

Aus der Hirnbiologischen Sammlung von Prof. W. R. HESS (Medizinische Fakultät)
und dem Physiologischen Institut (Prof. O. WYSS) der Universität Zürich

Markhaltige Fasern des zentralen Höhlengrau bei der Katze (Fasc. longitudinalis dorsalis Schütz und verwandte Systeme)

Von

SANDRO BÜRGI und VERENA M. BUCHER

Mit 4 Textabbildungen

(Eingegangen am 25. Juli 1960)

Über die im zentralen Höhlengrau verlaufenden Faserzüge und insbesondere den Fasc. longitudinalis dorsalis Schütz herrscht bis heute eine weitgehende Unsicherheit. Die verbreitetste Ansicht scheint dahin zu gehen, das dorsale Längsbündel enthalte vor allem Efferenzen des Hypothalamus, welche denselben, direkt oder nach Umschaltung, mit den vegetativen Zentren der Medulla oblongata, vielleicht sogar des Rückenmarks verbinde (z. B. SPATZ, DIEPEN u. GAUPP 1948; KRÜCKE 1949). Sie stützt sich vorwiegend auf die Befunde von Autoren, welche die Fasern an normalem Material menschlicher oder tierischer Gehirne studiert haben (SCHÜTZ 1891; GURDJIAN 1927; GREVING 1928; NICOLESCO u. NICOLESCO 1929; MARBURG 1931; KRIEG 1932; LARUELLE 1934; BOON 1938; INGRAM 1940; THOMPSON 1942; CROSBY u. WOODBURN 1951 u. a.). Diese Methode ist zwar zulässig, weil es sich größtenteils um nicht oder nur sehr schwach myelinisierte Elemente handelt; sie schützt aber nicht vor subjektiven Momenten bei der Verfolgung der Fasern und sagt über deren Verlaufsrichtung nichts aus. Was diese letztere betrifft, so hat schon SCHÜTZ darauf hingewiesen, daß sein Bündel vielleicht auch *aufsteigende* Fasern enthält, eine Möglichkeit, welche unter anderem auch von MARBURG und von LARUELLE in Betracht gezogen wurde. Im allgemeinen scheint jedoch die Meinung vorzuherrschen, die periventrikulären Fasersysteme seien *descendierende* und stellten die vornehmlichste Efferenz des Hypothalamus dar (z. B. KRIEG). Diese Auffassung hat allerdings insofern eine Korrektur erhalten, als die Ransonsche Schule (INGRAM 1940; MAGOUN 1940) auf Grund neurophysiologischer Erkenntnisse zur Überzeugung gelangte, daß ein beträchtlicher Teil der hypothalamischen Impulse im Tegmentum und nicht im Griseum centrale peripherwärts geleitet werden müsse.

Eine experimentelle Erforschung des ganzen Fragenkomplexes ist unseres Wissens nie in systematischer Weise erfolgt. Dagegen finden sich

in der diesbezüglichen Literatur recht viele Einzelbeobachtungen über ascendierend oder descendierend ins zentrale Höhlengrau eintretende oder darin verlaufende Fasern. Wir werden auf diese Angaben bei der Besprechung der Resultate zurückkommen. Unsere eigenen Untersuchungen beziehen sich ausschließlich auf Marchipräparate, womit schon gesagt ist, daß sie sich auf die *myelinisierten Elemente beschränken*, von welchen überdies nur gesagt werden kann, wo sie unterbrochen wurden, nicht aber, woher sie stammen. Mit Rücksicht auf die Endigungen ist insofern Vorsicht geboten, als die Fasern ihre Markscheiden vor der Endaufsplitterung verlieren mögen. Trotzdem glauben wir, das recht heikle faseranatomische Problem einen Schritt weiter bringen zu können.

Material

Das den Befunden zugrunde liegende Material der Hessschen Sammlung besteht aus 98 Katzegehirnen, welche nach der Marchimethode imprägniert und in der Frontal-, Sagittal- oder Horizontalebene in Serien geschnitten sind. Die Übertragung der Befunde von einer Ebene auf die andere erfolgt mit Hilfe eines Koordinatensystems und entsprechenden Abbildungen (Hess 1932). In den vorausgegangenen Experimenten sind ein- oder beidseits der Mittellinie Reizelektroden eingeführt und an den charakteristischen Reizstellen kleine Koagulationsherde gesetzt worden, was zur Degeneration der dort verlaufenden Faserzüge geführt hat. 75 dieser Schnittserien sind für das Studium anatomischer Fragen des Mittel- und Zwischenhirns besonders geeignet. Überdies konnten acht Marchiserien des Physiologischen Institutes verwertet werden, in welchen Anteile des dorsalen Längsbündels durch Koagulationsherde unterbrochen wurden. Sie stammen aus Untersuchungen von HUNSPERGER (1956) über die Bedeutung der Substantia grisea centralis.

Von den im Text und bei den Illustrationen angeführten Zahlen bedeutet jeweils die erste die Fall-, die zweite die Schnittnummer. Soweit es sich um Präparate der Neurobiologischen Sammlung handelt, sind es dieselben Zahlen, welche in allen Arbeiten von W. R. HESS u. Mitarb. gefunden wurden (Übersicht bei HESS 1954).

Terminologie

SCHÜTZ (1891) bezeichnet als *dorsales Längsbündel im engeren Sinne* nur die longitudinal am Boden des Aquaeductes und des IV. Ventrikels verlaufenden Fasern, sagt aber, daß ein Teil dieser Elemente oberhalb des Aquaeductes hinzieht und sich in der Gegend des Colliculus inferior zerstreut. Es soll sich dabei vor allem um ein dorsal und ein ventral aus dem Thalamus entspringendes und um ein Tubersystem handeln. Daneben erwähnt er ein Kerngrau, ein netzförmiges Grau und Radiärfasern, welche wohl den von WEISSCHEDEL (1937) als *Radiatio grisea tegmenti* beschriebenen Verbindungen des zentralen Höhlengraus entsprechen (vgl. KUIJPERS 1952).

Wir möchten hier in erste Linie die aufsteigend degenerierenden von den absteigend degenerierenden markhaltigen Fasern unterscheiden. Da sich dieselben sowohl ventrolateral als auch dorsal und zum Teil lateral des Aquaeductes befinden, ziehen wir es vor, ganz allgemein von ascendierenden bzw. descendierenden Systemen zu sprechen, wobei deren

Lage in bezug auf den Aquaeduct, soweit es angeht, jeweils im einzelnen erwähnt wird. Unsere Befunde erlauben es jedoch in keiner Weise, in denselben eine irgendwie einheitliche Verbindung, z.B. im Sinne einer thalamo-hypothalamischen Projektion auf die Hypoglossusgegend (SCHÜTZ) zu erblicken. Wir möchten daher ganz unverbindlich und lediglich im Hinblick auf eine einfache Benennung unter dem Begriff *des dorsalen Längsbündels im weiteren Sinne* die Gesamtheit der im Griseum centrale longitudinal verlaufenden Fasern subsumieren.

Befunde

I. Ascendierende Systeme im zentralen Höhlengrau

1. In einer ersten Reihe von acht Experimenten¹ betrifft die allen gemeinsame Ausschaltung das laterale Haubenfeld sowie das Gebiet, wo das Brachium conjunctivum ins Mittelhirn eintritt und die Commissura Probsti durch den ventrolateralen Abschnitt der Area cuneiformis zu ihrer Kreuzung zieht (BÜRGI u. BUCHER 1957). Abgesehen von diesen beiden Faserzügen sind jedesmal degeneriert das Wallenbergbündel bzw. die sogenannte dorsal ascendierende sekundäre Trigeminusbahn (BÜRGI 1956), sowie ein System markhaltiger Fasern, welche auf der Höhe des Trochleariskernes ins Griseum centrale eintreten und im dorsalen Längsbündel im engeren Sinne nach vorne verlaufen (Abb. 1a).

Als Beispiel sei Fall 291 aufgeführt, wo die Koagulation links die Eintrittsstelle des Bindearms ins Mittelhirn oberhalb des sensiblen Quintuskernes zerstört und auf die caudomediodorsalen Abschnitte des ventralen und die caudomedialen des dorsalen Kernes der lateralen Schleife sowie auf die laterale Area cuneiformis übergreift.

