 33, 753 (1900). Katze | Stich in den Thalamus | Zwangsbewegung nach oben. Absteigende Degeneration des linken Tr. caudato(?) - olivaris = dorsalen Haubenbündels der Abb. 19 des Bündels lateral vom H.L.B. |
| 3 | <i>Probst</i> : Mschr. f. Psychiatr. 7, 389 (1900). Katze 5. Nach der Beschreibung | Durchschneidung des rechten <i>Vicq d'Azyr</i> und rechten <i>Forelschen</i> Haubenfeldes | Zwangsbewegung nach oben. Entartung des <i>Vicq d'Azyr</i> und des dorsalen olivocaudalen (?) Bündels, auch absteigend das Bündel lateral vom H.L.B. |
| 4 | <i>Probst</i> : Dtsch. Z. Nervenheilk. 17, 158 (1900). Katze | Durchschneidung des linken <i>Vicq d'Azyr</i> , <i>Meynert</i> -Bündels und des putamino(?) - olivaren Haubenbündels in der Lam. med. ext. Abst.: Bündel, lateral vom H.L.B. (S. 156) | Die Katze „schaut empor“ (Teil des Syndroms: Zwangsbewegung nach oben) |
| 5 | <i>Keller</i> : Arch. f. Anat. 1901, 178. Katze | Stich durch die med. Abt. der linken unteren Oliven | „Überschlagung“ (nach vorn?). Sträubt sich, „abwärts zu springen“ (Teil des Syndroms: Zwangsbewegung nach unten). Entartung des linken ventralen Haubenbündels (?) S. 197 |
| 6 | <i>Borowiecki</i> : Monakows Arb. 5, s. 197 (1911) Abb. 3 | Verletzung des ventrolateralen Abschnittes der Haubenregion | „Liegt auf dem Bauche“ (S. 194) |
| 7 | <i>Borowiecki</i> : Monakows Arb. Kaninchen. Versuch VI, S. 150 | Zerstörung der frontalen Hälfte des N. lentif. (S. 153) und der linken Kleinhirnhälfte | Kopf nach vorn. Astasie. Rechte Olive resorbiert, geschrumpft |
| 8 | <i>Economo</i> u. <i>Karpplus</i> : Arch. f. Psychiatr. 46, 338. Macac. | Stich in das linke zentrale Haubenbündel beim motorischen V-Kern | Abasie. Neigung, auf dem Bauch zu liegen (Abb. 2) und zu kriechen (S. 338). Ende des Haubenbündels in der ventrolateralen Abt. der Olive (Abb. 44) |
| 9 | <i>Morgan</i> : Arch. of Neur. 1927, 505 | Verletzung des ventralen Teiles des Neostriatum | Abasie 3 Tage. Neigung, sich einzurollen („could not be straightened out“). Entartung im ventrolateralen Teil der Format. retic. (S. 507) |

¹ Lehrreich ist es, *Borowieckis* Fall mit denjenigen *Minkowskis* (Z. Neur. 102, lädiert und die untere Olive wies keine Änderungen auf. Auch mit denjenigen ration des rechten Corpus restiforme (S. 197), wobei (S. 107) „Resorption von vorlag. Hier wurden auch Zwangsbewegungen in der vertikalen Ebene vermißt.

bündel nach experimentellen Eingriffen.

| Zwangsbewegung in der horizontalen Ebene | Zwangsbewegung in der frontalen Ebene | Schema |
|---|---|---|
| Manege nach links (Degeneration des linken Tr. pallido-commissuralis) | Rechtes Ohr zur rechten Schulter gedreht (S. 756). Degeneration des linken Tr. pallidointerstitialis. |  |
| Manege nach rechts. Entartung des rechten pallido-kommissuralen Bündels | Rollneigung nach links. Entartung des rechten pallidointerstitialen Bündels |  |
| Konjugierte Deviation und Manegebewegung nach links. Entartung des linken pallido-kommissuralen Bündels | |  |
| | |  |
| | |  |
| | Rotiert nach rechts. Läsion der rechten Deiters-Region |  |
| Manege nach rechts. Unterbrechung des rechten pallido-kommissuralen Bündels | Rollt nach links. Unterbrechung des rechten pallido-interstitialen Bündels | Nihil |
| Nihil | |  |
| Manegebewegung nach links. Linker Globus pallidus nicht frei | |  |

296) zu vergleichen. In *Minkowskis* Experimenten wurde das Striatum nicht *Borowieckis* selbst (z. B. Versuch I, S. 94) mit ausschließlicher sekundärer Degene-Ganglienzellen der linken Oliven mit Erhaltung der charakteristischen Bilder“

In beiden Fällen waren die Pyramidenbahnen geschädigt. Aus dem Vergleich ergibt sich, wie bereits aus anderen Arbeiten (unter anderem *Rademaker*), daß für die Enthirnungsstarre der Dezerebration (d. h. der Durchtrennung der Verbindung mit dem Cortex) keine Bedeutung zukommt. Eher ist anzunehmen, daß die Resektion des lateralen Kernes der zentralen grauen Substanz, die wir ja für einen Körperbeugekern halten¹, die beiderseitige Durchschneidung des H.L.B., der zentralen Haubenbündel evtl. beider Pedunculi corporis mamillaris und beider Tractus habenulopedunculares, kurz die Durchschneidung einer großen Anzahl supra- und juxtavestibulärer Bündel an beiden Seiten, beim Entstehen der Enthirnungsstarre eine Hauptrolle spielt².

5. *Anatomische Befunde, die eine juxtavestibuläre Funktion der Oliven wahrscheinlich machen.*

Als Folgen einer Läsion des medialen und des lateralen Olivenabschnittes (Pars ventromedialis und Pars lateroventralis) sowie der neostriären Haubenbahnen werden Abasie, Astasie, Schwanken, vor allem in anteroposteriörer Richtung und Fallneigung nach vorn und unten, nach oben und hinten, gefunden. Es erhebt sich daher die Frage, ob wir denn in der unteren Olive ein Organ sui generis zu sehen haben, das etwa unabhängig von den Hirnnerven seine posturale Funktion zu erfüllen hätte. A priori scheint das deshalb unwahrscheinlich, weil wir wissen, daß bei der Aufrechterhaltung des Bewegungsgleichgewichts in der frontalen und der horizontalen Ebene die primären und sekundären vestibulären Kerne die Hauptrolle zu spielen haben. Erst durch *Magnus'* und *de Kleyns* Arbeiten hat sich herausgestellt, daß für die posturalen Reflexe wohl auch die cervicalen Hinterwurzeln von Wichtigkeit sind. Ein starkes Argument für das Vorhandensein einer juxtavestibulären Funktion der unteren Oliven ist auch in dem von *M. Rothmann*³ beobachteten vertikalen Nystagmus zu sehen, der auftritt, wenn durch einen Stich in der Medianlinie die Verbindungsbahnen beider Oliven verletzt werden. Mein Versuch an Katze 231 kommt mir vor wie ein Experimentum crucis, das, wenn wir auch über weitere Erfahrungen nicht verfügten, mit Sicherheit zeigt, daß sekundäre olivovestibuläre Verbindungen für das Zustandekommen von Zwangsbewegungen in der vertikalen Ebene eine entscheidende Bedeutung haben (siehe Tabelle 2).

Hier hatte man durch das Kleinhirn hindurch, lateral vom Nucleus tecti, einen Nadelstich angebracht, welcher ausschließlich den oralen Abschnitt des *Deiters*-Kerns getroffen hatte. Die Haubenbündel waren unberührt. In diesem Fall bestand eine direkte Entartung von ± 450 dicken und ziemlich dicken Fasern im Areal des Tractus deiters-spinalis; von diesen 450 Fasern verschwinden ± 150 Fasern

¹ Mein neues Buch, Kap. 26; vgl. insbesondere die Befunde an *Rothmanns* „hirnlosem“ Hunde, Abb. 40, S. 386. — ² *Muskens*, J. of Physiol. 1928, 303. —

³ *Rothmann*, M.: Arch. f. Psychiatr. 38, 1061 (1902).

in oder wenigstens ganz nahe dem latero-ventralen Abschnitt der unteren Olive. Dies kann man weniger aus den Befunden selbst schließen, denn auch hier — ebenso wie nach Verletzung des Neostriatums und der Haubenbündel, des Cerebellums und der Olive der Gegenseite — findet man nur wenig Entartungsprodukte im Grau der Olivenabschnitte selbst. Meistens sieht man noch dickere Myelintropfen im Olivenfließ, aber zwischen den Ganglienzellen sieht man bloß einige feinste schwarze Körnchen. Eher kann man dies aus dem ansehnlichen Faserverlust schließen dort, wo der Tractus deitero-spinalis die Olive berührt.

Die ersten Untersucher der Olivengegend mittels der Osmiummethode haben wohl diese sehr feinen Entartungsprodukte im Grau der Olivenlamellen in ihrer Bedeutung unterschätzt und sie in ihren Zeichnungen nicht wiedergegeben. *Biedl*¹ spricht zwar von „zarten Degenerationsprodukten“ (S. 466) und in seinen Abb. 5 und 6 ist deutlich zu sehen, daß der dorsooliväre Anteil des Tractus deitero-spinalis sich vollständig um den ventromedialen Abschnitt der Olive legt. Da (S. 440 Zeile 13) das Tier rückwärtig ging, ist es nach meinen Beobachtungen wahrscheinlich, daß namentlich die ventromediale Nebenolive sehr feine Entartungsprodukte enthielt. Diese sind aber nicht in der Zeichnung wiedergegeben. Vorsichtshalber beschränkt *Biedl* sich denn auch bloß auf die Erklärung (S. 496 unten), daß die restiformen Bogenfasern in die Oliven eindringen und wahrscheinlich daselbst enden.

Zwar besteht bei Katze 231 zugleich ein dorsoventral gerichteter Stich in den medialen Teil des rechten H.L.B. und deshalb eine absteigende Entartung im H.L.B., dessen etwa 100 Fasern die Olive nicht passieren, so dass man annehmen darf, daß aus dieser Quelle Fasern der Olive (namentlich der Pars medialis) zufließen. Ob diese wahrscheinlich in die Olive eintretenden Fasern H.L.B.-Fasern im engeren Sinn oder aber prädorsale (evtl. fastigio-bulbäre) Fasern sind, oder aber ob sie, zum Teil wenigstens, Fontainefasern sind, die aus der linken Pars medialis olivae stammen, kann ich nicht entscheiden.

Daß dieses Tier Zwangsbewegungen sowohl nach unten als nach oben zeigte, und zwar längere Zeit, ist deshalb dahin zu deuten, daß sowohl die Funktion des lateralen als des medianen Abschnitts der Olive durch diese beiden Läsionen beeinträchtigt worden ist. Da dieses Versuchstier, bei welchem der mediale Abschnitt des *Deiterss*chen Kerns viel beschränkter verletzt und die Haubenbündel gänzlich unversehrt waren, langdauernde Aufbaum- und kürzere Kriechbewegungen zeigte, während Roll- und Manegebewegungen zurücktraten, müssen wir annehmen, daß die Unterbrechung eben der vestibuloolivären (oder dorsoolivären) Verbindungen zu Zwangsbewegungen in der vertikalen Ebene führte.

In den vergleichbaren Fällen 113 und 118 bestanden folgende Verhältnisse: In 113 war ein longitudinaler (in der Längsrichtung des Hirnstammes) Stich durch den ganzen Komplex des 2. *Deiterss*chen Kerns geführt worden (Abb. 1—5, Brain 1922, 458). Hier bestand 8 Tage lang ausgesprochene Manege nach der kranken Seite, und dabei war auch der Kopf nach rechts gedreht. Erst nachher trat die Aufbaumbewegung mit Fallen nach hinten stärker in Erscheinung. Hier fand man den Tractus deitero-spinalis stark entartet, zusammen mit dem in den Olivenabschnitten endenden dorso-olivären Bündel. Bei Katze 118 lag die ebenfalls longitudinale Läsion etwas näher an der Raphe; es bestand Fallneigung nach rechts und Lateropulsion nach rechts. Hier lag eine mäßige Entartung des deiteroolivären Bündels bis zu den dorsalen und (in sehr geringem Grad) zu den medialen Olivenabschnitten vor. Zwischen *Deiterss*chem Kern und Oliva superior fand man 300

¹ *Biedl*: Neur. Zbl. 1895, 446.

Fasern entartet; *unterhalb* der Oliva superior, in *deren dorsalem Drittel*, verschwinden ± 120 Fasern. Unterhalb der Olive im anterolateralen Strang findet man bloß 120 Fasern. Weder die Entartung des Tractus deitero-spinalis noch die des dorso-olivären Bündels war hier so stark ausgesprochen wie bei Katze 231.

Auf Grund des Vergleiches der anatomischen und physiologischen Verhältnisse bei diesen 3 Fällen muß man wohl die Funktion des Tractus deitero-spinalis mehr mit den Roll- als mit den Manegebewegungen (*Morgan*) in Zusammenhang bringen. Was die bei der Katze 118 beobachtete Lateralpulsion nach rechts angeht, so erinnert man sich, daß *Schüller*¹ nach Läsion des rechten Nucleus caudatus ein Verschwinden der Lateropulsion nach rechts beobachtete, was er auf eine Parese der Nn. adductores schob. Diese Beobachtung könnte auf die spezielle Funktion dieses Abschnittes des Caudatums hinweisen.

Daß auch vom *Deiters*-Kern ein Bündel in dasselbe Areal zur unteren Olive verläuft, wurde in der Literatur außer von *Whitaker* und *Alexander* noch nicht angegeben. Nur *Economo*² bemerkte, daß nicht zu der zentralen Haubenbahn gehörende entartete Fasern zum Teil in dem Vorderseitenstrang enden.

*Tschernicheff*³ beobachtete, daß in einem Fall von Atrophie des dorsalen Teils des *Deiters*-Kerns die Olive und namentlich das dorsale Blatt atrophisch war.

Aus Tabelle 2 kommen gewisse Eigentümlichkeiten des Bündels nach vorne (Doppelseitigkeit, relative Faserzahl, Areal des Medullaquerschnittes usw.).

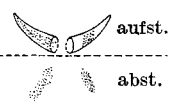


6. Ursprung, Ende und Bedeutung des Bündels, lateral vom H.L.B. (*Tractus caudato-griseoolivaris* oder *medianes Haubenbündel*?).

Katze 243. 20. 5. 1914. Nach einem Stich in das rechte Putamen hält das Tier tagelang den Kopf nach hinten gebeugt. Das Tier geht ängstlich, auf dem Boden schleichend. Am 29. 5. Stich in den Nucleus tecti; danach 2 Tage Neigung zu Kubituation nach hinten.

In diesem Fall hat ein Stich das rechte Putamen getroffen und, im Mittelhirn dorsal verlaufend, die Basis des Hirnstammes medial vom Pedunculus corporis mamillaris erreicht. Die laterale Schleife wird dabei vollständig vernichtet, der mediane Abschnitt der Substantia nigra wird getroffen, der orale Teil der Lamina medullaris externa ist berührt. Die medial gelegenen Kerne (Commissurenkerne, roter Kern, Corpora mamillaria) und Bahnen (*Vicq d'Azyrs* und *Meynerts* Bündel, H.L.-Bündel) sind verschont, der Pedunculus transversus corporis mamillaris ist getroffen, und ebenfalls eine Anzahl tectobulbärer Fasern sind bei ihrer Kreuzung nach links durchstoßen und entartet. Die Commissura posterior ist in ihrem lateralen Ausläufer durch eine zufällige Erweichung geschädigt worden, welche auch das Bündel lateral vom H.L.B. zur Entartung bringt. Dieses Bündel (*Tractus caudato-olivaris*?) ist in seinem absteigenden Anteil bis zur Olive entartet. Obwohl das Tier nur 10 Tage gelebt hat, ist auch etwas von der aufsteigenden Entartung zu sehen, namentlich die in der Richtung zum Nucleus caudatus via Lamina medullaris interna thalami aufsteigenden Fasern. Der caudale Verlauf zur Oliva stimmt wohl ziemlich mit der Beschreibung von *Karplus*, *Economo* und *Spitzer*⁴ überein,

¹ *Schüller*: Jb. Psychiatr. **22**, 105 (1902). — ² *Economo*: Jb. Psychiatr. **32**, 21 (1911). — ³ *Tschernicheff*: Arch. f. Psychiatr. **76**, 348 (1926). — ⁴ *Spitzer*, A. u. *Karplus*: Arb. neur. Inst. Wien **1907**, 64.