Abgesehen von der Probstschen Commissur ist eine ausgedehnte Degeneration des Brachium conjunctivum festzustellen. Seine stark myelinisierten Fasern steigen zur Wernekinkschen Kreuzung ab, wonach der descendierende Ast und die sogenannten Klimoff-Wallenberg-Fasern abgegeben werden, welche letztere zum Nucl. oculomotorius und zum daran anschließenden Höhlengrau ziehen. Der Rest des Bündels erreicht den Nucl. ruber, mit dem er Synapsen eingeht, wahrscheinlich durch Kollateralen, um dann mit zahlreichen, aber etwas schwächer myelinisierten Fasern dem Thalamus zuzustreben, wo die Hauptmasse im dorsorostralen Abschnitt des Ventrikernes endet. Die sogenannte Radiatio dorsalis des Brachium conjunctivum steigt dorsal des Nucl. subparafascicularis und lateral des Fasc. habenuolopeduncularis zur Gegend des Centrum medianum an. Sie gibt Fasern ab, welche unterhalb der hinteren Commissur und medial des Fasc. habenuolopeduncularis das zentrale Höhlengrau erreichen, während andere Elemente zum Nucl. centralis medialis, vorwiegend zum ebenfalls (in bezug auf die Endigung) gleichseitigen Nucl. submedialis und zum ipsi- sowie kontralateralen Nucl. paracentralis streben.

Das auf der Läsionsseite degenerierte Wallenberg-Bündel steigt lateral des Fasc. longitudinalis medialis an und gibt einige Kollateralen an das ventrolaterale Griseum ab. Letztere vermehren sich kurz vor Eintritt des Faserzuges in die Forelschen Haubenfaszikel und besonders stark auf der Höhe der hinteren Commissur. Das

¹ Fälle 295, 296, 298, 300, 302, frontal geschnitten mit nur einseitiger Unterbrechung; 291 horizontal einseitig; 282, 292 horizontal beidseitig.

Bündel durchzieht hierauf den Nucl. subparafascicularis, um in der Gegend des Centrum medianum und dorsal des Nucl. arcuatus zu enden. Im zentralen Grau, medial des Fasc. habenulo-peduncularis und im Nucl. submedius sieht man ver- einzelte Degenerationen, jedoch weniger als auf der kontralateralen Seite.

Eine weitere Degeneration betrifft Fasern, welche wie das Wallenberg-Bündel dem dorsaleren Abschnitt des Herdes entspringen, dann aber in einem nach innen kon- vexen Bogen auf der Höhe des Trochleariskernes durch die mesencephale Quintus- wurzel ins zentrale Höhlengrau eindringen, wo sie zum großen Teil im ventrolateral des Aquaeductes liegenden Abschnitt des eigentlichen dorsalen Längsbündels rostralwärts ziehen. Da das Griseum centrale auf Höhe der Commissura posterior von beiden Seiten (Bindearm und Wallenberg-Bahn) stark beschickt wird, konnte der weitere Verlauf dieser Fasern nicht im einzelnen verfolgt werden. Es sei jedoch hervorgehoben, daß in einigen der erwähnten Beobachtungen eine Degeneration im caudomediodorsalen Hypothalamus und bis auf Höhe des Nucl. filiformis feststell- bar ist¹.

Es ergibt sich somit, daß ein Herd im caudolateralen Haubenfeld fol- gende für die hier zur Diskussion stehenden Fragen relevante Degen- erationen verursachen kann: Erstens diejenige des Brachium conjuncti- vum, welches vorwiegend nach seiner Kreuzung auf der Höhe der hinteren Commissur das zentrale Höhlengrau beschickt und weiter rostralwärts von seiner Radiatio dorsalis aus unter anderem auch auf die Kerne der Massa intermedia projiziert, wobei einige dieser Fasern die Mediane zu überschreiten scheinen. Ähnliche Verhältnisse gelten zweitens für die herdseitig ansteigende Wallenberg-Bahn, welche ebenfalls sowohl dem Mittelhirngraue als auch den erwähnten Thalamuskernen Elemente abgibt. Unsicher ist, ob einige der letzteren gleichfalls die Mittellinie überkreuzen. Drittens ist auf ein Fasersystem hinzuweisen, welches bei gleichartiger Herdlokalisation immer gemeinsam mit dem Wallenberg- Bündel unterbrochen wird, dessen Fasern aber schon auf der Höhe des Trochleariskernes in nach innen konvexem Bogen ins zentrale Höhlen- grau eintreten, wo sie im dorsalen Längsbündel im engeren Sinne vor- wiegend ventrolateral des Aquaeductes rostralwärts ziehen (Abb. 1 a, 1 b).

In den übrigen Fällen gleichartiger Herdlokalisation findet man prin- zipiell die gleichen Degenerationsverhältnisse. Die Beobachtungen ge- statten jedoch, noch folgende Ergänzungen zu machen:

a) Falls die aus dem sensiblen Hauptkern stammende (ventrale) Trigeminesschleife unterbrochen wurde², sieht man, daß dieselbe auf der gekreuzten Seite, wiederum auf Höhe der Commissura posterior, eben- falls einige Fasern an das zentrale Höhlengrau abgibt.

b) Ganz allgemein ist festzustellen, daß von den Koagulationsherden und den Elektrodenspuren, selbst wenn sie nicht im Innern, sondern am äußeren Rande des Griseum centrale liegen, medianwärts eine deutliche,

¹ Zum Beispiel 282, 292, 300.

² Vor allem 295, 300, 302.

aber staubartige und mehr oder weniger lokal bleibende Imprägnierung stattfindet.

c) In praktisch allen erwähnten Beobachtungen sieht man überdies eine descendierende Degeneration im dorsalen Längsbündel, welche erst auf der Höhe des Facialisknies in Erscheinung tritt. Die diesbezüglichen

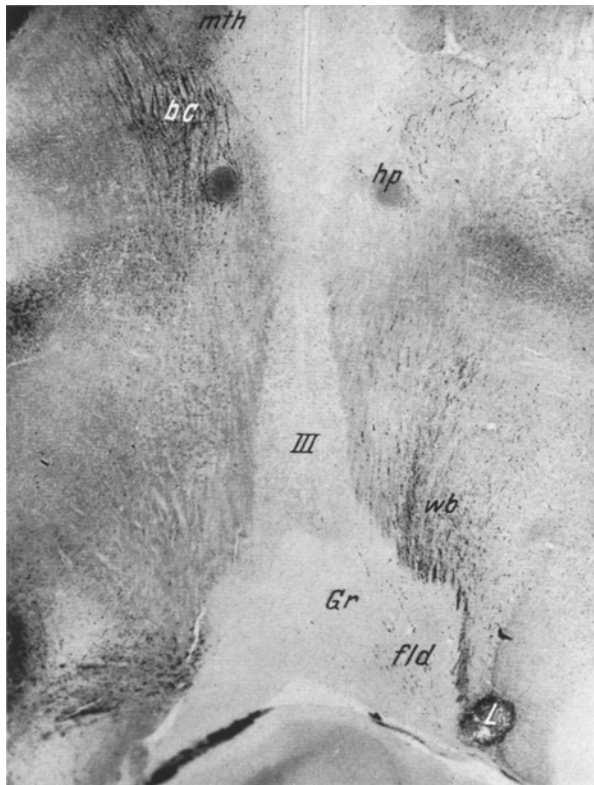


Abb. 1a. Horizontalschnitt (282, 260 Sammlung HESS) durch Nucl. oculomotorius (III). Von der kleinen Läsion (L) aus treten Elemente des dorsalen Längsbündels (f/d) dorsal des Nucl. IV ins Höhlengrau (Gr). Wallenbergbahn (wb) und Bindearm (bc) sind ebenfalls degeneriert. Auf der gekreuzten Seite bedingten Elektrodenspuren eine geringfügige Unterbrechung der gleichen Elemente.
hp Fasc. habenulo-peduncularis; *mth* Fasc. mamillo-thalamicus

Fasern verschwinden sehr bald im Nucl. triangularis und im Deitersschen Kerne der ipsilateralen, zum Teil auch der gekreuzten Seite. Ob sie cerebellären Ursprunges sind (Fasc. uncinatus?) konnte nicht sichergestellt werden.

2. Es wurde schon erwähnt, daß in der Gegend des Nucl. centralis medialis kreuzende Fasern angetroffen werden. Da sowohl Bindearme wie Wallenberg-Bündel auf diesen Abschnitt der Massa intermedia projizieren, war es nicht einfach, die Herkunft dieser Elemente nachzuweisen.