Tabelle 2. Dorsooliväre Bündel.

| Katze | Verletzung | Zwangs- bewegungen | Entartungen | Schematisch |
|---|--|---|---|---|
| 1. Absteigende Fasern (von den vestibulären Kernen und dem H.L.B. zu den Oliven). | | | | |
| 231 | Stich neben linkem Nuc. tecti in den oralen Abschnitt des linken Deiterskernes (Nuc. triangularis wenig getroffen). Zugleich ein Stich dorsoventral gerichtet in den medianen Abschnitt des rechten H.L.B. | Geringe Kopfwendung nach links. Rollneigung nach links. Beim Rotieren nach links keine Kompensation der Augen. 10 Tage aufbäumen, anfangs abwechselnd mit Kriechneigung | Absteigend: Rechts im H.L.B.: Tr. interstitiospinalis + ungefähr 100 Fasern zur rechten Olive. Links: Tr. deiterospinalis mit ± 150 Fasern zur linken Hauptolive. Aufsteigend: Im H.L.B. siehe die Abb. hierneben. Rechts Tr. uncinatus |  |
| 2. Aus der Olive aufsteigende Fasern | | | | |
| Katze 240 | Stich in die rechte Oliva inf. pars medioventralis. Der Stich traf die Stelle, wo der laterale Olivenabschnitt am wenigsten ausgebildet ist | Ataxie. Längere Zeit Zwangsneigung nach oben, weniger nach unten. Retropulsion | Aufsteigend: Rechts 200 dicke Fasern zum mediooralen Abschnitt des Deiterskernes; keine Fasern zum Burdach und Bechtereau. Weiter Fontaine Kreuzung usw. Absteigend: Rechts viele Fasern in den anterolateralen Strang. |  |
| Katze 237 | Stich in die rechte Oliva inf. durch das laterale Blatt des lateralen Abschnittes | Zwangsneigung nach unten 7 Tage lang | Aufsteigend: ± 100 mitteldicke Fasern zum rechten Nuc. Deiters (nichts zum Burdach) Absteigend: ± 150 Fasern in den rechten anterolateralen Strang |  |
| 3. Entartungen nach Schnitt zwischen beiden Oliven. | | | | |
| Hund | Starlinger: Jb. Psychiatr. 15, 11 und Taf. 1 (1897). Medianschnitt zwischen den Oliven | „Kopf wird 16 Tage hoch getragen.“ Er steigt mit den Vorderpfoten hinauf | Entartung der Fontainefasern (Abb. 6) Fibræ arc. ext. und int. Viele Fasern in dem rechten und linken anterolateralen Strang (mit freier Randzone) Vorderstrangdegeneration fehlt | |
| Chimpanse | M. Rothmann: Arch. f. Psychiatr. 38, 1029 (1904). Medianstich zwischen beide Oliven | Rumpf nach vorn geneigt; fällt nach vorn Nystagmus verticalis (S. 1050) | | |

nicht mit derjenigen *Probsts*, der das Bündel nicht weiter als bis zur Brücke verfolgen konnte¹. Nur in einer Hinsicht weichen die Angaben voneinander ab, nämlich darin, daß in meinem Fall das Bündel nicht „knapp“ der Raphe anliegt, was die Autoren wohl wegen der mehr medianen Lokalisation ihrer Verletzung angenommen hatten. Namentlich der lateroventrale Abschnitt der Olive scheint mehr entartete Fasern aufzunehmen als die anderen Olivenabschnitte.

Dieser Fall zeigt ebenso wie der folgende eine Eigentümlichkeit dieser sowie vieler anderer supravestibulärer Bündel, nämlich eine Unregelmäßigkeit in der Markumhüllung in den verschiedenen Abschnitten ihres Verlaufs. Während das Bündel, von seinem Ursprung aus dem Nucleus caudatus an, aus feinen Fasern zusammengesetzt ist (der Anfang ist wahrscheinlich ganz ohne Markscheide), finden wir eine dicke Markumhüllung, sobald es den Fasciculus retroflexus erreicht hat, in welchem einige Fasern absteigen. Diese Fasern, namentlich diejenigen, welche um den Fasciculus retroflexus herumlaufen, sind durch ihre massive Entartung gekennzeichnet. Auch dort, wo das Bündel zum Teil in die Formation des H.L.B. eintritt, bleibt die dicke Markumhüllung erhalten, um in der *Formatio reticularis* immer schwächtiger zu werden.

Hier kommen wir auf das eigentümliche Verhalten der Haubenbündel und deren schwierige Identifizierung. Während bei der Katze 228 die caudatooliväre Bahn in ihrer ganzen Länge verfolgt werden kann, d. h. wohl infolge der durch die Infektion verursachten chemischen Veränderung des Gewebes, was in einem sterilen Hirn fast nicht möglich ist, so sind bei den Katzen 231 und 243 die Bahnen deshalb zu erkennen, weil außer der Läsion im Caudatum auch eine zufällige Erweichung durch eine mediane Läsion das Bündel bei 243 noch einmal mitten in seinem Verlauf unterbrochen hat.

In physiologischer Hinsicht ist dieser Versuch wichtig, weil die Neigung nach vorn zu purzeln, 9 Tage lang bestand. Dann trat nach einer neuen Verletzung am Tage, bevor das Tier geopfert wurde, an deren Stelle die Neigung zum Aufbäumen, wohl als Folge einer nachher gesetzten Läsion des Nucleus tecti.

Bei der Katze 228 ist ungefähr der ganze Nucleus caudatus durch den Absceß zerstört. Hier finden wir die beiden zentralen Haubenbündel in beschränktem Maße entartet und an der verwundeten Seite auch das Bündel, lateral von H.L.B. (nicht so ausgesprochen wie bei 243, wo das Bündel in der Höhe der Commissura posterior unterbrochen war). Auch dieses Tier zeigte Neigung vornüber zu purzeln, daneben hatte es ein beständiges Schlafbedürfnis. In allen Teilen der Olive, und zwar an beiden Seiten, trifft man hier entartete caudato-oliväre Bündel an, dazu ist noch rechts in beschränktem Maße das mediane Haubenbündel entartet. Letzteres scheint der Grund zu sein, warum die mediane Nebenolive rechts stärker entartet war. Das Tier zeigte leichteste Zwangshaltung nach unten. Bei der Katze 241 hat der Stich den Nucleus caudatus in seinem ventralen Abschnitt getroffen und außerdem durch die Commissura posterior hindurch eine mediale Läsion zwischen beiden roten Kernen verursacht. An der rechten Seite (der Seite der Läsion) ist dazu noch das mediale Haubenbündel, von dem hier die Rede ist, entartet. In diesem Fall ist das Bündel fast in seinem ganzen Verlauf von seinem Anfang (mutmaßlich Mitte des Nucleus caudatus) bis in die Olive zu verfolgen.

¹ *Probst*: Jb. Psychiatr. 26, 54 (1903).

Das Tier zeigte bis zum Tode Aufbäumbewegungen, dies war vielleicht auch ein Effekt der medianen Läsion, welche gerade in die Kreuzung beider Bindearme fiel.

7. Resultate.

Aus der näheren Betrachtung der strioolivären Bündel an Hand des brauchbaren Materials ist meiner Ansicht nach zu folgern, daß wir zwei *gesonderte Bahnen* (Tractus neostriatoolivaris dorsalis und ventralis) annehmen müssen, die das Neostriatum mit den Oliven verbinden. Bei einer Katze, 228, findet man beide zentralen Haubenbündel, rechts das Bündel lateral vom H.L.B. (oder das mediane Haubenbündel) entartet. Das Tier zeigte als Symptom Niederducken.

Bei der Katze 241 wären infolge eines Stichs in der Medianlinie im Mittelhirn ebenfalls beide Haubenbündel, namentlich die median verlaufenden Bündel entartet, dazu noch das mediane Haubenbündel an der rechten Seite (Abb. 3a). Das Tier zeigte 5 Tage lang Neigung zum Aufbäumen. Auf Grund der vergleichenden anatomischen Betrachtung dieser beiden Fälle muß man folgern, daß — wenigstens *bei der Katze* — *nicht von einem scharf umschriebenen zentralen Haubenbündel wie beim Menschen gesprochen werden kann*. Vielmehr ist anzunehmen, daß das Bündel mehr diffus über die ganze retikuläre Formation verteilt die Medulla erreicht.

Bei der Katze 243 fand man schließlich das mediane Haubenbündel in seinem Verlauf durch die Lamina thalami interna mehr oder weniger isoliert getroffen. Namentlich in dem lateroventralen Abschnitt der Olive splittert sich das Bündel auf. Das Tier zeigte 9 Tage lang Zwangsbewegung nach unten. Weil ich nicht über Kontrollversuche mit ausschließlicher Entartung eines Haubenbündels verfüge, halte ich es nicht für erlaubt, aus diesen Feststellungen Rückschlüsse zu ziehen weder auf die Anatomie (hauptsächliche Endigung des zentralen Haubenbündels in der ventrolateralen Nebenolive) noch auf die Physiologie (Feststellung der Zwangsbewegung nach unten nach Durchschneidung des zentralen Haubenbündels, Zwangsbewegung nach oben nach Durchschneidung des medianen Haubenbündels). Doch scheinen diese Annahmen als Arbeitshypothese zulässig, solange sich nicht auf Grund anatomisch und physiologisch gut beobachteter Fälle das Gegenteil herausstellt.

Für die physiologische Betrachtung muß der Katze 241 ein größerer Wert zugebilligt werden, weil hier die Verletzung die Haubenbündel von lateral nach medial erreichte. Bei der Katze 243 war die Commissura posterior in der Mitte durchstoßen; auch waren beide Bindearme getroffen.

Ich glaube über Beobachtungen zu verfügen, welche den wenigstens teilweisen Ursprung der olivopetalen Bündel der Katze im Nucleus caudatus sicherstellen, und welche die Vermutung *Jelgersmas*¹ bestätigen, die er auf Grund der Verhältnisse bei den Cetaceen äußerte. Doch besitze

¹ *Jelgersma*: Z. Psychiatr. 24.

ich kein Material, um die Annahme *Wallenbergs*¹, der beim *Goltzschen* Hunde den Ursprung des zentralen Haubenbündels im Putamen vermutete, widerlegen zu können. Ein Vergleich der *Morganschen* Fälle² mit meinen spricht für die *Wallenbergsche* Auffassung. Wieder andere meiner Präparate sprechen für einen teilweisen Ursprung des medianen Abschnitts des Bündels aus dem zentralen Grau.

III. Klinische Erfahrungen über die untere Olive.

1. Ältere anatomisch-pathologische Beobachtungen über Kleinhirnatrophie.

Schroeder van der Kolk hat in seinem Hauptwerke³ der Bedeutung der unteren Olive eine ausführliche Betrachtung gewidmet. Das Organ sollte ein Hilfganglion für den N. hypoglossus und den N. accessorius sein, während auch der Facialis- und der Trigeminuskern einerseits untereinander durch zahlreiche kreuzende Fasern, andererseits gemeinsam mit der Olive verbunden, eine Hauptrolle in der Funktion dieses rätselhaften Organs erfüllen sollte. Er kam zu der Überzeugung, daß das reflektorische Schlucken sowie auch die Mimik und die artikulatorische Sprache mittels dieses Organs zustande komme.

Es fällt uns äußerst schwer, *van der Kolks* Gedankengang zu folgen, und wenn wir uns fragen, worauf denn die Schwierigkeit beruht, so können wir zwar dem Autor unsere Bewunderung für seinen breit angelegten Versuch, dieses Problem zu lösen, nicht vorenthalten; denn nicht nur klinische Erfahrungen und Autopsien, sondern auch ein ausführliches vergleichendes Studium der Befunde im verlängerten Mark von Nage- und Huftieren sowie Raubtieren, Walfischen, Delphinen und verschiedenen Affen legt er seiner Theorie zugrunde. Es gibt andererseits zwei wichtige Gesichtspunkte, von denen aus wir *van der Kolks* Induktion von unserem jetzigen Standpunkt aus ablehnen müssen. Erstens hatte er als Pionier auf diesem Gebiete mit den undeutlichen und oft unrichtigen Angaben *Serres'* u. a. zu arbeiten, und er hatte unter anderem keine deutliche Vorstellung von dem Unterschiede zwischen *Oliva superior* und *inferior*. Jetzt wissen wir, daß die *Oliva superior* in die Gehörbahn eingeschaltet ist, und wir können das Problem der *Oliva inferior* als ein Problem *sui generis* betrachten.

An zweiter Stelle war man damals noch nicht zu der jetzt allgemein geteilten Annahme gelangt, daß z. B. der N. hypoglossus zwar bei allen untersuchten Wirbeltieren durch die Olive hindurchgeht, aber in keiner Neuronverbindung mit ihr steht. Deshalb nehmen wir ehrerbietig Abschied von diesem Pionier und kommen zu den Beobachtungen *Meschedes'*⁴ aus Wien, der zwei klinische Fälle beobachtete, die ihn zu einer theoretischen

¹ *Wallenberg*: Dtsch. med. Wschr. 1922, Nr. 31. — ² *Morgan*: Arch. of Neur. 1927 II, 493. — ³ *Schroeder van der Kolk*: Bau und Funktionen der Medulla oblongata. 1859. — ⁴ *Meschedes*: Allg. Wien. med. Z. 25, 472—473 (1880).

Betrachtung der unteren Oliven verleiteten. Dieser Autor geht von dem richtigen Gesichtspunkt aus, daß Herde in den Oliven so selten sind — und Experimente in der Gegend so gut wie unmöglich —, daß jede autoptisch gefundene Veränderung dieses Organs mitgeteilt werden sollte. Gegen *Schroeder van der Kolks* Lehre — die Olivenfunktion sei für den XI. und XII. Nerv notwendig und deshalb für die Sprache — macht er geltend, daß der Papagei mit seiner starken Sprechveranlagung bloß schwache Oliven, dagegen der sprachlose Seehund (er irrt sich hier, er meint die Cetaceen) sehr große Oliven habe.

Meschedes führt folgende klinische Fälle an:

Ein Kranker pflegte in kleinen Kreisen nach rechts zu gehen. In der rechten Hemisphäre fand sich ein pfefferkorngroßes tuberkulöses Herdchen. Die rechte Olive fehlte anscheinend.

Eine zweite Patientin, ebenfalls imbezill, zeigte Kontraktur der Nackenmuskeln, wodurch das Gesicht und ebenso die Augäpfel nach oben gerichtet waren. Post mortem wurde Induration der linken Olive gefunden.

Bevor wir auf die jetzt folgenden klinischen Erfahrungen eingehen, haben wir die neueren Gesichtspunkte zu erwähnen, welche sich aus der Ausdehnung unserer anatomischen Kenntnisse, besonders der *Medulla oblongata*, ergaben. Eine wichtige Quelle neuer Kenntnis wurden die mehr und mehr zur Beobachtung kommenden *Kleinhirnatrophien*, obwohl deren Klassifikation auch jetzt noch große Schwierigkeiten macht¹. Ohne die ganze Frage der Kleinhirnatrophie aufrollen zu wollen, habe ich daran zu erinnern, daß wenigstens in einer Hinsicht größere Klarheit gewonnen wurde; es stellte sich heraus, daß in der Regel, aber gar nicht immer, einseitige Kleinhirnatrophie mit Atrophie der gekreuzten Olive einherging, in anderen Fällen auch mit Atrophie der Ponskerne. Es kamen aber auch Fälle vor, welche die französische Schule zur Aufstellung einer gesonderten Gruppe veranlaßten, die sog. *cerebello-olivorubralen Atrophien*. Die gleichzeitige Erkrankung dieser anatomischen Gebilde zeigte das Vorhandensein bestimmter Bahnverbindungen zwischen diesen Ganglien, was manche Untersucher sogar dazu verführte, die Oliven und die Brückenganglien unnötigerweise als Kleinhirnkerne anzusehen und entsprechend zu benennen, eine Übertreibung, welche eigentlich dazu führen müßte, die Vorderhörner des Rückenmarks als Hirnrindenganglien anzusprechen. Die neuere Einsicht rückte die Frage nach den klinischen Erscheinungen, welche als Folgen der verschiedenen Kleinhirnatrophien auftreten, in den Vordergrund; hier bestand ja eine Möglichkeit, sich näher über die Funktion der Olive zu unterrichten. In dieser Erwartung — darin sind sich wohl alle Kleinhirnuntersucher einig — ist man jedoch enttäuscht worden. Es machte sich nämlich störend bemerkbar, daß eine wohl begründete Physiologie der Zwangs-

¹ *Koster, S.*: Zwei Fälle von *Hypoplasia neocerebellaris*. Inaug.-Diss. Amsterdam 1928.

bewegungen, der vestibulären und supra- und juxta-vestibulären Erscheinungen fehlte, was schon bei *van Rynberks* Kleinhirnübersichten auffiel.

Neben Fällen von Kleinhirnatrophie mit ausgesprochener Zwangsbewegung, bei welcher man keineswegs immer zwischen Zwangsstellungen in der anteroposteriören Ebene, in der horizontalen und frontalen Ebene unterschied, wurden auch Fälle bekannt, in welchen das typisch vestibuläre Phänomen der Kompensation alle Symptome überdeckt hatte. Nach wie vor stand man deshalb hier vor einem Rätsel. Nichtsdestoweniger hat die Kleinhirnforschung in allen Ländern neue Gesichtspunkte gebracht, die wenigstens gelegentlich unser Problem fördern konnten. Wir kommen darauf zurück (unter 5.).

2. Allgemeine Bemerkungen über Zwangsbewegungen beim Menschen.

Die vollständige Reorganisation des vestibulären Systems und der posturalen Reflexe, welche der aufrechte Gang der Primaten mit sich brachte, ist ohne Zweifel eine der Ursachen, daß die heftigen Zwangsbewegungen in der vertikalen Ebene, wie sie bei Vögeln, und die lebhaften Zwangsbewegungen in der frontalen Ebene, wie sie bei Fischen und Vierfüßlern beobachtet werden, beim Menschen wenig in Erscheinung treten. Dazu kommt, daß mit der stärkeren Entwicklung der Großhirnrinde und der Pyramidenbahn die bereits vorhandenen Kompensationstendenzen durch die wachsende Intelligenz verstärkt wurden (*Anton und Zingerle*). Die französischen und deutschen Kliniker in der Mitte des vorigen Jahrhunderts wurden immer von der merkwürdigen Tatsache überrascht, daß beim Menschen die bei den gewöhnlichen Versuchstieren so stark auftretenden Zwangsbewegungen nur sehr sporadisch vorkommen, aber dann auch zuweilen mit einer fast an die Versuchstiere erinnernde Heftigkeit. Hier nennen wir *Friedberg*¹, der über einen Fall von Ponsblutung berichtet, bei welchem Rollen nach der kranken Seite auf eine Exostose des Clivus bezogen wurde, sowie über einen Fall von Hydrocephalus durch einen Tuberkel an der Basis des Cerebellums, bei welchem ebenfalls Rollen nach links bestand². Der Autor schreibt, daß das Gesicht nach der rechten Schulter gerichtet ist. Schließlich beschreibt er einen Fall von roter Erweichung des linken Ponsarms mit Manegebewegung nach links. Er erinnert an ein von *Longet* beschriebenes Schaf, das infolge einer Cyste im rechten Hirnstiel nach links rollte.

Beim Studium der Rollbewegung muß man im Auge behalten, daß die Richtung der Rollbewegung in der klinischen Literatur in entgegengesetzter Weise beschrieben wird wie von mir, da ich ausschließlich von

¹ *Friedberg, H.*: Arch. f. Heilk. 1886, 202. — ² Um Mißverständnissen vorzubeugen, ist es ratsam, die Richtung der Zwangsbewegungen nach der Methode anzugeben, welche sich bei niederen Tieren als zweckmäßig bewährt hat. Ausführlicher in meinem Buche: „Das supra-vestibuläre System“. Amsterdam 1935. S. 51, 84, 330.

den Ergebnissen des Tierversuchs ausgegangen bin und diese meiner Nomenklatur zugrunde lege. Ihre Anwendung auf die Verhältnisse beim Menschen stößt insofern auf Schwierigkeiten, als ein Patient, der, im Bett liegend, nach seiner linken Seite rollt, tatsächlich dieselbe Drehbewegung ausführt wie ein Tier, welches auf den Beinen stehend nach rechts umfällt. Für die Angabe der Richtung der Lokomotion war die ursprüngliche Stellung des Versuchstieres maßgebend.

Auch *Magendie*, *Serres*, *Petit*, *Türck* und *Schiff* und *Vulpian* haben solche gelegentlichen Beobachtungen beim Menschen gemacht. Die summarischen pathologischen Beschreibungen aus dieser Zeit setzen uns aber nicht in den Stand, die Erkrankung bestimmter Bahnen und Kerne zu rekonstruieren. *H. Weber*¹ sah einen Kranken mit einer Blutung im Crus cerebelli, der Manegebewegungen nach der kranken Seite vollführte, und verweist auf eine Beobachtung *Lafargues*; *Hughlings Jackson*² beobachtete Purzeln nach hinten bei einem Tumor des mittleren Kleinhirnlappens. *Meynert*³ meinte, aus einem Fall den Schluß ziehen zu können, daß das Drehen um die Körperachse auf einer Brückenarmläsion beruhe, und verweist auf gleiche Beobachtungen *Rosenthals*. Nachdem *Thomas*⁴ schon früher in einem Fall von Brückenwinkeltumor Rollen um die Achse beobachtet hatte, bemerkte er im Anschluß an einen Kriegsfall von Kleinhirnerwundung (der Kranke ließ sich leichter nach der einen als nach der anderen Seite drehen), daß das Rollen namentlich nach einseitiger Verletzung des Kleinhirnwurms auftrat.

Nach diesen Publikationen haben in letzter Zeit *Hoff* und *Schilder*⁵ die Rollbewegungen als den Lauf- und Sprungbewegungen von Tieren entsprechend aufgefaßt, deren Rumpf infolge einer vestibulären oder supravestibulären Störung spiralförmig gedreht ist. Das geschah im Anschluß an *Magnus* und *de Kleyn*. Obwohl die Wahrnehmung richtig ist, daß man bei einem Tier, das in Rollbewegung sich fortbewegt, die Heftigkeit der Zwangsbewegung dadurch mildern kann, daß man Kopf, Rumpf und Extremitäten aktiv in symmetrische Haltung versetzt (vgl. Kapitel Pars pro toto meines Buches „Das supravestibuläre System“), so können mit dieser Auffassung der Rollbewegung als Kettenreflex im Sinne von *Magnus* doch nicht alle Erscheinungen erklärt werden. Für die Störungen der konjugierten Augenbewegung und für die Zwangsbewegungen stellt sich diese Erklärung als ungenügend heraus⁶. Mit dem Prinzip „Pars pro toto“ stimmen auch die Wahrnehmungen von *Simons* bei Hemiplegikern, von *Goldstein* und *Riese* bei Normalen überein, insofern als hier gezeigt wurde, daß gewisse Bewegungen nur dann

¹ *Weber*: Med. Chir. Trans. 28 (1863). — ² *Hughlings, Jackson*: Brit. Med. J. 4. Nov. 1871. — ³ *Meynert*: Anz. K. K. Ges. Ärzte Wien, 4. Nov. 1873. —

⁴ *Thomas*: Rev. Neur. 1915, No 20 u. Comptes rendus Soc. Biol. Paris 79, 53 (1916).

⁵ *Hoff* u. *Schilder*: Z. Neur. 96, 584 (1925). — ⁶ *Muskens*: Das supra-vestibuläre System. Amsterdam 1935. S. 111.

richtig zustande kommen, wenn der Kopf die normale Mittelstellung einnimmt; nach *Fischer* und *Wodak* gilt dies ebenfalls für die Stellung des Rumpfes. So beobachtete *Zingerle*¹ bei übererregbaren Personen und *Schattenbrand* bei Kindern, daß automatische Drehbewegungen auftreten können, wenn man eine geringe Stellungsänderung der Schulter vornimmt.

Die Beobachtungen *Hoffs* und *Schilders* (Rollbewegung nach rechts und nach links bei einem Tumor der linken supramarginalen Windung) entsprächen meinen anatomisch-physiologischen Wahrnehmungen, wenn in diesem Fall das Corpus striatum und zwar das Pallidum durch den Tumor geschädigt wäre. Aus dem Umstand, daß in diesem Fall eine rechtsseitige Hemianopsie vorhanden war, kann man schließen, daß sicher tiefere Teile vom Tumor durchwachsen waren, während das Fallen nach rechts hinten (der Tumor saß links) uns in die Erinnerung zurückruft, daß eine Verletzung des Globus pallidus („Das supra-vestibuläre System“, S. 102) beim Tier mit Rollen und Fallneigung zur gesunden Seite einhergeht. *Rothfelds* Fall 2 mit horizontaler Kopfwendung zur kranken Seite ist denn auch vollständig in Übereinstimmung mit unseren Voraussetzungen. Auch im Fall *Falkiewitz*² mit Rollen nach links (d. h. bei Rückenlage nach rechts) fand man das rechte Pallidum besonders stark beteiligt. Weiter passen auch *Gerstmanns* Beobachtungen, der Fallneigung zur gesunden Seite beobachtete bei Schußverletzungen des Stirnhirns, zu jener Auffassung. Übrigens wird in meinem Buche auf die diagnostische Bedeutung der Fallneigung zur Seite als abgeschwächte Form einer Rollbewegung (*Gerstmann*) hingewiesen; auch die horizontale konjugierte Deviation von Kopf und Augen und die vertikale Bewegung von Kopf und Augen wurde in ihrer Bedeutung für die Diagnostik gewürdigt. Es hat sich herausgestellt, daß man in solchen Fällen scharf scheiden muß, einerseits die Rollbewegung oder die Fallneigung zur gesunden Seite und andererseits die horizontale konjugierte Deviation von Kopf und Augen zur kranken Seite, welche bei Großhirnherden in der Regel als Folge einer Läsion des Globus pallidus oder aber seiner Verbindung mit den Commissurenkernen auftritt. Die mangelnde Trennung dieser Zwangsbewegungen, namentlich der Manegebewegung von der Rollbewegung, deren sich selbst Untersucher wie *Prévost* und *Rothmann* schuldig machten, hat in der Physiologie wie in der Klinik große Verwirrung gestiftet. Daß man auch in der Klinik der Augenbewegungen nicht zwischen den Störungen in der horizontalen und denen in der frontalen Ebene unterschied, verhinderte das Zustandekommen einer wohl begründeten Bewegungslehre der Augen.

¹ *Zingerle*: Med. Klin. 3, Nr 41. — ² *Falkiewitz*: Nervenheilk. 85 (1925).

3. Erkrankungsprozesse, welche die untere Olive ganz oder teilweise ausschalten.

Auch die klinischen und anatomischen Beobachtungen über Läsionen der Olive blieben vereinzelt, trotzdem am Ende des vorigen Jahrhunderts die Kenntnis des Baues des zentralen Nervensystems mächtige Fortschritte gemacht hatte. Anscheinend ist die Olive in einem ganz besonderen Maße vor pathologischen Einwirkungen geschützt. Diese Tatsache stimmt gut mit der allgemeinen Ansicht überein, daß sich die phylogenetisch jüngeren Abschnitte des zentralen Apparates auch insofern von den ältesten und wichtigsten Abschnitten unterscheiden, als sie viel häufiger der Sitz von Erweichungen und Tumorblutungen sind (unter anderem *Brouwer*). Zweifellos wurde das Interesse der Neurologen an der Olive geringer, weil weder von der Anatomie noch von der Physiologie die Olivenfrage als Problem angesehen wurde. Deshalb braucht man sich nicht wundern, daß am Ende des vorigen Jahrhunderts sich eine gewisse Abneigung bemerkbar machte, sich mit der Olivenforschung zu beschäftigen.

Wenn wir uns an unser Programm halten wollen, haben wir zunächst zu untersuchen, was die Literatur über die Zwangsbewegungen des Menschen mitteilt. Dabei fällt uns auf, daß überall, wo im Leben Zwangsbewegungen, auch in der vertikalen Ebene, beobachtet werden, der Hirnstamm, aber auch das Cerebellum und die Medulla oblongata von einem Krankheitsprozeß befallen waren.

Nachdem vergleichend-anatomische und anatomisch-physiologische Untersuchungen¹ uns deutliche Hinweise auf die Rolle der unteren Olive für die Entstehung der Zwangsbewegungen in der vertikalen Ebene geliefert haben, wollen wir uns jetzt nach klinischen und anatomischen Feststellungen umsehen, die uns in den Stand setzen können, die Ergebnisse der Anatomie und Physiologie zu kontrollieren.

Direkte Traumata der Oliven sind uns nicht bekannt geworden. Für Thrombose und Erweichung infolge von Gefäßstörungenluetischer Natur können die nach *Wallenbergs* Mitteilung immer häufiger beobachteten Fälle von Thrombose der Arteria posterior inferior das Material liefern, zu welchem *Meyer*, *Eisenlohr* und *Goldscheider* u. a. vergleichbare Fälle beigesteuert haben. Zur besseren Übersicht werden hier in Tabellenform (siehe Tabelle 3 S. 588) die verschiedenen Erfahrungen wiedergegeben.

Aus der Fülle der von verschiedenen Autoren aufgeworfenen Theorien, die diese Erscheinungen erklären sollen, will ich an diejenige *Goldsteins* erinnern, der für die Störungen der koordinierten Augenbewegung einen Herd in der Gegend des Abducenskernes annahm. Er war der Meinung, daß die Zwischenolivengegend Faseranteile beherberge, deren Läsion das Gleichgewicht in hohem Grade gefährde. Er weist darauf hin, daß

¹ *Muskens*: Anat. Anz. 77, 369—409 (1934).

auch bei dem Fall von *Buss* und *Senator* Ataxie ohne Störung des Muskelsinnes für die Olivenläsion charakteristisch erscheine.

Tabelle 3. Erkrankungsprozesse der unteren Oliven.

| Nr. | Autor | Stelle | Olive | Supra-vestibuläre Störung in der vertikalen Ebene | Sonstige Störungen |
|------------------|---------------------------|---|---|--|---|
| 1 | <i>v. Leyden</i> | Arch. klin. Med. 35 , 419 (1884) | Tumor von der Olive ausgehend | „Schwindel“, Verlust des Gleichgewichtes, erstes Symptom | Stehen unmöglich, kann die Füße nicht vom Boden heben |
| 2 | <i>Moser</i> | Arch. klin. Med. 35 (1884) | Rechte Olive von einem Aneurysma platt gedrückt | Kopf nach hinten gebeugt | |
| 3 | <i>Stern</i> | Nervenheilk. 34 | Tumor füllt die ganze Medulla aus (Cysticercus) | Kopf wird in stark gebeugter Stellung mit beiden Händen festgehalten | |
| 4 | <i>Henneberg</i> | Mschr. Psychiatr. 20 , 28 (1906) | Tumor aus dem Plexus chorioideus | Gehen und Stehen unmöglich. Kopf nach vorn gezogen | Bei geschlossenen Augen Manöverbewegung nach rechts |
| 5 | <i>Jacobson u. Jamani</i> | Arch. f. Psychiatr. 29 (1897) | Osteoma drückt auf die Olive | Kopf nach vorn gebeugt | Fällt nach allen Seiten |
| 6 | <i>Jacobson u. Jamani</i> | Arch. f. Psychiatr. 29 (1897) | Tumor des unteren Abschnittes der Olive | Immer Empfindung des Fallens, nicht in bestimmter Richtung | |
| Blutungen. | | | | | |
| 7 | <i>Senator</i> | Charité-Ann. 1891 , 320 | Blutung im unteren Abschnitt der Olive | Wenn der Kranke auf dem Rücken liegt, kann er Arme und Beine gut bewegen. Wenn er steht, sinkt er zusammen | |
| Spaltformierung. | | | | | |
| 8 | <i>Spiller</i> | Brit. med. J. 1906 II, 1018 | Betrifft rechte Olive und rechten VIII. Kern | Fällt nach hinten | Zunge atrophisch |

Daß öfters bei Olivenherden gar keine Ataxie beobachtet wird, ist sicher richtig, wenn man Fälle wie den von *Mayer* als „ataxiefrei“ auffaßt.