Eine teilweise Antwort auf diese Frage ergibt eine weitere Beobachtung, in welcher das *Brachium conjunctivum*, nicht aber die andern, bisher erwähnten Faserzüge, unterbrochen wurden.

Im Falle 289 liegt der Herd im rostralen Abschnitt des *Nucl. ventralis lemnisci lateralis*, greift auf die dorsolaterale Ecke der *Substantia reticularis pontis* und rostralere Abschnitte des *Nucl. dorsalis lemnisci lateralis* über, wobei sowohl Bindearm als auch *Brachium pontis* zum Teil degenerierten, nicht aber das Wallenberg-Bündel und die auf Trochlearishöhe ins Griseum ziehenden Fasern. In

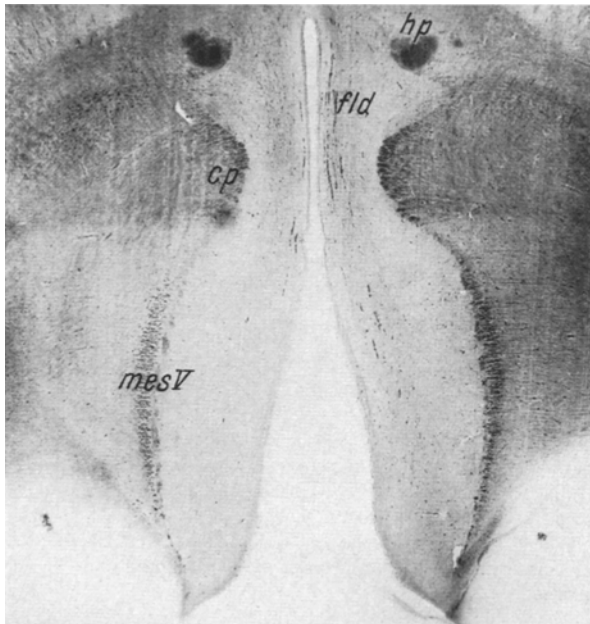


Abb 1b. Horizontalschnitt vom gleichen Fall (282, 353) durch den *Aquaeductus Sylvii*. Man sieht vornehmlich rechts neben dem *Aquaeduct* ansteigende Elemente des dorsalen Längsbündels (*fld*). *cp* Commissura posterior; *hp* Fasc. habenulo-peduncularis; *mesV* mesencephale Trigeminiwurzel

dieser Beobachtung findet sich eine Imprägnierung im *Nucl. centralis medialis*, im *Nucl. paracentralis* beider Seiten, sowie im *Nucl. submedius* vorwiegend auf der Seite der Hauptendigung des *Brachium conjunctivum* im Thalamus.

Damit scheint sichergestellt zu sein, daß bei der Katze einige Bindearmfasern im zentralen Grau des Thalamus rückkreuzen; es ist aber nicht ausgeschlossen, daß auch einige Endfasern der Wallenberg-Bahn die Mediane überschreiten.

3. Wegen der Invasion des zentralen Höhlengraus auf der Höhe der hinteren Commissur konnten die Einzelheiten des rostraleren Faserlaufes in den bisher erwähnten Beobachtungen nicht sichergestellt werden. Hier helfen einige sagittal geschnittene Serien weiter:

Im Falle 449 links liegt die vorderste Elektrodenspitze in der *Formatio reticularis* vor, die folgende hinter dem *Trochleariskern*, die letzte im *Höhlengrau* auf Höhe des *Nucl. Gudden*. Die Elektroden durchsetzen *Colliculus superior* und *Griseum centrale* von vorn oben nach hinten unten.

Nahe der Mittellinie ist das *Grau dorsal* und *ventral* des *Aquaeductes*, medial der Elektrodenspuren gesprenkelt von *Marchikörnchen*, und im oberen Abschnitt desselben sieht man zwischen *Griseum* und *Tectum* perpendikulär verlaufende Fasern. Im weiteren ziehen mäßig stark myelinisierte Elemente *ventral* und *ventrolateral* des *Aquaeductes* nach vorn, um rostral der hinteren Commissur in nach vorn konvexem Bogen zum *caudomediodorsalen Hypothalamus* abzusteigen (Abb. 2a, 2b). Einige derselben können weiter rostralwärts im *thalamo-hypothalamischen Grenzgebiet* verfolgt werden, und eine Faser steigt hinter dem *Nucl. filiformis anterior* nach oben, folgt dem *Thalamusrand*, um sich zuletzt in *caudaler Richtung* im Gebiet des *Nucl. parataenialis* zu verlieren. Die Mehrzahl der im *Mittelhirn* unterbrochenen, *ascendierenden Elemente* strebt jedoch der *ventrocaudomedialen Massa intermedia* zu. Diese Fasern liegen insgesamt eher *lateral* und *dorsaler* als die eben erwähnten, gleiten unterhalb der *Commissura posterior* hindurch, wonach sie sich auf eine kurze Strecke wellenförmig erheben, ehe sie zur Gegend des *Nucl. submedius* absteigen (Abb. 2b). Im Gebiet der hinteren Commissur erfolgt eine starke Zunahme der *ascendierenden Elemente*, während von *descendierenden caudal* der Elektrodenspuren nur eine kleine Zahl und auch diese nur auf eine kurze Strecke hin beobachtet werden können. Von diesen letzteren ziehen einige Richtung *Colliculus inferior*.

Auf der rechten Seite des gleichen Falles befindet sich eine Läsion, welche vorwiegend im *rostromedialen Abschnitt* des *Colliculus inferior* liegt, dabei die *mesencephale Quintuswurzel* trifft und auf das *Griseum centrale* übergreift. Von hier aus ziehen mäßig stark imprägnierte Fasern vorwiegend *lateral* und *dorsal* des *Aquaeductes* durch das *Griseum centrale* rostralwärts und erfahren eine starke Zunahme auf Höhe der hinteren Commissur. Die meisten dieser Elemente erreichen in der oben angegebenen Weise die Gegend des *Nucl. submedius*, während nur wenige Richtung *Hypothalamus* absteigen.

Es sei ganz besonders hervorgehoben, daß in diesem Falle das *Brachium conjunctivum* auf beiden Seiten verschont blieb, das *Wallenberg-Bündel* jedoch teilweise unterbrochen wurde.

Diese Beobachtung ergibt somit, daß eine Läsion im hinteren *Mesencephalon* mit teilweiser Zerstörung des *Griseum centrale* und der *Wallenberg-Bahn* zwei Gruppen *ascendierender Fasern* unterbricht: Erstens vorwiegend *ventral*, d.h. im *dorsalen Längsbündel* im engeren Sinne verlaufende, welche zum *caudomediodorsalen Hypothalamus* ziehen, sich teilweise aber erst weiter rostralwärts im *thalamo-hypothalamischen Grenzgebiet* verlieren (Abb. 2). Eine derselben zieht im großen Bogen längs des vorderen und dann oberen *Sehhügelrandes* zur Gegend des *Nucl. parataenialis*. Ein zweites Kontingent vornehmlich *dorsal* und *lateral* ansteigender Fasern erreicht die Gegend des *Nucl. submedius* (Abb. 2b, 3). Auf der Höhe der hinteren Commissur findet eine starke Vermehrung der *ascendierenden Elemente* auch dann statt, wenn das *Brachium conjunctivum* nicht unterbrochen wurde. Im weiteren sieht man nahe der Mittellinie perpendikulär zwischen *Höhlengrau* und vorderem und hinterem *Zweihügel* verlaufende Fasern; weiter lateralwärts steigen

einige zum Colliculus inferior an. Caudal dieses letzteren ist das Griseum frei von Degenerationen.