In anatomischer Hinsicht fällt es auf, daß auf die Nebenoliven nur selten geachtet wurde; ferner, daß in allen Fällen eine große Zahl olivo-

cerebellärer Fasern entartet ist, wodurch sowohl im Experiment als im Krankheitsfalle Rückschlüsse auf die besondere Funktion der einzelnen Olivenabschnitte erschwert werden. Wenn auch in vielen Fällen eine Störung in der vertikalen (anteroposteriören) Ebene vorhanden ist, so hat man doch nicht das Recht, mehr zu sagen, als daß in den meisten Fällen das Stehen große Schwierigkeiten machte und das Laufen meistens unmöglich war. Diese Verhältnisse sind gut beschrieben von *Bonnier*¹, der einen Herd im dorsalen Blatt der ventralen Olive beobachtete. Ebenso wie im Experiment hat ein Olivenherd eine größere Bedeutung als eine Läsion von gleicher Ausdehnung in der Acusticusgegend. *Babinski* und *Nageotte* führen die Lateropulsion und den Nystagmus auf die Schädigung des Tractus vestibulospinalis zurück und verweisen in dieser Hinsicht zu Unrecht auf *Huns* Fall. Weil mein Material mich nicht berechtigt, in dieser Frage einen eigenen Standpunkt einzunehmen, will ich nur auf die Möglichkeit hinweisen, daß die rechte dorsale Nebenolive, die bei *Babinskis* und *Nageottes* Fall in die Erweichung einbezogen war, mit der Lateropulsion nach rechts zu tun haben könnte.

Daß nur die wenigsten Kliniker die Fallrichtung, und namentlich die anteroposteriöre Fallrichtung, in ihren Krankengeschichten berücksichtigt haben, muß uns zwar stutzig machen, darf uns aber kaum zu der Ansicht bringen, daß die Störungen in der vertikalen Ebene bei partieller Läsion der unteren Oliven selten sind. Dazu kommt noch ein Punkt, der hier zu Vorsicht mahnt, nämlich daß bei den in dieser Frage maßgebenden Thrombosen der Arteria cerebelli posterior inferior meistens nur ganz kleine Abschnitte der Olive außer Wirkung gesetzt werden. Da wir wissen, daß überall im vestibulären System ein hoher Grad von Kompensationsmöglichkeit besteht, welche Gleichgewichtstörungen verhüten kann, wird man, wenn man sich bei seinen Forschungen nur auf kleine Olivenherde beschränkt, leicht auf Irrwege geraten können. Unter diesen Umständen scheint mir der jüngste Fall von *Thomas* (Nr. 13 der Tabelle 4 S. 592) um so wichtiger, weil 1. ein Autor das Wort ergreift, der immer, in Experiment und in klinischer Beobachtung mit Vorliebe die vestibulären Symptome beachtete, und 2. weil hier ein Herd vorlag, der eben die rechte laterale Olive in ihrer ganzen Länge schwer schädigte (das dorsale Blatt erscheint an gewissen Stellen ganz vernichtet), aber sonst nur wenige Bahnen und Kerne berührte.

In solchen Fällen haben die Autoren wiederholt bemerkt, daß der Kranke nicht selbständig stehen und gehen konnte, eben infolge der dauernden Fallneigung nach vorne. Daß dabei Fallneigung zur kranken Seite bestand und rotatorischer Nystagmus mit langsamer Komponente ebenfalls zur kranken Seite vorkam, stimmt mit meinen früheren Auseinandersetzungen (unter anderem *Brain* 1914, 378) vollständig überein.

¹ *Bonnier*: Presse méd. 1903. No vom 18. 2., 2. 9. u. 16. 12.

Auf Grund ähnlicher Beobachtungen hat *Nathalie Zand*¹ ein Streckerzentrum in der Olive vermutet. Alles in allem glaube ich schließen zu können, daß wahrscheinlich überall, wo der laterale Olivenabschnitt schwer geschädigt ist, vertikale Gleichgewichtsstörungen vorhanden sind, und zwar in der Form von Zwangsbewegungen nach vorn.

Man wird auch hier finden, daß die für unseren Zweck brauchbaren Fälle nicht zahlreich sind; Tumoren sind zudem am wenigsten geeignet, lokaldiagnostisch verwertbares Material zu liefern, weil solche Fälle immer im Sinne *Stenvers*' durch Störungen in der Liquorzirkulation kompliziert werden können. Namentlich in Fall 2, 3 und 4 der Tabelle 3 ist die Haltung und die Abneigung des Patienten, diese Haltung zu ändern, möglicherweise auf einen Versuch zurückzuführen, die Liquorströmung aufrecht zu erhalten und Kopfschmerzen zu vermeiden. Im allgemeinen wird in den klinischen Berichten noch viel zu wenig auf Stehen und Gehen geachtet, und es wird öfters der Fehler gemacht, die „Unfähigkeit zu sitzen“ einer „Schwäche“ zuzuschreiben².

Interessant ist ein Vergleich zwischen *Senators* Fall von Blutung und *Jacobsons* und *Jamanis* Fall Nr. 6 von Tumor, der genau dorsal von den Oliven lag. Bei beiden Fällen waren im ersten Fall akut, im zweiten Fall chronisch die zum Rückenmark absteigenden Olivenfasern unterbrochen; bei dem Fall mit der Blutung war Stehen und Gehen noch möglich; der Kranke mit dem Tumor fiel nach allen Seiten um.

Über *Helweg's* Bündel, das sicherlich auch olivofugale Fasern führt³, sind weder experimentelle noch klinische Angaben vorhanden.

4. Unterbrechung der Haubenbahn und Fallneigung nach vorn und hinten.

Die anatomisch-physiologische Untersuchung macht es sehr wahrscheinlich, daß es zwei Haubenbahnen aus den Oliven gibt, und daß diese Bahnen im Neostriatum enden. Wir wollen deshalb untersuchen, welche Wirkung lokale Affektionen der Haube des Hirnstamms oberhalb der Olive, zwischen Olive und Neostriatum, hervorrufen; welche Veränderungen sie in den Oliven bewirken, und welche supravestibulären Störungen sie verursachen. Zunächst folgen Fälle, in denen der Herd oral von der Olive, aber caudal vom Oculomotoriuskern liegt.

Wir wollen die Herde oral vom Oculomotoriuskern gesondert betrachten. Die durch solche Herde gesetzte Schädigung der striatoolivären Verbindung geht für gewöhnlich mit Blicklähmung oder verwandten Störungen einher. Die tegmentalen Herde caudal von der Gegend der Oculomotoriuskerne veranlassen wohl selten oder nie solche Blicklähmungen

¹ *Zand, N.*: J. nerv. Dis. 1928, 119. — ² U. a. *Schultz*: Virchows Arch. 87, 14 (1883). — ³ Namentlich aus den medianen Oliven nach *Thalbitzer* (Arch. f. Psychiatr. 47, 176 [1910]). Nach *Goldstein* und *Dydinski* (Neur. Zbl. 1902, 902) befinden sich im Bündel auch aufsteigende Fasern.

in der vertikalen Ebene, in scharfem Gegensatz zu solchen im hinteren Längsbündel, dessen Unterbrechung, und zwar seines *aufsteigenden* Anteils, wohl immer ebenso wie im Tierexperiment, mit manifesten Augenzwangsstellungen einhergeht.

An diesen Fällen kann man sehen, daß die Befunde der Klinik den Versuchsergebnissen entsprechen, insofern als z. B. in *Marburgs* und *Breuers* Fall die absteigende Entartung des Bündels, lateral dem hinteren Längsbündel, besonders mit Entartung der medianen Nebenoliven, und, während des Lebens, mit Fallneigung nach hinten einhergeht. Daß ich nichtsdestoweniger auch der Entartung der aufsteigenden Haubenbündel einen Einfluß auf das Bewegungleichgewicht einräume, geschieht ausschließlich auf Analogieüberlegungen, weil sich nämlich herausgestellt hat, daß auch bei Läsionen des H.L.B. gerade die Schädigung seines *aufsteigenden* Anteils supravestibuläre Abweichungen zur Folge hatte (vgl. Abschnitt IV meines Werkes: „Das supra-vestibuläre System“. 1935) und wir bis zum Beweise des Gegenteils beim Haubenbündel ähnliche Verhältnisse annehmen dürfen.

Bei manchen Fällen von Herden in der Haubengegend wie dem *Forgues* und *Jumentié's*¹ wird die Zwangsbewegung nach hinten zu einer maximalen, zum Opisthotonus. Der tuberkulöse Herd hatte den dorsalen Teil des zentralen Haubenbündels unterbrochen und dabei auch das laterale Horn des linken H.L.B. vernichtet (weshalb Fallneigung nach links bestand). Aber dabei war auch der linke Bindearm unterbrochen. Da wir durch andere Erfahrungen wissen, daß Unterbrechung des Bindearms ohne weiteres Zwangsbewegung nach hinten hervorrufen kann, beruht darauf wohl die starke, bis zum Opisthotonus sich steigende Fallneigung nach hinten.

Die Befunde bei diesen Hirnstammherden machen es äußerst wahrscheinlich, daß Unterbrechung der aufsteigenden dorsalen Haubenbündel (vielleicht auch des Bündels lateral vom H.L.B.?) mit Fallen nach hinten einhergeht, des ventralen Haubenbündels (olivoputaminale Bündel?) jedoch mit Fallen nach vorn. Herde, die diese Bahnen in einer oraleren Gegend — auf der Höhe des Oculomotoriuskerns oder der Lamina medullaris interna — schädigen, zeigen wohl völlig gleiche klinische Symptome, nur rufen sie außer der Fallneigung nach hinten und vorn auch Blicklähmung nach oben und unten hervor.

Während im Falle *Henschens* Blicklähmung nach oben angedeutet war oder Zwangsstellung nach unten, beweist der Fall *Schusters* Nr. 2², daß keineswegs alle striofugalen Entartungen der Haubenbündel mit Augenkomplikationen einhergehen müssen. Daß wir keine bessere Kenntnis davon besitzen, in welchen Olivenabschnitten jene Bündel endigen,

¹ *Forgue et Jumentié*: Rev. neur. 1921, 743. — ² *Schuster*: Z. Neur. 77, 9 (1922).

Tabelle 4. Tabelle

| Nr. | Autoren | Stelle | Autoptischer Befund |
|-----|-----------------------------|---|---|
| 1 | <i>Thomsen</i> | Arch. f. Psychiatr. 18, 620 (1887) | Gumma im ventralen Abschnitt der rechten Haube, den ventralen Teil des roten Kernes durchwachsend. III-Zellen normal |
| 2 | <i>Buss</i> | Dtsch. Arch. klin. Med. 41, 241 (1887) | Malacia tegmenti sin. post. partum. Linke Olive: Pars lateroventralis entartet; Pars med. normal |
| 3 | <i>Halban und Infeld</i> | Arb. neur. Inst. Wien. 9, 365 (1902) | Herd links im caudalen Abschnitt des Thalamus. Linke Oliva inf. kleiner (Projektion in der H.L.B-Figur gestichelt) |
| 4 | <i>Henschen</i> | Pathologie des Gehirns, Bd. 1, S. 333. 1890 | Herd im rechten Putamen, Globus pall. und caudalen Teil des Thalamus und linken Nuc. dentatus. Rechte Olive erweicht. Mediane Nebenolive normal |
| 5 | <i>Moeli und Marinresco</i> | Arch. f. Psychiatr. 24, 655 (1892) | Erweichung des ventrolateralen Teiles der rechten pontinen Haube. Rechter ventraler Haubenbündel und rechte Olive entartet. Mediane Nebenolive normal |
| 6 | <i>Jakob</i> | Dtsch. Z. Nervenheilk. 5, 189 (1894) | Tumor thalami sin. III-Kerne nicht frei. Atrophia partis sup. neostriati. Linke Oliva inf. faserlos. Nebenoliven normal |
| 7 | <i>Raymond und Cestan</i> | Revue neur. 1901, 73 | Langgestreckter Tumor tegmenti |
| 8 | <i>Thomas</i> | Revue neur. 1905, 20 | Herd im dorsalen Teil des linken zentralen Haubenbündels + Herd, welcher die Haubenfasern zur linken Hauptolive unterbricht. Sclerose en plaques |
| 9 | <i>Spiller</i> Fall A M | Amer. Neur. Soc., Juni 1905 | Glioma tegmenti ventralis pontis |
| 10 | <i>Hun</i> | N. Y. med. J. 1, 514 (1897) | Herd im lateralen Blatt der Olive und im dorsalen Teil der dorsalen Nebenolive. Linker Nuc. dentatus erweicht. Dorsaler Teil des zentralen Haubenbündels erweicht |
| 11 | <i>Sanders</i> | Dtsch. Z. Nervenheilk. 12, 363 (1898) | Tumor des dorsalen Teiles der rechten Haube und des rechten Nuc. dent. Rechter Bindearm zerstört |
| 12 | <i>Ransohoff</i> | Arch. f. Psychiatr. 35, 403 (1901) | Erweichung der Brückenhaube. Von rechter und linker Olive sind wenige Reste vorhanden |

der Haubenherde.




| Störungen in der vertikalen Ebene | Störungen in der horizontalen und frontalen Ebene | Herd | Nr. |
|--|---|---|-----|
| Blickzwangsstellung nach unten. Fällt leicht hin. Tritt mit den Fußspitzen auf | |  | 1 |
| Astasie. Körper neigt sich nach vorn. Fällt nach vorn | Horizontaler Nystagmus. (Linkes H.L.B. entartet) |  | 2 |
| Hebung und Senkung der Augen aufgehoben | Inkomplette konjugierte Deviation nach links. (Linker H.L.B. defekt, nämlich medianer zentrifugaler Abschnitt i. f. v. Zerstörung des linken Nuc. com. post.) |  | 3 |
| Geht taumelnd, mit gesenktem Blick. Rechter ventraler Haubenbündel atrophisch infolge Putamenherd rechts und Atrophie der (linken) Dentatusanteile der Fibr. arc. int. | |  | 4 |
| Vertikale Augenbewegungen normal. Kopf vornüber geneigt. Astasie | Andeutung konjugierter Deviation nach links. Lateraler Teil des H.L.B. „erheblich verändert“ |  | 5 |
| Astasie; fällt nach hinten. Dorsaler Abschnitt des zentralen Haubenbündels atrophisch | Fällt nach rechts. Linker Nucleus interstit. zerstört |  | 6 |
| Fällt immer. Nystagmus verticalis | Horizontale Blicklähmung (Rechter und linker H.L.B.) |  | 7 |
| Astasie. Fällt nach vorn, nach hinten. Linke Olive nicht atrophisch. Inkoordination des Rumpfes im Verhältnis zu den Beinen | Fällt nach links. Lateropulsion nach links |  | 8 |
| Konjugierte Deviation nach unten. Kopf vornüber gebeugt | |  | 9 |
| Kann den Kopf nicht aufheben. Kann nicht stehen, sich nicht aufsetzen (S. 514); stützt sich nach rechts und links. Ataxie | Rechte Hemiparese. Fällt nach links. Beschränkte horizontale Augenbewegung. Kopf neigt nach links |  | 10 |
| Astasie. Opisthotonus. Rechte Olive verschwommen, faserarm. Nebenoliven „anscheinend normal“. Linke Olive faserarm | Andeutung von konjugierter Deviation nach links. Rechts H.L.B. stark reduziert |  | 11 |
| Abasie. Astasie. Starke Bewegungsataxie. Vertikale Augenbewegungen eingeschränkt. Haubenbündel rechts und links atrophisch | Andeutung von konjugierter Deviation nach rechts. Medialer Teil der H.L.B. zerstört |  | 12 |

Tabelle 4. Tabelle












| Nr. | Autoren | Stelle | Autoptischer Befund |
|-----|----------------------------------|---|---|
| 13 | <i>Spiller</i> | Arb. neur. Inst. Wien. 15, 370 (1907) | Tumor der Basis des Mesencephalons |
| 14 | <i>Weinland</i> | Arch. f. Psychiatr. 26, 363 (1894) | Tumor im dorsalen Teil der linken Haube und im Kleinhirn. Beide Dach- kerne reduziert |
| 15 | <i>Breuer und Mar- burg</i> | Arb. neur. Inst. Wien. 9, 15 (1902) | Thrombose der linken Art. cerebelli inf. post. |
| 16 | <i>Spitzer</i> | Jb. f. Psychiatr. 18 (1889) | Tumor der <i>Deiters</i> -Gegend links. Ent- artung des linken ventralen Hauben- bündels |
| 17 | <i>Bonhoefer</i> | Mshr. Psychiatr. 1, 32 (1897) | Tumor mesencephalii. Läsion beider aufsteigenden ventralen Haubenbündel. |
| 18 | <i>Schuster</i> | Z. Neur. 77 (1922) | Tumor frontalis sin. mit Cyste im rechten Putamen. Hämorrhagie im Nuc. med. + lat. thal. sin. |
| 19 | <i>Long und Roussy</i> | Revue neur. 1908, 757 | Erweichung im unteren Teil des rechten <i>Thalamus</i> |
| 20 | <i>Babinski und Nageotte</i> | Nouv. Iconogr. Salpêtrière 15, 493 (1912) | Luetische Herde in der linken Medulla. Entartung des linken dorsoolivären Haubenbündels |
| 21 | <i>Jones und Spiller</i> | Brain 1923, 349 | Malacia medullae nach Influenza |
| 22 | <i>Bollack</i> | Revue neur. 1, 336 (1924) | Erweichung beider ventraler Hauben- bündel und des rechten H.L.B. |
| 23 | <i>W. Freemann</i> | Arch. amer. Ann. of Neur. 1932, 604 | Herd im ventralen Teile des zentralen Haubenbündels |

liegt wohl an der geringen Aufmerksamkeit, die man bis jetzt dem Studium der Oliven bei krankhafter Veränderung des Striatums, sowie auch der Haubenbündel gewidmet hat.

Die experimentellen Ergebnisse geben deutliche Hinweise, daß zwei Haubenbündel aus den Oliven zum Neostriatum aufsteigen, und daß Verletzung des dorsalen Anteils mit Fallen nach hinten, Läsion des ventralen (und medianen) Haubenbündels dagegen mit Fallen nach vorn einhergeht.

¹ Nach experimenteller Erfahrung mit dem H.L.B. soll man bei einer chro-

der Haubenherde (Fortsetzung).

| Störungen in der vertikalen Ebene | Störungen in der horizontalen und frontalen Ebene | Herd | Nr. |
|---|---|---|-----|
| <p>Abasie. Fallneigung nach hinten. Entartung diverser Haubenbündel. Komplikation durch Unterbrechung dorsoolivärer Fasern</p> <p>Kopf nach vorn. Konjugierte Deviation von Kopf und Augen nach rechts, welche Haltung ängstlich festgehalten wird. Nyctismus in den vertikalen Endstellungen</p> <p>Propulsio. Fällt nach vorn. Augenbewegungen frei. Beide zentrale Haubenbündel affiziert</p> <p>Kann nicht aufsitzen. Entartung des zentralen Haubenbündels in der Hauptolive (lateralen Abschnitt)</p> <p>Schwierigkeit aufzusitzen (Teil des Syndroms: Zwangsstellung nach unten)</p> <p>Astasia. Blickzwangsstellung nach unten. Empro-Opisthotonus</p> <p>Blickzwangsstellung nach unten, vertikale Augenbewegungen beiderseits mit vertikalem Nyctismus vergesellschaftet</p> <p>Fallneigung nach vorn</p> | <p>Fallrichtung nach links</p> <p>Stärkere (?) Entartung des linken H.L.B.¹</p> <p>Linkes Auge nach unten</p> <p>Lateropulsion, Fallneigung nach links</p> <p>Lateraler Blick normal. Konvulsionen</p> <p>Konjugierte Deviation nach links</p> |  | 13 |
| | |  | 14 |
| | |  | 15 |
| | |  | 16 |
| | |  | 17 |
| | |  | 18 |
| | |  | 19 |
| | |  | 20 |
| | |  | 21 |
| | |  | 22 |
| | |  | 23 |

Jetzt finden wir, daß die klinische Erfahrung einer solchen Beziehung nicht widerspricht. Ich glaube sogar, daß man von jetzt ab für die Lokalisation von Krankheitsherden im Hirnstamm mit berücksichtigen kann, daß ein dorsaler Herd in der Mittelhirnhaube Fallneigung nach hinten, evtl. Neigung nach oben zu schauen, hervorruft und ein ventraler Herd. Fallen nach vorne und Neigung nach unten zu schauen. Auch in der übrigen Literatur begegnet man auf Schritt und Tritt Beobachtungen,

nischen Läsion nicht zuviel Wert auf die Verteilung der schwarzen Körnchen legen.

welche dafür sprechen, daß Zwangsbewegung nach oben durch einen Herd im *dorsalen* Abschnitt des Körpers des Nucleus caudatus¹, Zwangsbewegung nach unten durch eine Läsion des *ventralen* Abschnitts des Neostriatums hervorgerufen wird. *Munk*, *Schaefer* und *Horsley*² bemerken, daß der Makakus nach Verletzung des ventralen Teils des Lobus frontalis nach vorn gebeugt sitzt, und *Levinsohn*, daß bei Reizung der dorsalen Region des Gyrus frontalis eher Augenwendung nach unten, bei Reizung der ventralen Teile nach oben erfolgt. Weiter sprechen die Kriegserfahrungen *Gerstmanns* u. a. nach Verwundung des Stirnhirns im selben Sinne. *Jelgersmas* Beobachtung³, daß bei Tieren mit stark entwickelter medianer Olive (Cetaceen) eben das Caudatum sehr stark entwickelt ist, verdient stärkste Beachtung mit Hinsicht auf die hier bestehende anatomisch-physiologische Beziehung.

5. Kleinhirnatrophie und Fallneigung nach hinten; die Bedeutung des Dachkerns.

Man hatte seinerzeit erwartet, daß das Studium der Kleinhirnatrophien mehr Sicht auf die Funktion des Cerebellums und der unteren Oliven werfen könne als das Studium der Geschwülste des Kleinhirns. Allein diese Erwartungen wurden nicht ganz erfüllt. Zunächst fällt es schwer, eine einheitliche Symptomatologie nach den Publikationen von *Anton*, *Mingazzini*, *Strong* und so vielen anderen mit ihren zum Teil meisterhaft untersuchten Fällen aufzustellen. Es ergibt sich nur, daß in sehr vielen Fällen, keineswegs in allen, Stand und Gang gestört waren. Sondert man die anatomisch genau beschriebenen Fälle aus und sucht bei ihnen nach regelmäßig vorkommenden Erscheinungen, dann scheinen mir die Fälle, in welchen der *Dachkern* in den Prozeß einbezogen war, eine Sonderstellung einzunehmen, indem sie mit auffallenden posturalen und Gleichgewichtsstörungen einhergehen, und zwar in der Regel mit Fallneigung nach hinten. *Mingazzini* fiel die Langsamkeit des Ganges auf in Fällen, wo der Wurm miterkrankt war. Bei Agenesie beider Seiten wurde Ataxie von Stand und Gang beobachtet und, wenn das Großhirn am Prozeß teilnahm, Sprachstörung. Einseitige laterale Kleinhirnatrophie soll nicht zu solchen Ausfallserscheinungen führen.

¹ *Alajouanine*: Ann. Méd. 13, 250 (1923). — *Anton*: Arch. f. Psychiatr. 14, 145 (1896). Kopf nach rückwärts gebeugt. — *Lépine*: Lyon méd. 9. Aug. 1903; renversement de la tête, bei Blutung im Corpus striatum. — *Jakob*: Extrapiramidale Erkrankungen, 1923. S. 250. — *Kleist*: Arch. f. Psychiatr. 59 (1918). — *Auerbach*: Dtsch. Z. Nervenheilk. 22, 314 (1902). — *Hebold*: Arch. f. Psychiatr. 23, 450 (1892); vornüber gebeugt, vgl. auch *Zingerle*: J. Psychol. u. Neur. 14, 97 (1909). — *Bychowski*: Arch. f. Psychiatr. 30 (1899). — *Maillard*: Maladie de Parkinson. Thèse de Paris 1907 und *Auer*: J. nerv. Dis. 1916, 533. — ² *Schäfer* u. *Horsley*: Philos. trans roy. Soc. Lond. 5, 179 (1888). — ³ *Jelgersma*: J. Psychol. u. Neur. 5, 23 (1917).

Hierdurch werden wir wiederum (vgl. Kap. 13 meines Buches: „Das supra-vestibuläre System“. 1935.) auf die Bedeutung hingewiesen, welche der Wurm und der Dachkern für die Erhaltung des Gleichgewichts in der anteroposteriören Ebene haben, worauf auch *Strong*¹ und *Mussen*² aufmerksam machten. Wenn man sieht, daß selbst bei einer Atrophie des Kleinhirns, die sich auf den Cortex cerebelli beschränkt, regelmäßig Fallen nach vorn und nach hinten vorkommt, so spricht das für die Annahme, daß nicht nur die Kerne, sondern auch der Cortex besonders ausgedehnte Verbindungen mit den Oliven besitzen. Ein zweites Argument dafür ist, daß auch auf den *Marchi*-Präparaten nach Olivenläsion fein entartete Fasern bis zur Kleinhirnrinde aufsteigen. Ein drittes Argument sehe ich in der Tatsache, daß nach Läsion des Flocculus des Eichhörnchens, welcher ausschließlich Rinde enthält (und nicht wie der des Kaninchens auch eine Abteilung des Nucleus dentatus einschließt), eine sehr feine Entartung bis zu den Oliven, und in sie hinein, zu verfolgen ist. In diesem Zusammenhang interessieren die Mitteilungen *Gowers*'³ und *Nothnagels*⁴, welche darauf hingewiesen haben, daß Affektion des Wurms einen viel stärkeren Einfluß auf die Lokomotion ausübt als gleichgroße Schäden in den Hemisphären des Kleinhirns.

IV. Zwangsbewegungen und -stellungen in der vertikalen Ebene.

1. Allgemeine Beschreibung der Zwangsbewegungen in der vertikalen Ebene. Vergleich mit denjenigen in der horizontalen und frontalen Ebene und Herde, welche sie veranlassen.

Die anatomisch-physiologischen Grundlagen der horizontalen und frontalen Zwangsbewegungen sind, wie wir gezeigt haben, grundverschieden von denen der vertikalen Zwangsbewegungen. Ebenso grundverschieden sind auch die klinischen Erscheinungen der Augenbewegungsstörungen in der frontalen und horizontalen Ebene von denen in der vertikalen, welches Thema in meinem Buche Abschnitt IV und V, Kap. 16—20 ausführlich behandelt wird. Das ist von besonderer Bedeutung für die feinere Lokaldiagnostik des Hirnstamms⁵. Daß die Zwangsbewegungen in der vertikalen (sagittalen, anteroposteriören) Ebene erst so spät Beachtung gefunden haben, liegt wohl daran, daß sowohl im Tierexperiment wie in der Klinik bei Krankheitsprozessen im Hirnstamm, in der Medulla oblongata und im Kleinhirn diese Abweichungen in der Regel einen diskreten, wenig auffälligen Charakter besitzen. Im Tierexperiment treten die Rollbewegungen infolge Läsion des Nervus vestibularis und

¹ *Strong, O.*: J. comp. Neur. 25 (1913). — ² *Mussen*: Arch. of Neur. 24, 913. —

³ *Gowers*: Neur. Zbl. 1890, 199. — ⁴ *Nothnagel*: Dtsch. Z. Nervenheilk. 1, 318 (1891).

⁵ *Hantant*: Rev. neur. 1, 965 (1927) findet auch in peripheren Erkrankungen (nämlich syphilitischer Labyrinthitis), daß die vertikalen Bogengänge eher ihre Reizbarkeit einbüßen als die horizontalen; *Eagleton* nahm bei Acusticustumor das Gegenteil war.

seines Kerns in außerordentlich heftiger Weise auf. In dieser Beziehung sind die nach ähnlichen derartigen Läsionen auftretenden Manegebewegungen schon viel weniger auffällig als die Rollbewegungen. Bei den zu Versuchszwecken gewöhnlich benutzten Versuchstieren, der Katze oder dem Kaninchen, bemerkt man nach solchen Läsionen von *vertikalen* Störungen nur einerseits eine Neigung, sich flach auf den Boden hinzulegen und in geduckter Körperhaltung zu kriechen, sowie andererseits eine gewisse Neigung, sich aufzubäumen, den Kopf zu heben oder in anderen Fällen rückwärts zu gehen. Bezeichnend ist, daß einer der genauesten Untersucher unter den Neurologen dieses Jahrhunderts, *Probst*, 11 Tage lang bei einer Katze täglich notierte: „Kopf tief zu Boden gesenkt“ und nicht merkte, daß er es dabei mit einer bestimmten Zwangsbewegung zu tun hatte.

Der Mensch hat mit den anthropomorphen Affen das Merkmal gemein, daß er die Wirbelsäule vertikal anstatt horizontal zum Schädel trägt. Diese äußerst eingreifende phylogenetische Wandlung gegenüber den Verhältnissen bei allen niederen Tieren hat tief eingreifende Änderungen der posturalen Reflexe herbeigeführt. Daran liegt es auch, daß das heftige Rollen der Versuchstiere sich beim Menschen nur in einer seitlichen Fallneigung äußert, zuweilen auch zusammen mit der bekannten *Hertwig-Magendie*-Schielstellung der Augen. Die Manegebewegung hat dagegen anscheinend ihren Charakter behalten. Viel Verwirrung hat gestiftet, daß beim Menschen die Zwangsbewegungen der Rollung und der Manege scheinbar in derselben Ebene stattfinden. Man bedenke nur, daß *Prévost* auf dem Physiologenkongreß in Groningen 1909 für die Identität dieser Zwangsbewegungen auch beim Tier eintrat, indem er sagte: Stellt man den Vierfüßler hin mit vertikaler Wirbelsäule und läßt das Tier Manegebewegungen vollführen, so sieht man, daß die Lokomotion in derselben Ebene zustande kommt wie die Rollung. Wenn auch zugegeben werden muß, daß im Sonderfall des aufrecht gehenden Menschen beide Bewegungen in derselben Ebene stattfinden, so folgt daraus nicht notwendig ihre Identität. Schon der Umstand, daß zu der Manegebewegung als Augenstellung die horizontale konjugierte Deviation und zu der Rollbewegung beim Vierfüßler und beim Menschen die *Hertwig-Magendiesche* Schielstellung gehört, beweist, daß beide Zwangsbewegungen beim Menschen nicht identisch sind. Neben diesen beiden Syndromen findet man bei einem Herde im Hirnstamm noch die anteroposteriören Störungen.

Eine Besonderheit, welche sowohl beim Menschen wie bei den Tieren als Folge dieser letzteren Form von Zwangsbewegung in der vertikalen Ebene beobachtet wird, ist eine eigentümliche „Unlust zur Bewegung“. Bei Läsionen der lateralen Olive und ihrer zuführenden Bahn hat sich dieses Symptom als ein wichtiges, fast charakteristisches erwiesen. Weiter beobachtete man beim Menschen bei einer Läsion der lateralen Olive

Fallen nach vorn und Gang auf den Zehen. In Analogie zu den Beobachtungen an zwei Katzen muß man annehmen, daß eine ausschließliche Läsion der medianen Olive Fallen nach hinten bewirkt.

Wenn es wahr ist, daß neuere Ideen in der medizinischen Wissenschaft 25 Jahre brauchen, bis sie Gemeingut werden, so sind die Aussichten auf ein besseres Verständnis des Olivenkerns schlecht. In seiner schweren experimentellen Angreifbarkeit zeigt das Olivenproblem viel Übereinstimmung mit demjenigen des H.L.B. Wenn noch in der letzten Zeit einer der prominentesten Neurologen, v. *Monakow*, die Meinung äußerte, daß das H.L.B. so selten Veränderungen zeige, weil dieses Bündel größtenteils aus kurzen Bahnen zusammengesetzt sei — während doch eine Reihe von Untersuchungen im Anfang dieses Jahrhunderts das Gegenteil gezeigt hatte —, dann kann man in Hinsicht auf die noch schwerere experimentelle Angreifbarkeit der Oliven schließen, daß eine noch viel längere Periode vergehen muß, bis die neuen Ansichten über die Funktion der Oliven nachgeprüft worden sind.

Wenn ein Handbuch über die Anatomie wie dasjenige *Kappers'* gar nichts über die experimentelle Arbeit an dem H.L.B. bringt, braucht man sich nicht zu wundern, daß erst jetzt *Groebbels*¹ bestätigt, daß die meisten aus der Acusticusgegend stammenden H.L.B.-Fasern in der Commissura posterior kreuzen.

Physiologische Erfahrungen dringen bekanntlich sehr langsam in die Klinik ein. Und wenn man bedenkt, daß es 8 oder 9 Olivenverbindungen gibt, die zunächst lediglich mit Hilfe experimenteller Untersuchungen (*Marchi*-Methode) nachgewiesen wurden, wird man sich weiterhin mit Geduld zu wappnen haben.