Abb. 2a. Paramedianer Sagittalschnitt (VI, 484 Physiol. Inst.), welcher ascendierende Fasern des dorsalen Längsbündels (*fld*) zeigt, welche *a* unterhalb der Commissura posterior (*cp*), *b* in Richtung dorsomedio-caudaler Hypothalamus, *c* zum thalamohypothalamischen Grenzgebiet verlaufen. Dieselben Elemente finden sich auf Abb. 2b wieder

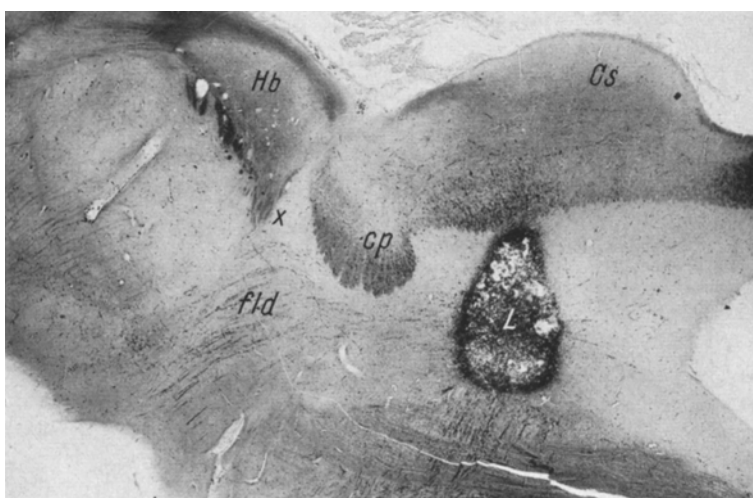


Abb. 2b. Der etwas lateraler liegende Sagittalschnitt (58, 13 Physiol. Inst.) zeigt insbesondere die wellenförmige Erhebung (*x*) der dorsalen Fasern, welche nachher zur Gegend des Nucl. submedialis absteigen. *Cs* Colliculus superior; *Hb* Habenula; *L* Läsion

4. Es erhebt sich nun weiterhin die Frage, ob der Fasc. longitudinalis dorsalis sensu strictiori auch Fasern zur Massa intermedia entsendet, worüber eine weitere Beobachtung Auskunft gibt.

Im Falle 321 liegt ein Herd ziemlich genau in der Mitte des zentralen Höhlengraus oberhalb des Nucl. oculomotorius, caudal der Commissura posterior. Auf Höhe

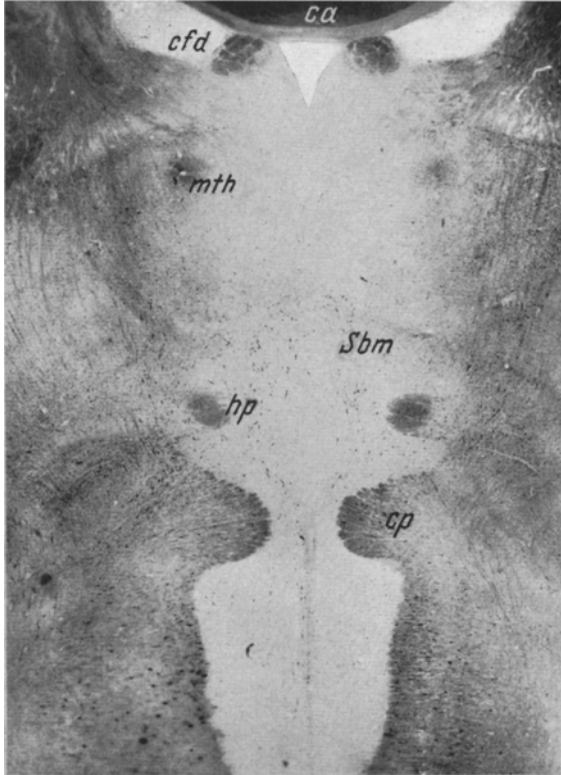


Abb. 3. Der Horizontalschnitt (292, 325 Sammlung HESS) durch den Aquaeductus Sylvii zeigt Komponenten des dorsalen Längsbündels, welche die Gegend des Nucl. submedius (*Sbm*) erreichen. Sie werden vermehrt durch Elemente des Brachium conjunctivum und des Wallenberg-Bündels. Degenerierte Bestandteile des letzteren finden sich auch in der Gegend des Centrum medianum. *ca* Commissura anterior; *cfd* Columna fornicis descendens; *cp* Commissura posterior; *hp* Fasc. habenulo-peduncularis; *mth* Fasc. mamillothalamicus

dieser letzteren findet keine Zunahme der Fasern statt, offenbar weil weder Bindearm, noch Wallenberg-Bahn, noch auch die Trigeminusschleife unterbrochen wurden. Vom Herd aus ziehen viele Fasern zum caudomediodorsalen Hypothalamus und zum thalamo-hypothalamischen Grenzgebiet, wogegen man nur vereinzelte Elemente in der oben beschriebenen Weise die Gegend des Nucl. submedius erreichen sieht. Einige Fasern verlaufen nach hinten bis auf Höhe des hinteren Zweihügels, keine einzige kann weiter caudalwärts verfolgt werden.

Eine Bestätigung dieses Befundes findet sich in zwei Fällen des Physiologischen Institutes¹ mit Koagulationsherden dorsal des Nucl. oculomotorius am Boden des Höhlengraus, sowie in vier weiteren Fällen², in welchen überdies das Tegmentum mesencephali leicht betroffen wurde.

Es geht daraus hervor, daß die caudal ins Grau eintretenden Fasern, welche dorsal der Nuclei IV und III am Boden des Aquaeductes nach vorne streben, vorwiegend zum caudomediodorsalen Hypothalamus und dem thalamo-hypothalamischen Grenzgebiet ziehen. Die Elemente, welche die Gegend des Nucl. submedius erreichen (Abb. 3), scheinen dagegen zum Teil den Kollateralen des Brachium conjunctivum und der Wallenberg-Bahn, welche erst im rostralen Mesencephalon ins Grau eintreten, zu entsprechen; zum Teil handelt es sich um Fasern, welche zwar im caudalen Mittelhirngrau bzw. in paramedianen Teilen desselben bis auf Höhe der Commissura posterior unterbrochen wurden, aber vorwiegend dorsolateral des Aquaeductes verlaufen. Vier weitere Fälle des Physiologischen Institutes³ zeigen überdies Herde, welche in der hinteren Commissur und dem angrenzenden dorsomedialen Höhlengrau spärliche Elemente unterbrechen, welche Richtung Massa intermedia streben. Ob es sich dabei um einen weiteren Anteil unbekannter Herkunft handelt, konnte nicht sichergestellt werden.

Zusammenfassend ergeben die bisher mitgeteilten Beobachtungen in bezug auf die *ascendierenden Bestandteile* des dorsalen Längsbündels (im weiteren Sinne) folgendes Bild:

1. Im caudolateralen Haubenfeld werden gleichzeitig mit dem Wallenberg-Bündel Fasern unterbrochen, welche in nach innen konvexem Bogen auf der Höhe des Trochleariskernes durch die Radix mesencephalica trigemini ins zentrale Höhlengrau einmünden. Sie verlaufen darin rostralwärts, dorsal der Nuclei IV und III, vorwiegend lateroventral des Aquaeductes, also im Areal des dorsalen Längsbündels im engeren Sinne. Jenseits der hinteren Commissur zieht die Mehrzahl derselben bogenförmig ventralwärts zum caudomediodorsalen Hypothalamus, ein Teil schwenkt jedoch von da aus nach vorne und verliert sich längs des thalamo-hypothalamischen Grenzgebietes.

2. Der gekreuzte Bindearm, das Wallenberg-Bündel (sogenannte dorsal ascendierende sekundäre Trigeminiusbahn) und in vermindertem Maße auch die ventrale Trigeminiusschleife geben dem Griseum centrale Kollateralen ab, und zwar besonders reichlich auf der Höhe der Commissura posterior. Überdies wird weiter rostral im Thalamus das Gebiet des Nucl. submedius von Fasern beschickt, welche von der sich aufsplitternden Radiatio dorsalis brachii conjunctivi und dem Wallenberg-Bündel medialwärts abzweigen und in die Lamina medullaris interna eintreten.

¹ Fälle IV und 61 links.

² Fälle VI links, XII rechts, 58 und 61 rechts.

³ Fälle VI rechts, VII, XII links und 62 links.

3. Ein weiteres Kontingent ascendierender Fasern wird schon im caudaleren Mittelhirngraue unterbrochen, verläuft vorwiegend dorsal und lateral des Aquaeductes und strebt ebenfalls den Kernen der *Massa intermedia* zu. Ob diese Fasern zum Teil identisch sind mit Elementen, von denen die meisten knapp unterhalb der hinteren Commissur im *Griseum centrale* rostralwärts ziehen, dann wieder etwas ansteigen, bevor sie sich Richtung *Massa intermedia* senken (Abb. 2b) und in der Gegend des *Nucl. submedius* verlieren, konnte nicht sichergestellt werden.

4. Die Möglichkeit, daß von den unter 1 erwähnten Fasern einige zur *Massa intermedia*, von den unter 2 und 3 geschilderten einzelne Richtung *Hypothalamus* verlaufen, muß offen gelassen werden.

5. Ganz nahe des Aquaeductes gibt es überdies Elemente, welche nur auf eine sehr kurze Strecke rostralwärts verfolgbar sind. Es ist ferner zu erwähnen, daß von Koagulationsherden oder Elektroden Spuren aus, selbst wenn sie am Rande des *Griseum* liegen, eine medialwärts eindringende, ziemlich lokal bleibende, eher staubförmige Imprägnierung statt hat. Endlich sind feine, perpendikulär verlaufende Fasern sichtbar.

6. Die Läsionen im caudolateralen Haubenfeld, welche unter anderem das *Brachium conjunctivum* treffen, bedingen im fernern eine absteigende Degeneration von Fasern, welche erst auf der Höhe des *Facialis* knies im *Griseum centrale* erscheinen und sich vorwiegend ipsi-, zum Teil aber auch kontralateral im *Nucl. triangularis* und im *Nucl. Deitersi* verlieren.

II. Descendierende Systeme im zentralen Höhlengraue (Abb. 4a, 4b)

Die im zentralen Höhlengraue descendierend degenerierenden, markhaltigen Elemente sind spärlicher als die aufsteigend verlaufenden. Ein Kontingent solcher Fasern wird unter anderem im Grenzgebiet zwischen *Thalamus* und *Subthalamus*, leicht caudolateral des *Fasc. mamillo-thalamicus* unterbrochen, wie folgende Beobachtung zeigt:

Im horizontal geschnittenen Falle 371 liegt der Koagulationsherd caudolateral des *Vicq d'Azyrschen* Bündels im rostrordorsalsten Abschnitt des *H-Feldes* und erreicht noch den caudomedialen Rand der *Zona incerta propria* (Terminologie nach RHOCH 1929).

Von hier ziehen mittelstark bis gut myelinisierte Fasern caudomediodorsalwärts, um ins dorsale Längsbündel lateral des Aquaeductes einzutreten, wobei sie bogenförmig innen um den *Nucl. Darkschewitsch* gleiten. Sie durchlaufen das Graue bis auf Höhe des *Colliculus inferior*, wo sie sich zerstreut aufsplittern. Einige Elemente schwenken dorsalwärts zum *Tectum opticum* und zum hinteren Zueihügel ab, keines jedoch kann weiter caudalwärts verfolgt werden.

Einen ganz analogen Befund liefert der frontal geschnittene Fall 376 mit einem etwas ausgedehnteren Herd, welcher die erwähnte Gegend caudolateral des *Fasc. mamillo-thalamicus* ebenfalls zerstört. Die Fasern scheinen an dieser Stelle ziemlich eng gebündelt zu verlaufen; denn schon wenig rostraler (375) oder medialer (419) gelegene Herde bringen viel weniger Elemente zur Degeneration.

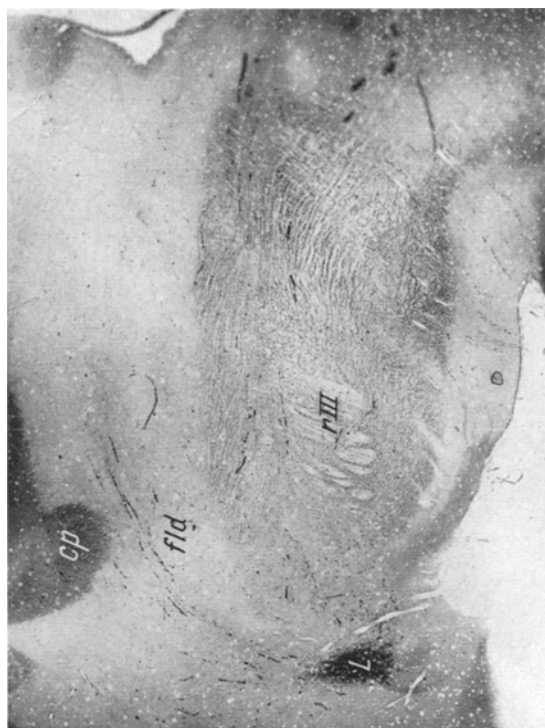


Abb. 4 a

Abb. 4a. Der paramediane Sagittalschnitt (413, 600 Sammlung Hess) zeigt descendierende Elemente des dorsalen Längsbündels (*fid*). Einige Fasern (andern Ursprungs ??) streben Richtung Nucleus submedialis. *cp* Commissura posterior; *rIII* Oculomotoriuswurzel; *L* Läsion

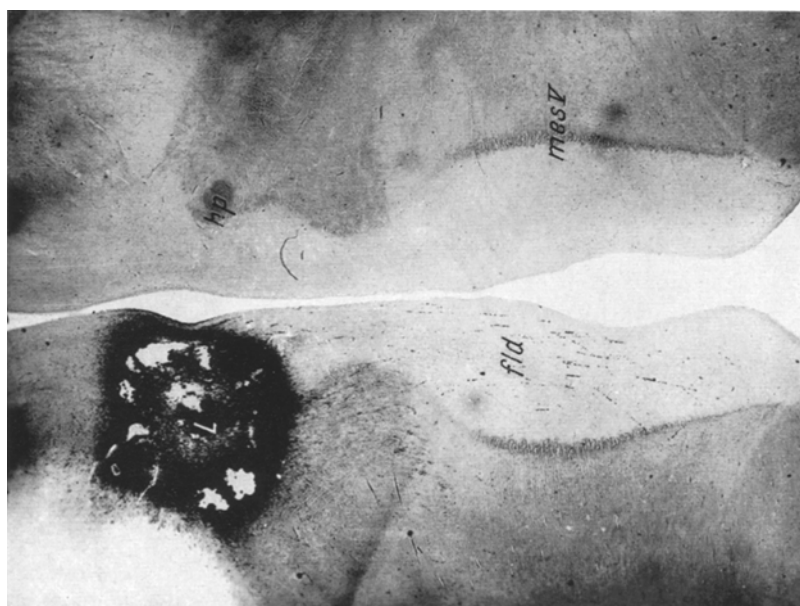


Abb. 4 b

Abb. 4b. Horizontalschnitt (364, 451 Sammlung Hess) durch den Aqueduct mit größerer Läsion (*L*) am Eingang. Streng einseitige Degeneration descendierender Fasern des dorsalen Längsbündels (*fid*). Ein Element scheint ins Tegmentum einzudringen. *hp* Fasc. habenulo-peduncularis; *mesV* mesencephale Trigeminalswurzel

Was die Herkunft dieses Kontingentes betrifft, sei zunächst negativ festgestellt, daß weder *Zona incerta propria* noch *Nucl. subthalamicus*, *rostroventrales* oder auch *caudolaterales H-Feld* in Frage zu kommen scheinen (negative Befunde in 258, 335, 356, 370, 433). Dagegen sieht man eine ähnliche Degeneration in der folgenden Beobachtung:

Der ebenfalls horizontal geschnittene Fall 348 weist eine ziemlich ausgedehnte Koagulation auf, welche caudal des *Nucl. entopeduncularis* und medial des *Putamen* vor allem den *Hirnschenkelfuß* und nach oben hin die innere Kapsel erfaßt, aber auch auf den *Nucl. reticularis thalami* übergreift. Von diesem Herde aus degenerieren zwei Fasergruppen, welche ins zentrale Höhlengrau eintreten:

Erstens sieht man Fasern, welche durch den *rostroventralen Rand* des *Nucl. arcuatus*, *caudolateral* des *Fasc. mamillo-thalamicus* in *caudomediodorsaler* Richtung zum *Aquaeducteingang* streben und dann medial des *Nucl. Darkschewitsch* verlaufend in das *dorsale Längsbündel* eintreten. Sie können wiederum nur bis auf Höhe des *Colliculus inferior* verfolgt werden.

Eine zweite Gruppe zieht *caudalwärts* durch den *lateralen Abschnitt* der *Zona incerta caudalis*, überkreuzt sich mit dem *Lemniscus medialis*, verläuft zum Teil auch durch den und unterhalb des *Nucl. subparafascicularis*, tritt aber erst auf der Höhe des *Trochleariskernes* ins *Griseum centrale*, wo sich ihre Fasern bald verlieren.