Der Vergleich der Olive mit dem H.L.B. und den Commissurenkernen drängt sich uns deshalb so sehr auf, weil diese letzteren Bündel und Kerne ausschließlich mit den Zwangsbewegungen in der horizontalen und frontalen Ebene zu tun haben, während physiologische und klinische Feststellungen darauf hinweisen, daß die Hauptabschnitte der Olive ausschließlich zu den vertikalen Bewegungen in Beziehung stehen und wohl nicht, wie *Bechterew* vermutete, zu den landläufigen Zwangsbewegungen, der Roll- und Manegebewegung. Hierbei muß man berücksichtigen, daß die Zwangsbewegung in der horizontalen und frontalen Ebene bereits und vor allem in der Mitte des vorigen Jahrhunderts im Mittelpunkt des Interesses der Physiologen und Neurologen stand, während die Zwangsbewegungen in der vertikalen Ebene erst unlängst auf Grund experimenteller und vergleichend anatomischer Erfahrung (vgl. Einleitung und Kap. I, 2.) als solche anerkannt wurden. Kein Wunder auch, daß noch vor kurzer Zeit in einer Diskussion im Amsterdamer neurologischen Verein bezweifelt wurde, daß überhaupt Krankheitsprozesse im Hirnstamm solche

¹ *Groebbels*: Pflügers Arch. 225, 347 (1930).

Abweichungen in der vertikalen Ebene hervorrufen können! Weiter hemmte der Umstand die anatomisch-physiologische Untersuchung, daß die Roll- und Manegebewegung beim Menschen und die Zwangsstellung von Kopf und Augen in der horizontalen und frontalen Ebene in der Regel die vertikalen Abweichungen verdeckt. Die diskrete und nicht so leicht festzustellende Zwangsstellung nach vorn und hinten tritt sowohl im Experiment wie bei Krankheitsprozessen gegenüber den so viel auffälligeren Abweichungen in der frontalen Ebene (Rollung) in den Hintergrund. Dazu kommt noch eines: Während beim Menschen infolge seiner besonderen Körperhaltung die Abweichung in der horizontalen Ebene viel eher den Eindruck einer echten Zwangsbewegung macht, üben im Gegensatz dazu die anatomisch-physiologisch anders organisierten vertikalen Störungen einen viel stärkeren Einfluß auf die normale Lokomotion aus und machen in viel stärkerem Maße das Gehen unmöglich. Die Unfähigkeit zur Vorwärtsbewegung scheint wohl nur als Folge einer Zwangseigung nach vorn aufzutreten, und zwar sowohl im Experiment wie in der Klinik als Folge einer Läsion der Olive oder ihrer wichtigsten Verbindungen, der strioolivären und olivocerebellären Bündel. Daß die hauptsächliche Lokomotionsform, die Progression nach vorn, in so hohem Grade von der Olive und den Olivenverbindungen (und damit vom Neostriatum) abhängig ist, liegt um so näher, weil das Vorwärtsgen nichts anderes ist als die Verschiebung des Schwerpunktes nach vorn, mit anderen Worten nichts anderes ist als Zwangsbewegung nach vorn mit anschließendem Heranziehen der unteren Extremitäten, um nicht hinzufallen. Das gilt insbesondere für die höheren Vertebraten, welche die Wirbelsäule vertikal unter dem Kopfe tragen. Dadurch, daß eben durch eine Störung in der vertikalen Ebene sehr bald Stehen und Gehen unmöglich gemacht wird und die Kranken deshalb bettlägerig sind, erklärt es sich, warum diese Störungen so selten in den Krankengeschichten erwähnt werden.

Zwischen Menschen und den Vierfüßlern nehmen die Vögel eine Mittelstellung ein. Auch bei den niederen Tieren fällt uns der verschiedene Charakter, die gründlich verschiedene Organisation der Zwangsbewegungen in der frontalen und horizontalen Ebene einerseits und in der vertikalen Ebene andererseits auf.

Sicher kommen z. B. bei Teleostiern die Zwangsbewegungen in der vertikalen Ebene nur wenig zur Beobachtung und werden bald kompensiert. Ganz anders ist wohl der Zustand bei den Cyclostomen und war es mutmaßlich auch bei den längst ausgestorbenen Präcyclostomen. Bei den Cyclostomen findet man eine stark hervortretende Abweichung in der vertikalen Ebene, während die Abweichungen in der frontalen Ebene zurücktreten, ein Verhalten, das wahrscheinlich auf den primitiven Zustand des peripheren Organs zurückzuführen ist. Vergleichende Beobachtungen an Cyclostomen und Teleostiern sprechen dafür, daß bei den ursprünglichen Cranioten die zentrale graue Substanz, evtl. auch das Ganglion habenulae in Verbindung mit dem parietalen Auge die erste Möglichkeit zur Lokomotion in der vertikalen Ebene schuf, und daß erst später die Lokomotion in den drei Ebenen Hand in Hand mit der weiteren Entwicklung des lateralen Sitzes des Auges, des Labyrinthes und des Striatums zustande kommt. In dieser Hinsicht

ist die Lokomotion des Fluß-Neunauges sehr charakteristisch, das sich fast immer an der Oberfläche des Wassers mit nach oben gerichtetem Kopf fortbewegt, bis es als echter Schmarotzer sich an einem anderen Fische festsaugen kann.

Ich will diese allgemeinen Bemerkungen zum vergleichenden Studium der physiologischen und klinischen Bedeutung der Zwangsbewegungen nicht endigen, ohne auf einen, wie mir scheint, grundlegenden Unterschied zwischen den Zwangsbewegungen nach vorn und hinten einerseits und den Roll- und Manegebewegungen andererseits die Aufmerksamkeit zu richten. Diese letzteren Zwangsbewegungen, deren Zentrum in vestibulären Kernen liegt, und dessen sekundäre Bahnen im H.L.B. verlaufen, sind wohl immer mit einer Abweichung der Augen vergesellschaftet. Dagegen scheint die Zwangsbewegung nach vorn und hinten als Folge einer Läsion der olivostriären Bündel nicht mit einer gleichartigen Augenabweichung verbunden zu sein, was aber wohl der Fall ist, wenn die Läsion der strioolivären Bündel oral von dem Oculomotoriuskern zustande kommt. Mit anderen Worten: Läsion der olivostriären Verbindungen, caudal der III-Kerne, scheint mir nur dann durch bleibende Augenzwangstellung oder sog. Blicklähmung kompliziert zu werden, wenn die Haubenbündel, und zwar an beiden Seiten, völlig unterbrochen sind. Wo sowohl vergleichend anatomische wie experimentelle und pathologisch-anatomische Erfahrungen für eine besondere Bedeutung der subcommissuralen Kerne der zentralen grauen Substanz für die vertikalen Bewegungen sprechen, ist man wohl gezwungen, besonders enge, anatomische und funktionelle Verbindungen zwischen den drei Gebilden: untere Oliven, zentrale graue Kerne und Neostriatum zu postulieren. Diese Verhältnisse genauer zu definieren erscheint als eine dankbare Zukunftsaufgabe. Was davon schon bekannt wurde, ist anderswo¹ veröffentlicht worden.

Was die klinische Beobachtung über Fallneigung nach vorn betrifft, so sind die meist vorkommenden Erscheinungsformen nur eine Neigung, auf den Zehen zu gehen, kleine Schritte zu machen, ohne ausgesprochenes Fallen nach vorn. Die experimentellen Studien über die Funktion der beiden aus den Oliven zum Neostriatum aufsteigenden Haubenbündel haben ergeben, daß die Verletzung der dorsaler gelegenen Arealen *Fallen nach hinten*, dagegen Läsion des ventralen Haubenbündels *Fallen nach vorn* zur Folge hat. Und nun finden wir die klinischen Erfahrungen nicht im Widerspruch mit einer solchen Beziehung. Ich glaube sogar, daß man von jetzt ab für die Lokalisation von Krankheitsherden im Hirnstamm mit diesem Verhalten rechnen kann: ein dorsaler Herd in der Mittelhirnhaube erzeugt Fallneigung nach hinten evtl. Blickzwang nach oben, ein ventralerer Herd Fallen nach vorne, Neigung nach unten zu schauen.

¹ *Muskens, L. J. J.*: „Das supra-vestibuläre System“, Kap. 14 und 26. Amsterdam 1935.

2. Neostriäre Läsionen und Störungen in der vertikalen Ebene (anatomisch, physiologisch und klinisch).

Das Corpus striatum steht zweifellos seit dem Anfang dieses Jahrhunderts dermaßen im Mittelpunkt des neurologischen Interesses, daß man sich wundern muß, daß die neostriären Olivenverbindungen noch so wenig Objekt der Untersuchung geworden sind. Nachdem die holländische Schule (*Jelgersma, Manschot, Winkler*) auf die Veränderungen dieses Organs bei Paralysis agitans hingewiesen hatte und zur selben Zeit und kurz nachher neostriäre Veränderungen bei der Pseudosklerose und der *Wilsonschen* Krankheit nachgewiesen worden waren, hat der post-encephalitische Parkinsonismus uns jetzt einen tieferen Blick in die Lokalisation der sog. automatischen Bewegungen werfen lassen (unter anderem *Ramsay Hunt, Muskens* ¹). Obwohl bereits 1914 mit Nachdruck von mir auf die supravestibuläre Bedeutung des Corpus striatum hingewiesen worden war und die zunächst auf Grund physiologischer Beobachtungen vermutete und später nachgewiesene Verbindung des Globus pallidus mit den Commissurenkernen (Nucleus commissurae posterioris und Nucleus interstitialis) von *Vogt* ², *Riese* und auch *Cathelin* ³ bestätigt wurde, hat man seitdem keine weiteren Versuche angestellt, um über die supravestibuläre Bedeutung dieses Organs nähere Aufschlüsse zu erhalten. Das befremdet um so mehr, als unter anderem die Zwangstellungen und Blickkrämpfe nach oben und unten beim Parkinsonismus genügend Anlaß zu solcher Fragestellung hätten bieten können. Doch vermißt man auch in der älteren Literatur keineswegs Hinweise auf eine supravestibuläre Funktion des Striatums ⁴.

Ich brauche nur an die bekannten Chromsäureinjektionen *Nothnagels* in das Vorderhirn des Kaninchens zu erinnern, weiter an die Feststellung *Prévosts*, daß in denjenigen Fällen von Apoplexie, welche mit konstanter konjugierter Deviation nach der Seite der Läsion einhergehen, das Corpus striatum betroffen war (1914 eingeschränkt auf den Globus pallidus). *Adamuk* und *Ziehen* machten durch Reizversuche auf die Bedeutung

¹ *Muskens*: Revue neur. 1927 II, 155; J. of Neur. 1927, 132. — ² *Vogt, C. u. O.*: Sitzgsber. Heidelberg. Akad. Wiss., Math.-Naturwiss. Kl., 21. Okt. 1919. —

³ *Cathelin*: Revue neur. 1921, H. 1, 537.

⁴ Die gleichartige Bedeutung der vestibulären Impulse für alle motorischen Funktionen: Lokomotion, Haltung, Augenbewegungen und Gleichgewicht und namentlich auch die anatomische Tatsache, daß die große Mehrzahl der betreffenden zentrifugalen Bahnen im Areal der aufsteigenden sekundären und tertiären vestibulären Verbindungen verlaufen, mögen es erklärlich erscheinen lassen, daß ich den ganzen Komplex der betreffenden Verbindungen als „supravestibuläres System“ zusammenfasse. Zweifellos sind *McCowan* und *L. Cook*, in ihrem Rechte, wenn sie die Bemerkung machen, daß auch zahlreiche andere zentripetale Systeme hierauf von Einfluß sind. Jeder, der die Bedeutung der beiden Labyrinthe für die Augenbewegungen untersuchen will, sei auf *Biehl* [Arb. neur. Inst. Wien 13, 87 (1907)] verwiesen.

des Striatums für die laterale Wendung des Kopfes aufmerksam. *Prus*¹ bestätigte die früheren Beobachtungen *Magendies* und *Schiffs*, daß die Pyramidenbahn mit den Laufbewegungen nichts zu tun hat, und wies darauf hin, daß bei Reizung der vorderen Teile des Striatums der Hund den Kopf nach oben hebt, eine Bewegung, welche noch bestehen blieb, wenn der Reiz in Wegfall gekommen war. *Schüller*² beobachtete, daß die bei Läsion des Kopfes des Nucleus caudatus auftretende geringe Neigung zum Vorwärtsgehen enorm verstärkt wurde, wenn diese Läsion an *beiden* Seiten angebracht wurde (*Nothnagels* Nodus cursorius). Im Gegensatz dazu beobachteten *Carville* und *Duret* bei Läsion dieser Teile das Gegenteil: die Unmöglichkeit zu gehen. Dieser Widerspruch wird durch meine Beobachtungen aufgelöst, nach welchen die ventralen Abschnitte des Neostriatums Ausgangspunkt für das ventrale Haubenbündel sind. Das Bündel findet vorwiegend in der lateralen Olive sein Ende; seine Läsion führt, wie wir gesehen haben, zu Zwangsbewegung nach unten. *Langley* und *Grünbaum*³ sahen ebenso wie *Ziehen* Aufbäumen, falls der Hirnstamm am Übergang in den Thalamus opticus gereizt wurde. *Munk* hat wegen der nach Stirnhirnoperation auftretenden Zwangsstellungen des Rumpfes im Frontalhirn Zentra für die Rumpfmuskeln vermutet. Seine ausführlichen Untersuchungen sowie diejenigen *Polimantis*⁴ erwecken jedoch den Verdacht, daß es sich auch hierbei um supravestibuläre Störungen, von einer Pallidumläsion, etwa infolge einer durch die Operation herbeigeführten Gefäßstörung, abhängig, handelt.

Auch *Finklenburgs* Beobachtung⁵ von Zwangsstellung bei Erkrankung des Corpus striatum soll hier genannt werden, ebenso *Steels* Beobachtungen⁶ an Schafen bei Erkrankung dieser Teile. Weitere Untersuchungen brachten Hinweise, daß die Bewegungen in der vertikalen Ebene (auch Augenbewegungen) im Striatum einen Knotenpunkt haben. Außer *Munks* Beobachtungen⁷ sollen auch *Ferrier*, *Yeo* und *Turner* genannt werden, welche bei Makaken nach Läsion der ventralen Abschnitte des Corpus striatum nach vorn gebeugte Haltung des Rumpfes bemerkten.

Von den jüngeren Autoren sei auf *Schaltenbrands* und *Cobbs* Beobachtungen⁸ hingewiesen; die Autoren sprechen von „Torsionsspasmus“ und nach *Magnus* von „Grunddrehung“, wenn sie den Rollstand zur gesunden Seite nach Läsion des Striatums besprechen.

¹ *Prus*: Wien. klin. Wschr. 1899, 1199. — ² *Schüller*: Jb. Psychiatr. 22, 90 (1901). — ³ *Langley* u. *Grünbaum*: J. of Physiol. 11, 606 (1890). — ⁴ *Polimanti*: Arch. Anat. u. Physiol. 1908. — ⁵ *Finklenburg*: Dtsch. Z. Nervenheilk. 21. — ⁶ *Steel*: Diseases of sheep London, 1891, p. 338. — ⁷ *Munk*: Sitzgsber. preuß. Akad. 1882; Katzenbuckelstellung, Kopf gesenkt. — ⁸ *Schaltenbrand* u. *Cobb*: Pflügers Arch. 222, 544 (1929).

3. Vergleichende Betrachtung der Bahnen und Zentren für die Bewegungen in der frontalen und horizontalen Ebene einerseits und derjenigen in der vertikalen Ebene andererseits.

Im Jahre 1914 sind wir zu dem Schluß gekommen, daß der Globus pallidus für die Lokomotion in der *horizontalen* und *frontalen* Ebene (Manege- und Rollbewegung) der tertiäre vestibuläre Knotenpunkt ist, der den beiden Commissurenkernen übergeordnet ist. Die Experimente und auch wohl die klinischen Angaben haben den Beweis geliefert, daß der *laterale* Abschnitt des Globus pallidus (Palaeostriatum) die Lokomotion in der horizontalen Ebene, daß aber der *vordere* Abschnitt des Globus pallidus diejenige in der frontalen Ebene kontrolliert (Mein recentes Werk, Bd. 2, Kapitel 12, 16 und 19). Für diese Lokomotion in der horizontalen und frontalen Ebene spielen anscheinend cerebelläre Einflüsse keine wesentliche Rolle, wenn auch die Bahnverbindungen der vestibulären Kerne mit dem lateralen Kleinhirnlappen eine cerebelläre Nebenschaltung wahrscheinlich machen.

Die Untersuchung über die Zwangsbewegung in der vertikalen Ebene (Taumeln und Fallen nach vorn und hinten) hat jetzt den Beweis geliefert, daß der Mechanismus dieser *vertikalen* Zwangsbewegungen und deshalb wahrscheinlich auch die Lokomotion nach vorn und hinten und ebenfalls die Augenbewegungen in der vertikalen Ebene (nach oben und unten) ganz *anders* organisiert ist. Anstatt des vestibulären Kernsystems mit zwei übergeordneten Zentren, das wir für die Lokomotion in der horizontalen und frontalen Ebene kennen lernten, finden wir hier eine gesonderte Gangliengruppe, die unteren Oliven, zwischen den vestibulären Kernen und dem Striatum eingeschaltet. Dabei stellt sich heraus, daß auch die cerebelläre Nebenschaltung, nämlich die Verbindung mit dem Wurm und den Dachkernen, hier eine viel wichtigere Rolle spielt. Während die vestibulären Elemente der Lokomotion in der horizontalen und frontalen Ebene das H.L.B. benutzen, und zwar in zentripetalem Sinne, wirkt das vestibuläre Element für die Lokomotion in der vertikalen Ebene mittels der dorsoolivären Verbindung auf die Olive, wahrscheinlich ebenfalls in zentripetalem Sinne ein.

Die Rolle, die das sekundäre Zentrum durch die Commissurenkerne im ersten Falle spielt, kommt im zweiten Falle nach unseren Vorstellungen, die wir uns auf Grund der Tierexperimente bildeten, den Olivenabschnitten zu. Daneben aber muß den grauen zentralen Kernen eine gewisse Rolle zugeschrieben werden.

Ein zweiter Unterschied in den zwei Mechanismen besteht darin, daß eine Läsion der aufsteigenden vestibulären Bündel im H.L.B. und ohne irgendeine Läsion der absteigenden H.L.B.-Fasern die Stellungsabweichung des Kopfes *und der Augen* zur Folge hat, welche einen Teil der Zwangsbewegungen in der horizontalen und frontalen Ebene bilden. Bei

den Zwangsbewegungen in der vertikalen Ebene ist das nicht der Fall. Sicher aber tritt, auch bei caudaler Unterbrechung der olivostriären Verbindungen, ein vertikaler vestibulärer Nystagmus auf. Namentlich das klinische Material hat uns gelehrt, daß Läsionen der Haubenbahn im Pons, und zwar je oraler um so stärker, vertikalen Nystagmus hervorrufen. Erst Läsionen, und zwar anscheinend doppelseitige, zwischen dem Neostriatum und den Oculomotoriuskernen waren imstande, eine Blickzwangsstellung (klinisch Blicklähmung) nach unten oder oben hervorzurufen.

Drittens möchte ich darauf aufmerksam machen, daß das Palaeostriatum als Hauptzentrum für die horizontalen und frontalen Bewegungen, dagegen das Neostriatum als Hauptzentrum für die Lokomotion und Augenbewegungen in der vertikalen Ebene anzusehen ist. Jetzt erhebt sich die Frage: Wie stimmen diese Resultate zu den früheren Angaben über die Lokomotion, das Gehen und Stehen, und wie steht es namentlich mit den Beobachtungen über den Einfluß des Vorderhirns auf die Augenbewegungen; hierbei denken wir vornehmlich an die zahlreich unternommenen Reizversuche an der Großhirnrinde.

4. Vergleich unserer Resultate mit früheren Untersuchungen über die Lokalisation des Gehens und Stehens.

Zunächst verfügen wir über die Untersuchungen *Coghills*, *Patons*, *Minkowskis* und *Langworthys* an Embryonen. Weil die Lokomotion in drei Ebenen und die drei prinzipiell verschiedenen Zwangsbewegungen und Lokomotionstypen von diesen Beobachtern meistens noch nicht anerkannt wurden, werden wir für unsere Probleme hier nur wenig Aufschluß erwarten können. Persönlich habe ich in der Zoologischen Station in Neapel und in Den Helder viele Beobachtungen über die Lokomotion von Rochenembryonen¹ (und jungen Froschlarven) angestellt. Hierbei wurde festgestellt, daß, sobald Lokomotion überhaupt vorhanden ist, auch die Zwangsbewegungen in der horizontalen und frontalen Ebene (Zwangsmanege und Zwangsrollung) nach bestimmten Läsionen des Hirnstamms auftreten. Diese treten bei allen Läsionen dermaßen in den Vordergrund, daß sie wahrscheinlich das Auftreten von Zwangsbewegungen in der vertikalen Ebene ganz verdecken, ein Umstand, der die Unterscheidung und das Studium der vertikalen Bewegungen überhaupt immer sehr erschwert hat.

*Paton*² bemerkte an Haiembryonen von 15 mm zunächst bloß laterale Bewegungen. Später entstehen rotatorische Bewegungen, und bei Embryonen von 20 mm tritt eine echte Schraubenbewegung auf, welche erheblich zur Schnelligkeit der Fortbewegung beiträgt.

¹ *Muskens*: Verslag onderzoekingen Staatscourant 1903. — ² *Paton*: Mitt. zool. Stat. Neapel 18, 535 (1907).

Auch *Coghill*¹ hat gefunden, daß schon die ersten reflektorischen Bewegungen von Anfang an in dem Sinne *Patons* aufeinanderfolgen. Die früheste Bewegung der Körperteile, der Gliedmaßen, der Kiefer geschieht immer in Verbindung mit den totalen Körperbewegungen (*Pars pro toto*). *Minkowski* und *Langworthy*² untersuchten insbesondere die Entstehung der Reflexe bei höheren Tieren.

Der letztere vermag keine festen Beziehungen zwischen der Entwicklung der Markscheiden und der ersten Lokomotion zu entdecken. Alle Reflexbewegungen entstehen langsam, erst unsicher, später besser koordiniert. Es steht fest, daß die eben geborene Katze auf einen schmerzhaften Reiz am Schwanz mit einer Rotation reagiert (S. 143). "Turning movements" werden beobachtet, sobald die vestibulospinalen Fasern ihre Markscheiden erlangt haben. Hierbei soll darauf hingewiesen werden, daß dieser Autor bereits in seinen experimentellen Untersuchungen jene Korrelation zwischen einer Läsion dieser Bahn und der Rollbewegung gefunden zu haben glaubte, die aber von anderen Autoren noch nicht bestätigt worden ist. In meinem eigenen Material finde ich mehrere Katzen, deren spätere anatomische Untersuchung diese Lehre *Langworthys* nicht bestätigen konnte. Horizontale "Movements of fixation" entstehen beim Menschen, bevor vertikale Bewegungen beobachtet werden, wie *Langworthy* in Übereinstimmung mit *Tilney* und *Casamajor* angibt. Die posturalen Reflexe (S. 152) entstehen mit der Reifung der rubrospinalen Bündel, wobei zu bemerken ist, daß der Autor wohl unter dem Einfluß von *Rademakers* nicht genügend motivierter Ansicht gestanden hat, welcher ja annimmt, der rote Kern sei der Knotenpunkt für die Stellreflexe. Es soll daran erinnert werden, daß nach *Weed* (1917) und *Langworthy* (1924) erst am 9. Lebenstage bei der Katze Enthirnungsstarre — d. h. Fixation in Zwangsstellung nach hinten und Augenbewegungen nach oben — durch eine Läsion quer durch das Mittelhirn herbeigeführt werden kann. Nach dem letzteren Autor soll im hintersten Teil des Thalamus ein Zentrum liegen, das die koordinierten Vorwärtsbewegungen kontrolliert. Am 7. Tag nach der Geburt kann man bei der Katze oral von der Commissura posterior kaum eine Markscheidenbildung beobachten. Diese Autoren erkennen die von mir beschriebene Kreuzung einer großen Anzahl wohl der meisten aufsteigenden H.L.B.-Fasern in der Commissura posterior an, welche im Nucleus interstitialis und im Nucleus commissurae posterioris der Gegenseite ihr Ende finden³. Diese Befunde entsprechen ganz meinen anatomischen Beobachtungen seit 1914. Rhythmische Laufbewegungen von Vorder- oder Hinterpfoten bleiben beim Kaninchen erhalten, solange die Brücke erhalten ist; sie sind also an caudalere Abschnitte gebunden (*Laughton*⁴). Die weitere Cephalisation

¹ *Coghill*: Proc. Acad. natur. Sci. Philad. 16, 637 (1930). — ² *Langworthy*: Contrib. to Embryol. Carnegie Inst. Washington 20, 327 (1929). — ³ *Groebbels*: Pflügers Arch. 225, 347 (1930). — ⁴ *Laughton*: Amer. J. Physiol. 70, 360 (1924).

des Prozesses bei der Katze soll auf neurobiotaktische Einflüsse (größerer Einfluß des Cortex cerebri!) zurückzuführen sein.

Hinsey, Ranson und *McNatten*¹ finden, daß für das Zustandekommen der Lokomotion der rostrale Abschnitt des Mesencephalons und die Corpora mamillaria erhalten sein müssen. Sehr richtig weisen diese Autoren darauf hin, daß in diesem Fall die Koordination der Vorder- und Hinterpfoten für das Gehen und ebenfalls die Stellreflexe erhalten sind (meiner Meinung nach infolge Intaktheit der Commissura posterior und der Kerne der zentralen grauen Substanz).

Bei Katzen, die gehen konnten, war das Corpus Luys unversehrt¹. Interessant ist *Környey's* Beobachtung² einer Katze (8), bei welcher nach Durchtrennung des H.L.B. der gewöhnliche Effekt, Rollstand zur einen, Manegestand zur anderen Seite, durch faradische Reizung des Haubenbündels ausfiel und Laufbewegungen auftraten; hier liegt der Gedanke nahe, daß die Funktion der H.L.B. den Haubenbündeleffekt hemmt.

Bei der Mitteilung, daß die Thalamuskatze mit oder ohne Globus pallidus zur Lokomotion fähig sei (gegen *Mella*³ und mit *Thiele*) unterlassen es die obengenannten Autoren zu sagen, daß bei Läsion des Globus pallidus das Laufen immer in die Form einer Manegebewegung zur Seite des meist verletzten Pallidums erfolgt. Sie bemerken ebensowenig wie *Dresel*⁴, daß diese Manegebewegung (zur Seite des meist geschädigten Pallidums) mit Rollneigung zur gesunden Seite einhergeht. *Dresel* vermißt beim Hund ohne Pallida die Spontaneität der Bewegung. Auch *Rogers*⁵ und *Cobb* und *Schaltenbrands* Beobachtungen am Opossum stimmen mit meinen Resultaten namentlich darin überein, daß rhythmische Laufbewegungen ohne Neo- und Palaeostriatum vonstatten gehen können, daß aber das spontane Gehen ans Neostriatum gebunden scheint, also, so lautet unsere Schlußfolgerung, an die intakten neostrioolivären Bündel. Bereits *Redlich*⁶, *Starlinger* und *Rothmann* hat es überrascht, daß nach beiderseitiger Pyramidenbahndurchschneidung die Versuchstiere so bald wieder gehen konnten. Die von diesen Beobachtern gestellte Frage, warum denn die Lähmungserscheinungen nach der Wegnahme der Rinde so viel ausgesprochener sind als nach doppelseitiger Pyramidenbahndurchschneidung, muß meines Erachtens in dem Sinne beantwortet werden, daß das Neostriatum bei den Vorderhirnläsionen in Mitleidenschaft gezogen wurde. Die Untersucher im vorigen Jahrhundert überschätzten überhaupt die Rolle der Pyramidenbahn und wunderten sich (*Hoche*), daß keine Pyramidenfasern an den Vorderhornganglienzellen noch an den meisten motorischen Hirnnervkernen enden; die Bedeutung des Striatums wurde entsprechend unterschätzt. Wie *Goltz*

¹ *Hinsey, J. C., S. Ranson and R. M. Natten*: Arch. of Neur. 23, 1 (1930). —

² *Környey*: Arb. neur. Inst. Wien 30, 129 (1928). — ³ *Mella*: Arch. of Neur. 10, 141 (1923). — ⁴ *Dresel*: Klin. Wschr. 1924 II, 22, 32. — ⁵ *Rogers*: J. comp. Neur. 37 (1929). — ⁶ *Redlich*: Neur. Zbl. 1897, 818.

schon bemerkte, sind die Großhirnhemisphären keineswegs von großer Bedeutung für die Fortbewegung. *Vogt* betrachtete das Corpus striatum als Hauptorgan für die Motilität der niederen Tiere. *Castaldi*¹ hat auch auf die motorische und statische Bedeutung des Lobus opticus (vordere Vierhügel der niederen Tiere) aufmerksam gemacht. Die dazu gehörige Bahn sei der Tractus tectospinalis. Auch *Pette* und *Simon* haben in ihren Arbeiten die große Bedeutung der niederen Zentren für die statischen und motorischen Funktionen hervorgehoben. *Magnus* und *Pette* sind so weit gegangen, auch die Rolle des Cerebellums für die posturalen Reflexe zu leugnen. Die Stellreflexe, welche nicht, wie *Weed* und *Rademaker* annehmen, an den roten Kern gebunden sind, werden nach *Kraus*² in ihrer Bedeutung für die Vorwärtsbewegung überschätzt, denn auch Abweichungen in Gleichgewicht, Beweglichkeit, Tonus und Koordination können die Ursache des Verschwindens der posturalen Stellreflexe sein. Sicher hat man in dem Mechanismus der Vorwärtsbewegung die Bedeutung der dem Nervensystem eigenen Neigung zur Rhythmik zu hoch bewertet, das vestibuläre Element zu gering. *Goltz*, *Freusberg* und *Philipson* haben am spinalen Hunde rhythmisches Schreiten beobachtet, was übrigens *Tarchanof* beim Huhn und *Sherrington* bei der Katze nach Köpfung gleichfalls nachweisen konnten, und *Beritoff*³ zieht den Schluß, das Rückenmarkpräparat besitze die Fähigkeit eines lokomotorischen Aktes. Von den früheren Autoren (außer von *Kraus*) ist beim Studium der Lokomotion fast gar nicht beachtet worden, welche Rolle die Fallbewegung *nach vorn* für die Progression, das Fallen *nach hinten* für die Retrogression, das Fallen zur Seite für die Lateropulsion zu spielen hat. Das bedeutet, daß jeder Versuch, nähere Einsicht in die Mechanik der Lokomotion nach vorn und nach hinten zu erlangen, ausschließlich von einem Studium der Zwangsbewegungen in der anteroposterioren Ebene auszugehen hat. Das bedeutet ferner, daß die Funktion der absteigenden Olivenbündel für die Pro- und Retrogression von integrierender Bedeutung sein muß. *Bonnier*⁴ vermutete richtig, daß die Unfähigkeit zu Stehen in seinem Falle mit einer Läsion des dorsalen Blattes der lateralen Olive zusammenhing. Tatsächlich hat bereits *Magendie* dieses Problem berührt, wenn er zwei Kräfte oder Tendenzen annahm, eine im Corpus striatum, welche nach vorwärts, und eine im Kleinhirn, die nach hinten treibt; ebenso auch *Nothnagel* in seinem Nodus cursorius-Versuch mit Injektionen von Reizlösungen ins Striatum. — Neben dem neostrioolivären Bündel wird man jedoch den supravestibulären Commissurenkernen und der Commissura posterior sowie den zentralen grauen Kernen und der Commissura mollis eine wichtige Bedeutung für die Lokomotion zugestehen müssen, denn nach Ausschaltung der strioolivären Bündel ist sicher reflektorische Lokomotion möglich.

¹ *Castaldi*: Sperimentale 76, H. 17 (1922). — ² *Kraus*: Arch. of Neur. 1927 I, 1.

³ *Beritoff*: Pflügers Arch. 199, 249 (1923). — ⁴ *Bonnier*: Presse méd. 1913.

Gehen wir von den experimentellen Ergebnissen aus, so können wir als bewiesen annehmen, daß, solange die Commissura posterior und ihre Kerne und das Längsbündel beiderseits erhalten sind, reflektorische Pro- und Retrogression in einer rohen Form noch möglich ist; erst die Anwesenheit des Striatums verleiht diesen Bewegungen ihre komplette koordinierte Form, bzw. auch ihre spontane Natur.

Was die klinischen Beobachtungen betrifft, so sind *Gerstmanns* „motorische Ataxie des Ganges“, *Kleists* „motorische Apraxie“¹, *Sarbo*s Hypotokinese, die er zu Unrecht vom Roten Kern abhängig glaubte, sicherlich von diesen Gesichtspunkten aus zu beurteilen.