Die letzterwähnten Elemente konnten nur in dieser einen Beobachtung eindeutig verfolgt werden, da die betreffende Herdlokalisation im vorliegenden Material eine Ausnahme bildet. Eine ähnliche Läsion findet sich zwar noch im Falle 341 links. Da derselbe aber technisch etwas mißglückt ist, kann man nur sagen, daß auch in diesem Experiment eine ziemlich reichliche Projektion auf das zentrale Höhlengrau statthat. Das auf Höhe des *Trochleariskernes* ins *Griseum* eindringende Faserkontingent scheint mit ziemlicher Sicherheit aus der innern Kapsel oder dem *Pes pedunculi* abzuzweigen. Das andere entspricht den weiter oben geschilderten, *caudolateral* des *Fasc. mamillo-thalamicus* unterbrochenen Elementen, welche demnach ebenfalls einen *corticalen Ursprung* haben könnten. Es fragt sich daher, ob die in der Literatur so oft hervorgehobene Abstammung des *dorsalen Längsbündels* aus dem *Hypothalamus* für die markhaltigen Fasern überhaupt keine Geltung hat. Wir können diese Frage zwar nicht eindeutig entscheiden, möchten aber doch auf eine diesbezügliche Möglichkeit hinweisen.

Im *sagittal* geschnittenen Falle 413 liegt eine kleine Läsion im *prärubralen Felde*, greift etwas auf die *Decussatio supramamillaris* über und dringt *rostromedial* des *Nucl. subparafascicularis* noch in den *Thalamus* ein. Vom Herd aus ziehen recht zahlreiche, gut myelinisierte Fasern *bogenförmig dorsocaudalwärts* ins zentrale Höhlengrau, während sich andere nach oben und leicht nach vorne Richtung *Nucl. submedius* bewegen (Abb. 4a).

Bei dieser und andern ähnlichen Beobachtungen (z. B. 318, 322, 409, 415 rechts, 434, 445) könnte es sich um Fasern handeln, welche aus dem *caudomediodorsalen Hypothalamus* stammen. Dagegen veranlassen Herde *dorsolateral* des *Corpus mamillare* (335, zum Teil 433) oder im Gebiet des *Nucl. supraopticus* und des *vorderen Hypothalamus* (301, 342, 408) keine Degeneration im *Griseum centrale*. Es ist auch möglich,

daß die Projektion auf das Areal des Nucl. submedius von caudal liegenden Hirnabschnitten herrührt.

Zusammenfassend kann über die im Griseum centrale *descendierenden markhaltigen Elemente* Folgendes ausgesagt werden:

1. Ein System solcher Fasern unbekannter, vielleicht corticaler Herkunft wird im Grenzgebiet zwischen Capsula interna und Nucl. reticularis thalami unterbrochen, von wo aus dieselben mediocaudodorsalwärts zuerst am vorderen unteren Rande des Nucl. arcuatus, caudolateral des Fasc. mamillo-thalamicus vorbeiziehen, dann stärker ansteigen, neben dem Aquaeduct medial des Nucl. Darkschewitsch ins Mittelhirn eintreten, dem vordern und hintern Zweihügel einige Elemente abgeben, in der Hauptsache jedoch auf Höhe des letzteren diffus im zentralen Höhlengrau zu enden scheinen.

2. Ein zweites Kontingent wahrscheinlich corticaler Abstammung zieht caudalwärts im lateralen Abschnitt der Zona incerta caudalis, durchstößt den Lemniscus medialis oder verläuft durch und unter dem Nucl. subparafascicularis und erreicht via Substantia reticularis mesencephali das Griseum centrale erst auf Höhe des Trochleariskernes, um sich dann rasch zu verlieren.

3. Herde im caudomediodorsalen Hypothalamus unterbrechen einerseits zur Gegend des Nucl. submedius ziehende Fasern, andererseits Fasern, welche dorsocaudalwärts ins zentrale Höhlengrau des Mittelhirns eintreten und dort analog der unter Ziffer 1 genannten verlaufen und sich aufsplintern. Möglicherweise könnte es sich dabei um ein besonderes System mit hypothalamischem Ursprung handeln. Es ist aber darauf hinzuweisen, daß jedenfalls der vordere, mittlere und laterale Hypothalamus keine oder höchstens ganz vereinzelte markhaltige Fasern ins Griseum centrale entsendet.

4. Ganz allgemein gibt es im zentralen Höhlengrau mehr ascendierend als descendierend degenerierende markhaltige Fasern.

III. Weitere markhaltige Verbindungen in den vegetativen Strukturen

Der Vollständigkeit halber sollen hier noch drei Systeme kurz aufgeführt werden, über welche zum Teil früher im einzelnen berichtet wurde, zum Teil aber auf Grund des bisherigen Materiales zu wenig in Erfahrung gebracht werden konnte.

1. *Fasc. anulo-perifornicalis* (BUCHER u. BÜRGI 1953). Herde im Nucl. Darkschewitsch und im zentralen Höhlengrau rostral des Nucl. oculomotorius unterbrechen feinmyelinisierte Elemente, welche zuerst ventralwärts dem Boden des Griseum zustreben, dann rostralateralwärts abschwanken, wobei sie lateral des Corpus mamillare, dorsal der dort eintretenden Columna fornicis descendens und ventrolateral des Fasc. mamillo-thalamicus zu liegen kommen, in gleicher Richtung fortschreiten und sich in der Regio perifornicalis am vorderen Ende des Hypothalamus

posterior verlieren. Läsionen im zentralen Höhlengrau oberhalb des Nucl. oculomotorius oder noch weiter caudalwärts bringen das Bündel nicht zur Degeneration. Dagegen wurden einige seiner Fasern im Falle 282 beobachtet, in welchem die von der Area cuneiformis bis dorsorostral des Nucl. masticatorius reichende Gegend zerstört ist.

2. Das *basale Riechbündel* (Tractus olfacto-mesencephalicus bzw. „medial forebrain bundle“). Dieser Faserzug enthält sowohl aufsteigende als auch absteigende, sehr feine und locker angeordnete Fasern. Die ascendierenden wurden in unserem Material meist medio- und latero-ventral des Nucl. ruber unterbrochen und können längs der lateralen hypothalamischen, dann der präoptischen Area bis ins Tuberculum olfactorium nachgewiesen werden. Im oben erwähnten Falle 282 mit Läsion in der Gegend der Area cuneiformis und der Haube rostradorsal des motorischen Trigeminskernes sind ebenfalls einige dieser Elemente degeneriert. Descendierend konnten die Fasern nur bis ins rostroventrale Tegmentum verfolgt werden.

3. Fasern, welche vielleicht dem *Tractus hypothalamo-tegmentalis anterior* von CROSBY u. WOODBURNE (1951) entsprechen. Deutlich wurden sie nur in einem (408), schwächer in zwei weiteren Fällen (411, 412) unterbrochen, in welchen eine Elektroden spitze rostral des Fasc. pallidohypothalamicus im dorsomediorostral Hypothalamus lag. Die Fasern verlaufen ganz nahe medial, dann allmählich dorsal der Endstrecke der Columna fornicis descendens caudalwärts, durchsetzen den Lemniscus medialis lateralis des Nucl. ruber und scheinen im ventralen Tegmentum zu enden. Ihre Herkunft ist ungewiß.

Besprechung

Die vorliegenden Befunde zeigen, daß offenbar sehr verschiedenartige Systeme mit dem zentralen Höhlengrau Kontakt aufnehmen oder dasselbe als Durchgangsstraße benützen und daß im Gegensatz zu einer weit verbreiteten Meinung die aufsteigenden Fasern, wenigstens insoweit es sich um markhaltige handelt, zahlreicher sind als die absteigenden. Dagegen liegt es schon in der Marchimethode begründet, daß über den Ursprung der meisten dieser Bestandteile nur wenig ausgesagt werden kann.

An den *aufsteigenden Fasern* beteiligt sich in maßgebender Weise unter anderem das *Kleinhirn*. Nach Zerstörung einzelner Kleinhirnkern fand RAND (1954, Marchi) beim Makaken Projektionen des *Brachium conjunctivum* aufs Höhlengrau — er spricht von „dento-periventriculären Verbindungen“ — schon kurz nach dessen Eintritt ins Mittelhirn, dann wiederum jenseits der Wernekinkschen Kreuzung, und endlich im Thalamus, wo die Kerne der Massa intermedia beschickt wurden. Die schon auf Isthmushöhe ipsilateral entsandten Elemente konnten wir im Katzengehirn nicht mit Sicherheit nachweisen. Dagegen verlassen zahlreiche Kollateralen den gekreuzten Bindearm, um im rostralen Mesencephalon ins Griseum einzutreten. In der Literatur sind dieselben als Klimoff-

Wallenberg-Fasern bekannt und werden vornehmlich als eine Verbindung zu den Oculomotoriuskernen aufgefaßt. Eine solche Projektion ist jedoch funktionell gesehen um so weniger verständlich, als unseres Wissens kein einziger Autor von Bindearmfasern spricht, welche den Trochlearis- oder den Abducenskern erreichen würden. Es scheint uns daher einleuchtender, wenn ALLEN (1923) und RAND die Klimoff-Fasern mit dem Edinger-Westphalschen Kern in Verbindung bringen, um so mehr, als Reizung des Lobulus simplex Miosis hervorrufen soll (MORUZZI 1950). Vor allem aber möchten wir mit den erwähnten Autoren darin übereinstimmen, daß viele dieser Elemente ins eigentliche Grau eintreten. Zum Teil scheinen sie darin weiter rostralwärts zu ziehen und sich dann mit Fasern zu vermengen, welche einem Endast des Brachium conjunctivum, seiner sogenannten Radiatio dorsalis, entspringen und ebenfalls zur Lamina medullaris interna und der Gegend des Nucl. submedius einschwenken. Bei der Katze überschreiten einige der letzteren die Mittellinie.

Abgesehen vom eigentlichen Brachium conjunctivum soll auch das mit demselben ins Mittelhirn eintretende *accessorische Bindearmbündel* (PROBST 1902) bzw. der ascendierende Ast des *Fasc. uncinatus Russell* das zentrale Höhlengrau beschicken. RAND unterstreicht sein Erstaunen über die ausgedehnte Projektion des Nucl. fastigii auf das periventriculäre Grau der Medulla oblongata, der Brücke, des Mittelhirns und des „caudalen Diencephalon“¹ („fastigio-periventriculäre Verbindungen“). Möglicherweise gehören die oben beschriebenen Fasern, welche im Griseum von der Höhe des Facialisknies an abwärts verlaufen und sich vorwiegend in Vestibulariskernen verlieren, zu diesem System. Über den aufsteigenden Ast des Hakenbündels können wir nur sagen, daß er bei der Katze schwach ausgebildet zu sein scheint. Seine Fasern verlaufen zerstreut im Areal der in unseren Experimenten fast immer direkt unterbrochenen Wallenberg-Bahn, weshalb sie nicht genau verfolgt werden konnten.

Was diese letztere betrifft, die sogenannte *dorsal ascendierende sekundäre Trigemimbusbahn*, so wurde eine Projektion derselben auf das zentrale Höhlengrau schon von WALLENBERG (1896, 1900) angegeben und unter anderem von GEREBTZOFF (1939) bestätigt. Das gleiche gilt nach unsern Befunden, wenn auch in vermindertem Maße, von der *Trigemimus-schleife* nach ihrer Kreuzung in Brückenhöhe. Auffallend ist die Feststellung, daß die Abgabe dieser Kollateralen wie auch derjenigen des Brachium conjunctivum unterhalb und leicht caudal der hinteren Commissur ein Maximum erreicht, so daß wir hier geradezu von einer Invasion des Griseum centrale mit markhaltigen Fasern sprechen möchten. Ein Teil dieser Elemente zieht weiter rostralwärts und verliert sich in der Gegend der Lamina medullaris interna. In dieses Areal, d. h. vor allem zu den Nuclei submedius, paracentralis und centralis medialis, strömen auch Elemente, welche erst in der Gegend des Centrum medianum vom Binde-

¹ Gemeint ist offenbar die Gegend des Nucl. interstitialis.

arm und Wallenbergbündel abschwenken, während Fasern unbekannter Herkunft, welche im caudalen Mesencephalon unterbrochen vorwiegend dorsolateral des Aquaeductes ansteigen, insbesondere die Gegend des Nucl. submedius beschicken. Die Frage, ob sich einige Elemente dieser Systeme zum Hypothalamus begeben, konnte nicht mit Sicherheit entschieden werden; es sei aber hervorgehoben, daß gemäß RAND jedenfalls keine Kleinhirnfasern diesen Weg einzuschlagen scheinen.

Als weitere aufsteigende Bahn, welche dem zentralen Höhlengrau Kollateralen abzugeben scheint, ist noch der *Tractus spinothalamicus* zu erwähnen. WALLENBERG (1928, Kaninchen) beobachtete eine Projektion auf das Griseum centrale nach Unterbrechung des Funiculus anterolateralis im Cervicalmark. LE GROS CLARK (1936) bestätigt diesen Befund beim Makaken und berichtet ferner über Elemente des spinothalamischen Bündels, welche in kleiner Zahl medial des Tractus Meynert ins periventriculäre Grau eintreten, während die Lamina medullaris interna eine ziemlich starke Imprägnierung durch degenerierte Fasern aufwies, welche voraussichtlich zu den Nuclei paracentralis und centralis lateralis ziehen. Es scheint sich somit auch bei den Kollateralen dieses aufsteigenden Systems im Diencephalon vorwiegend um eine Beschickung der Massa intermedia zu handeln.

Die stärkste Projektion auf den mediodorsocaudalen Hypothalamus und das sich rostral daran anschließende thalamo-hypothalamische Grenzgebiet erfolgt dagegen in unserem Material durch einen Bestandteil des Fasc. longitudinalis dorsalis, den man nicht leicht mit einem bekannten System in Verbindung bringen kann, nämlich durch Fasern, welche ungefähr auf der Höhe des Trochleariskernes ins Grau eintreten, um dann oberhalb des IV. und III. Hirnnervenkernes, vorwiegend ventrolateral des Aquaeductes im dorsalen Längsbündel im engeren Sinne nach vorne zu ziehen. In unseren Präparaten wurden sie im caudolateralen Haubenfeld immer gleichzeitig mit dem Wallenberg-Bündel unterbrochen, womit aber keineswegs gesagt sein soll, daß sie demselben entstammen. Doch selbst wenn das der Fall wäre, könnte über ihren Ursprung nichts ausgesagt werden, da ja auch die — wahrscheinlich vielfältige — Herkunft der Wallenberg-Bahn alles andere als gesichert ist (BÜRGI 1955). Man muß übrigens auch an die Möglichkeit eines Ursprungs dieser Fasern in der Formatio reticularis denken, über deren ascendierende Elemente noch recht wenig bekannt ist.

Mit Bezug auf die absteigenden Systeme ist eingangs zu erwähnen, daß schon BOYCE (1897) sowie BEEVOR u. HORSLEY (1902) über Fasern berichtet haben, welche nach corticalen Läsionen das Griseum centrale und von da aus zum Teil die Vierhügelplatte erreichen. METTLER (1932, 1935, 1936) beschreibt Projektionen auf das zentrale Höhlengrau nach verschiedenartigsten Rindenherden. Es wird dies hervorgehoben, weil zwei der von uns beobachteten Systeme im Griseum descendierender

Fasern möglicherweise aus der innern Kapsel abzweigen, ein laterales, welches erst auf Höhe des Trochleariskernes eintritt, und ein medio-caudodorsal verlaufendes, das unter anderem auch den vorderen und hinteren Zweihügeln Elemente abgibt (vgl. dazu auch GLEES u. WALL 1946, Affe). Im Gegensatz zu einer weit verbreiteten Ansicht ist dagegen der Hypothalamus, soweit es sich um markhaltige Fasern handelt, nach unsern Befunden höchstens mit seinem caudomediodorsalen Abschnitt an einer Projektion auf das zentrale Höhlengrau beteiligt.

In unsern Präparaten verlieren sich alle im Griseum descendierenden Elemente spätestens auf Höhe des Colliculus inferior, und zwar in ganz zerstreuter Weise. Einige scheinen die Substantia reticularis tegmenti zu erreichen. Nur ganz vereinzelt sieht man ein Fäserchen dem Nucl. tegmenti dorsalis zustreben (z. B. 324), welcher in der Literatur vielfach als wichtige Umschaltestelle für das dorsale Längsbündel angesprochen wird. Wenn wir diese Feststellungen in Zusammenhang bringen mit der Beobachtung von Fasern, welche erst auf Höhe des Facialisknies im Griseum auftreten, dann sieht es aus, als ob caudal des Colliculus inferior ein *Hiatus im Schützschen Bündel* auftrete, ein Hiatus, welcher schon MARBURG (1931) aufgefallen ist, obschon sich dessen vergleichend-anatomische Studien auf Normalmaterial bezogen und daher auch die unmyelinisierten Elemente erfaßten. Von caudal nach rostral fortschreitend sagt dieser Autor, man sehe „dort, wo die Striae acusticae sich über den Boden der Rautengrube erstrecken, kaum eine Andeutung dieses Systems. ... Das Bild ändert sich erst ... knapp vor Beginn der Trochleariskreuzung“.