Zweifelloos ist das Symptom der Lateropulsion anatomisch-physiologisch dem der Pro- und Retropulsion an die Seite zu stellen, denn diese Form der Lokomotion ist vom Fallen zur Seite abhängig, ebenso wie die Progression vom Fallen nach vorn, die Retrogression vom Fallen nach hinten abhängig ist. Weiter ist es eine klinische Beobachtung, daß die Hemiplegiker leichter zur Seite des Herdes als zur gelähmten Seite gehen können (Manege nach der kranken Seite) und Neigung zeigen, nach der gesunden (Hirn-) Seite zu fallen (d. h. zur Seite der gelähmten Extremitäten²). Auch entspricht es der klinischen Erfahrung³, daß der Flankengang zur gesunden Seite (derjenigen des gesunden Cerebrums) leichter geht. *Schüller*⁴ fügt hinzu, daß der Flankengang nach der Seite des Herdes erschwert ist, was in Anbetracht der Fallneigung zur gesunden Seite sehr gut zu verstehen ist. Es scheint keineswegs ausgeschlossen, daß für den koordinierten Flankengang gesonderte Koordinationsapparate vorhanden sind. Einzelne Krankheitsfälle (*Raymond* und *Cestan, Hun*) scheinen darauf hinzuweisen, daß die dorsale Abteilung der unteren Olive in näherer Verbindung mit dem Flankengang steht.

Daß die Reflexe nach *Magnus* vom Kopfe auf den Körper, nach *Schaltenbrand* auch die vom Körper auf den Kopf, dabei eine Rolle spielen, kann nicht bezweifelt werden. Daß diese Reflexe die Form einer Zwangsbewegung annehmen, entweder in dem Sinne von Rollung oder von horizontaler konjugierter Deviation oder von Zwangsbewegung nach

¹ *Kleist*: Mschr. Psychiatr. 52 (1922).

² Diese Erscheinung wird vielfach, wenigstens von den Krankenpflegerinnen, auf die Parese der Muskeln zurückgeführt, was nach dem Vorangehenden kaum mehr angenommen werden kann. Fallneigung ebenso wie die Rollbewegung bei Versuchstieren ist niemals die Folge von Lähmung der Muskeln. Daß in der Tat die Fallneigung zur gesunden Seite bei Vorder- und Zwischenhirnherden von dem supravestibulären System und nicht von der Capsula interna und der Pyramidenbahn abhängig ist, kann man leicht mit einer Reihe von vorn nach hinten aufeinanderfolgenden Halbseitendurchschneidungen an Katzen beweisen. Solange die Hemisektion vor der Commissura posterior bleibt, geschieht die Fallneigung zur gesunden, sobald sie dahinter liegt, zur kranken Seite; während die Pyramidenbahn doch keineswegs hier kreuzt.

³ *Castro*: Iconogr. Salpêtrière 1913, 81. — ⁴ *Schüller*: Neur. Zbl. 1903, 60.

unten oder nach oben, beweist, welche große Rolle bei allen diesen Prozessen der Mechanismus der Zwangsbewegung spielt.

Bereits 1928 fand ich Gelegenheit, auf gewisse Argumente hinzuweisen, die dafür sprechen, daß für die Entstehung der Enthirnungsstarre eine doppelseitige Läsion der Bahnen für die primären Zwangsbewegungen eine Rolle spielt¹. Seitdem haben vergleichend anatomische Beobachtungen die Bedeutung des lateralen Kerns der zentralen grauen Substanz als ein Zentrum für Kulbutation nach unten und für Beugung der Rumpfmuskeln wahrscheinlich gemacht. Der erfolgreichste Querschnitt für die Auslösung der Enthirnungsstarre (*Hinsey, Ranson* und *McNatten*) ist bei Katze und Kaninchen eben derjenige, der diesen zentralen grauen Kern ausschaltet. Ohne auf die Reizungsversuche des Hirnstamms hier näher eingehen zu wollen, welche auf immer breiterer Basis von *Graham Brown, Spiegel* und *Környey* und dann von einer Anzahl amerikanischer Autoren *Ingram, Ranson, Hannett, Zeiss* und *Terwilligen*² in einer breit angelegten Arbeit veröffentlicht sind, will es mir vorkommen, daß von den Autoren die Bedeutung des H.L.B. (und seiner in der Haube aberrierenden Fasern) nicht genügend gewürdigt wird. Es gibt doch zu denken, daß oral von der hinteren Commissur die Zwangsstellungen vollständig in Übereinstimmung mit meinen Verletzungsversuchen sich in entgegengesetzter Richtung ausbilden. In der amerikanischen Arbeit wird als Folge einer Reizung der Haubenbündel zwar die Zwangsstellung nach oben, aber nicht die nach vorn und unten berücksichtigt.

5. Posturale Störungen und Fallneigung bei Erkrankung des Stirnhirns. *Pseudosklerose. Paralysis agitans.*

Klinische Fälle mit Zwangsstellung und Fallneigung nach vorn oder hinten als Folge einer Erkrankung des Neostriatums sind häufig beobachtet worden. Eigentliche Zwangsbewegungen scheinen jedoch bei Affektionen wie chronischer Entzündung und Erweichung des Striatums beim Menschen selten zu sein. Körperhaltung (der Kranken) nach vorn und nach hinten wie bei *Paralysis agitans* kommt wohl am meisten vor, aber auch Propulsion, in anderen Fällen Retropulsion, ist nicht selten.

Bei Tumoren des Stirnhirns findet man mehr oder weniger oft Andeutung von Zwangsstellung in der vertikalen Ebene. So hielten mehrere von *Müllers*³ Patienten mit frontalen Tumoren längere Zeit den Kopf stark nach vorn gebeugt. Auch bei *Runckewitz*⁴, *Engels*⁵, *Lépine*⁶ und *Auerbach*⁷ findet man abwechselnd Opisthotonus und Emprosthotonus als häufiges Symptom angegeben. Als Argument für die Existenz von

¹ *Muskens*: J. of Physiol. **64**, 303. — ² *Ingram, Ranson, Hannett, Zeiss* und *Terwilligen*: Arch. of Neur. **28**, 1 (1932). — ³ *Müller*: Dtsch. Z. Nervenheilk. **22** (1902). — ⁴ *Runckewitz*: Inaug.-Diss. Berlin 1883. — ⁵ *Engels*: Inaug.-Diss. Göttingen 1890. — ⁶ *Lépine*: Lyon méd. **3**. Aug. 1903. — ⁷ *Auerbach*: Dtsch. Z. Nervenheilk. **22**, 313 (1902).

Bahnen und Zentren für die Körperhaltung und Zwangsbewegungen können jedoch Tumorfälle wenig Gewicht beanspruchen, weil hier immer mit der Möglichkeit gerechnet werden muß, daß Störungen im Liquorabfluß bestehen, durch welche die Kranken reflektorisch, evtl. um Kopfschmerz zu vermeiden, bestimmte Haltungen einnehmen. Diese Einschränkung gilt jedoch nicht für Erkrankungen ohne Hirndruckerhöhung wie Pseudosklerose und *Huntingtonsche Chorea*, wobei Propulsion und eine stark nach vorn gebeugte Körperhaltung (*Bostroem*¹, *Allen Jackson* und *Timmerman*², *Spiller*³) regelmäßig beobachtet werden. *Bostroem* fand nur bei 2 seiner 25 Fälle einen normalen Gang. Auch *Kleists*⁴ und *Bickels* Beobachtungen stimmen damit überein. Der erstere stellt die Frage, ob man nicht bei diesen Fällen annehmen müsse, daß ein System von zentripetalen neostriatalen Bahnen geschädigt sei. Schließlich muß auch *Scharapows* und *Tschernomodiks* Arbeit genannt werden. Aus der älteren Literatur kann auf *Hebolds Patient*⁵ mit doppelseitigem Herd im ventralen Abschnitt des Putamens hingewiesen werden, der stark vornüber gebeugt war und auch einen choreatischen Tremor hatte. *Antons Patient*⁶ mit einem Herd im dorsalen Abschnitt des Putamens hielt den Kopf meist nach hinten gebeugt.

Die große Häufigkeit dieser Art Störungen gab zur Lokalisation der Innervation der Rumpfmuskeln im Stirnhirn Anlaß (*Munk*, *Bostroem*), und so entstand auch die Lehre von der Stirnhirnataxie, welcher ich einen besonderen Aufsatz⁷ gewidmet habe. Wie verschieden das Symptom der Pro- und Retropulsion klinisch interpretiert wurde, wird in einem anderen Kapitel behandelt.

Auch die neuere französische und rumänische Literatur zeigt, daß in Fällen von „Dystonie lenticulaire“ oder Torsionsspasmus (*Urechia*, *Mihalescu*, *Elekes*⁸, v. *Bogaert*⁹) regelmäßig Änderungen im Neostriatum und in den Oliven gefunden werden, Beobachtungen, welche sehr für eine physiologische Zusammengehörigkeit dieser Organe sprechen. Hier muß auch der Patient von *Alajouanine* und *Thurel*¹⁰ genannt werden, der Fallneigung nach hinten und post mortem einen stark verkleinerten Nucleus caudatus und „état lacunaire“ (*Vogt*) des Putamens zeigte.

Tatsächlich geben meiner Ansicht nach diese Beobachtungen genügend Anlaß, in der Folge bei jedem Fall, wo eine Erkrankung des Striatums vermutet wird, sorgfältig auf Fallneigung zu fahnden und überhaupt der Empfindlichkeit des Olivenkomplexes wegen (*Spielmeier*, *Braunmühl*,

¹ *Bostroem*: Dtsch. Z. Nervenheilk. 20 (1900). — ² *Jackson* u. *Timmerman*: J. nerv. Dis., 4. Sept. 1919, 12. — ³ *Spiller*: J. nerv. Dis., 4. März 1916. — ⁴ *Kleist*: Arch. f. Psychiatr. 59, 1 (1918). — ⁵ *Hebold*: Arch. f. Psychiatr. 23, 450 (1892). — ⁶ *Anton*: Jb. f. Psychiatr. 14, 145 (1896). — ⁷ *Muskens*: Rev. d'Otol. etc. T. XII, 1934. — ⁸ *Urechia*, *Mihalescu* et *Elekes*: Revue neur. 1925 II, 177. — ⁹ *Bogaert*, v.: Revue neur. 1928 I, 205. — ¹⁰ *Alajouanine* u. *Thurel*: Revue neur. 1931.

*Puca*¹⁾ post mortem besondere Aufmerksamkeit dem Zustand der Olivenzellen zu widmen. Daß gar nicht immer die striofugalen Haubenbündel auf grob sichtbarer Weise entartet zu sein brauchen, dafür liegt genügend experimentelles und klinisches Material vor. In *C. und O. Vogts*²⁾, *Marburgs* und *Sachs*³⁾, aber auch bereits in *Schüllers*⁴⁾, *Polimantis*⁵⁾ und *Prus*⁶⁾ Beobachtungen findet man Andeutungen und Hinweise in dieser Richtung.

6. Zusammenfassung.

1. An Hand umschriebener Verletzungen des ventromedianen und des ventrolateralen Kerns der unteren Olive bei Katzen werden die keineswegs identischen Verbindungen dieser beiden Olivenabschnitte nachgewiesen. Diese sowie die dorsoolivären Faserverbindungen sprechen für eine juxtavestibuläre Bedeutung der unteren Olive. Soweit die Beobachtungen am lebenden Tier eindeutig waren, stehen sie nicht im Widerspruch mit dem aus der vergleichenden Anatomie gezogenen Schluß, daß die Zwangsbewegungen nach vorn (und unten) sowie nach hinten (und oben) mit der Funktion verschiedener Abschnitte der unteren Olive zusammenhängen.

2. Auf Grund der experimentellen Erfahrungen müssen wohl zwei Bahnen angenommen werden, die das Neostriatum mit der unteren Olive verbinden: ein aus dem Caudatum, aber auch aus anderen Gebilden (Nucleus lentiformis, Kerne der zentralen grauen Substanz) zu den unteren Oliven absteigendes Bündel und eine umgekehrt von den Oliven zum Neostriatum und zwar im Areal der zentralen Haubenbündel aufsteigende Bahn. Eine Unterbrechung der dorsaleren Abschnitte scheint mit der Fallneigung nach hinten, eine Unterbrechung der ventraleren mit der Fallneigung nach vorn zusammenzuhängen.

3. Eine genaue Durchsicht der Literatur ergibt gewisse Anhaltspunkte dafür, daß die Hauptabschnitte der Olive beim Menschen und auch verschiedene Abschnitte (im obigen Sinne) des zentralen Haubenbündels mit Zwangsbewegungen in der vertikalen Ebene (Fallneigung bzw. nach hinten) zu tun haben.

4. Sobald beim Embryo Lokomotion überhaupt vorhanden ist, sieht man auch bei ihm nach bestimmten Läsionen des Hirnstammes Zwangsbewegungen in der horizontalen und frontalen Ebene auftreten. Bei höheren Säugern scheint die Möglichkeit zur Lokomotion von der intakten Funktion des hinteren Längsbündels und der Commissurenkerne abzuhängen; Voraussetzung ist, daß auch die unteren Oliven und die beiden vorderen Kerne der zentralen grauen Substanz in ihren Haupt-

¹⁾ *Puca*: Riv. serim. di fren. 1934, S. 363. — ²⁾ *Vogt*: C. u. O.: Sitzgsber. Heidelberg. Akad. Wiss., Math.-physik. Kl. B. 1919. — ³⁾ *Marburg* u. *Sachs*: Handbuch der Neurologie des Ohres, Bd. 1, H. 1, S. 275. 1923. — ⁴⁾ *Schüller*: Jb. f. Psychiatr. 1902. — ⁵⁾ *Polimanti*: Arch. Anat. u. Physiol. 1908. — ⁶⁾ *Prus*: Wien. klin. Wschr. 1899, 1124.

verbindungen nicht getroffen sind. *Spontanlokomotion* scheint an die normale Funktion des Corpus striatum gebunden zu sein.

5. Die anatomisch-physiologischen Grundlagen der Zwangsbewegungen in der sagittalen Ebene sind von denjenigen der Zwangsbewegungen in der horizontalen und frontalen Ebene grundverschieden. Den letzteren Zwangsbewegungen liegt eine Läsion der Vestibulariskerne und ihrer Verbindungen mit den Commissurenkernen und deren (der Commissurenkerne) Verbindungen mit dem Pallidum zugrunde. Für die den Körper- und den Augenbewegungen in der vertikalen Ebene dienenden Reflexbahnen scheinen die untere Olive, deren Verbindungen mit dem Kleinhirn (Dachkern vor allem), das zentrale Haubenbündel und dessen Verbindungen mit den Kernen der zentralen grauen Substanz und des Neostriatums eine Rolle zu spielen.

6. Eine corticale motorische Bahn für vertikale Körper- und Augenbewegungen konnte durch das physiologische Reizexperiment nicht einwandfrei nachgewiesen werden. Ebensowenig ist es gelungen, mittels faradischer Rindenreizung bzw. durch Exstirpation von Rindengebieten Zwangsbewegungen in der Vertikalebene (oder sagittalen Ebene) auszulösen.

7. Sowohl klinische als physiologische Beobachtungen und namentlich ein Studium der bekannten sog. totalen Großhirnabtragungen, haben das übereinstimmende Ergebnis, daß das Neostriatum als einer der Ursprungsorte des zentralen Haubenbündels aufzufassen ist. Dieses spielt sowohl bei Läsion wie bei elektrischer Reizung eine Rolle bei Rumpf- und Augenbewegungen in der Vertikalebene. Es erscheint nicht ausgeschlossen, daß auch die *zwei vorderen Kerne der zentralen grauen Substanz* unter der hinteren Commissur durch das zentrale Haubenbündel mit den unteren Oliven in Verbindung stehen.

Man wird den bekannten anatomischen Tatsachen am besten gerecht, wenn man die das Pallidum mit den Commissurenkernen verbindende Bahn für die Blickbahn der Augenbewegungen in der horizontalen und frontalen Ebene hält. Die vorliegenden Erfahrungen sprechen für die Annahme einer vertikalen Blickbahn vom Neostriatum zu den Kernen der zentralen grauen Substanz (die bekanntlich starke Verbindungen mit den Augenmuskelnkernen unterhalten), welche letztere durch ihre olivären Verbindungen mit den vestibulären Kernen in Beziehung stehen.