Dies sowohl wie die Beobachtung von Fasern recht verschiedener, zum Teil sogar corticaler Herkunft, spricht gegen die Auffassung, der Fasc. longitudinalis dorsalis stelle einfach die efferente hypothalamische Bahn zu den vegetativen Zentren der Medulla oblongata und des Rückenmarks dar. Wenn man nicht nur die verschiedenen sagittal verlaufenden Systeme, sondern überdies die diffus eindringenden und bald endenden Elemente, sowie die perpendikulären Verbindungen mit der Vierhügelplatte und die von WEISSCHEDEL (1937) als Radiatio grisea tegmenti bezeichneten, von KUIJPERS (1952) eingehend studierten Radiärfasern in Erwägung zieht, wird einem die morphologische Betrachtung eher dazu verleiten, das Griseum centrale des Mittelhirns als eine echte Organisationsstätte anzunehmen.

Das steht nun in bester Übereinstimmung mit den physiologischen Befunden von HUNSPERGER (1956): Bei Reizung mittlerer Abschnitte des Griseum centrale (insbesondere dorsal der Oculomotoriuskerne) tritt eine affektive Abwehrreaktion auf, wie sie in ganz ähnlicher Weise von HESS u. BRÜGGER (1943) bei Reizung der perifornikalen Hypothalamusgegend beobachtet wurde. Die Latenzzeit im Mittelhirn ist etwas kürzer. HUNSPERGER konnte im weiteren zeigen, daß es sich um eine selbständige Organisation und nicht einfach um eine dem

Hypothalamus untergeordnete Instanz bzw. um ein Effektorensystem handelt; denn nach Zerstörung der perifornikalen Gegend bleibt die Ansprechbarkeit des mesencephalen Gebietes unverändert bestehen. Die Verbindung der beiden Zonen, welche vom Autor als eine funktionelle Einheit angesprochen werden, scheint nicht oder höchstens in geringem Maße durch das periventrikuläre Fasersystem zu erfolgen. Ob hierfür das System der Radiärfasern in Frage kommt, läßt sich zur Zeit nicht entscheiden. Der physiologische Nachweis einer Organisationsstätte im zentralen Höhlengrau steht jedenfalls in bestem Einklang mit unseren anatomischen Befunden, obschon sich dieselben nur auf die markhaltigen Fasern beziehen.

Zusammenfassung

Eine Untersuchung der markhaltigen Fasern des zentralen Höhlengraus mit der Marchi-Methode nach Koagulationsherden im Höhlengrau und Schützschens Bündel hat ergeben, daß diese Fasern verschiedenartigen Systemen angehören.

Die zahlreicheren, *aufsteigend* degenerierenden Elemente stammen unter anderem vom Brachium conjunctivum, von WALLENBERGS dorsal ascendierender sekundärer Trigeminostrahlung und in vermindertem Maße von der ventralen Trigeminostrahlung. Sie treten größtenteils erst auf der Höhe der hinteren Commissur ins Griseum ein und verlieren sich in der Gegend des Nucl. submedialis. Einen ähnlichen Verlauf nehmen Fasern unbekannter Herkunft, welche zuerst das mesencephale Griseum dorso-lateral des Aquaeductus durchlaufen. Ein weiteres Kontingent zieht im eigentlichen Fasc. longitudinalis dorsalis ventrolateral des Aquaeductus rostralwärts und verliert sich in der Gegend des caudomediodorsalen Hypothalamus sowie weiter vorne im thalamo-hypothalamischen Grenzgebiet.

Die weniger zahlreichen *absteigend* degenerierenden Elemente dürften zum großen Teil dem Cortex entspringen. Vom Hypothalamus kommt höchstens sein caudomediodorsaler Abschnitt als Ursprung eines Faserkontingentes in Frage; aber auch das konnte nicht sichergestellt werden. Alle absteigenden Elemente verlieren sich spätestens unterhalb des Colliculus inferior. *Eine Verbindung markhaltiger Fasern mit den vegetativen Strukturen der Medulla oblongata oder gar des Rückenmarks konnte in keinem Falle nachgewiesen werden.*

Soweit man von der morphologischen Betrachtung auf die Bedeutung einer Struktur schließen darf, scheint das zentrale Höhlengrau eine echte Organisationsstätte darzustellen, was mit neuern experimentellen Befunden (HUNSPERGER) in Übereinstimmung steht.

Herrn Prof. W. R. HESS möchten wir für die Überlassung des reichhaltigen Materials unseren verbindlichsten Dank aussprechen.

Die Untersuchungen wurden durch die von der Schweiz. Akademie der medizinischen Wissenschaften und vom Schweiz. Nationalfonds an Herrn Prof. W. R. HESS ausgerichteten Subventionen wesentlich gefördert.

Literatur

- ALLEN, W. F.: Distribution of the fibers originating from different basal cerebellar nuclei. *J. comp. Neurol.* **36**, 399—439 (1923/24).
- BEEVOR, CH. E., and V. HORSLEY: On the pallio-tectal or cortico-mesencephalic system of fibres. *Brain* **25**, 436—443 (1902).
- BOON, A. A.: Comparative anatomy and physiology of the autonomic hypothalamic centres. Diss. Amsterdam, pp. 136, De Erven F. Bohn N. V.: Haarlem 1938.
- BOYCE, R.: A contribution to the study of I., some of the decussating tracts of the mid- and inter-brain, and II., of the pyramidal system in the mesencephalon and bulb. *Phil. Trans. roy. Soc. London B* **188**, 211—221 (1897).
- BUCHER, V. M., and S. BÜRGI: Some observations on the fiber connections of the di- and mesencephalon in the cat. IV. The ansa lenticularis, pars ascendens mesencephalica, with observations on other systems ascending from and descending to the mesencephalon. *J. comp. Neurol.* **99**, 415—436 (1953).
- BÜRGI, S.: Über WALLENBERGS Syndrom und seine dorsal ascendierende sekundäre Trigeminiusbahn. *Arch. Psychiat. Nervenkr.* **194**, 67—87 (1955).
- BÜRGI, S., u. V. M. BUCHER: Über die Probstsche Commissur und weitere Verbindungen des akustischen Systems im Hirnstamm der Katze. *Dtsch. Z. Nervenheilk.* **175**, 435—451 (1957).
- CLARK, W. E. LE GROS: The termination of ascending tracts in the thalamus of the macaque monkey. *J. Anat. (Lond.)* **71**, 7—41 (1936).
- CROSBY, ELIZABETH C., and R. T. WOODBURN: The mammalian midbrain and isthmus regions. Part II. The fiber connections. C. The hypothalamo-tegmental pathways. *J. comp. Neurol.* **94**, 1—32 (1951).
- GEREBTZOFF, M. A.: Les voies centrales de la sensibilité et du goût et leurs terminaisons thalamiques. *Cellule* **48**, 91—146 (1939).
- GLEES, P., and P. D. WALL: Fibre connections of the subthalamic region and the centro-median nucleus of the thalamus. *Brain* **69**, 195—208 (1946).
- GREVING, R.: Die zentralen Anteile des vegetativen Nervensystems. *Hdb. mikrosk. Anat. (v. Möllendorf)* **IV** **1**, 917—1060 (1928).
- GURDJIAN, E. S.: The diencephalon of the albino rat. Studies on the brain of the rat. No. 2. *J. comp. Neurol.* **43**, 1—114 (1927).
- HESS, W. R.: Die Methodik der lokalisierten Reizung und Ausschaltung subcorticaler Hirnabschnitte, S. 122. Leipzig: G. Thieme 1932.
- HESS, W. R.: Das Zwischenhirn (2. Aufl.), S. 218. Basel: B. Schwabe & Co. 1954.
- HESS, W. R., u. M. BRÜGGER: Das subkortikale Zentrum der affektiven Abwehrreaktion. *Helv. physiol. pharmacol. Acta* **1**, 32—52 (1943).
- HUNSPERGER, R. W.: Affektreaktionen auf elektrische Reizung im Hirnstamm der Katze. *Helv. physiol. pharmacol. Acta* **14**, 70—92 (1956).
- INGRAM, W. R.: Nuclear organization and chief connections of the primate hypothalamus. *Res. Publ. Ass. nerv. ment. Dis.* **20**, 195—244 (1940).
- KRIEG, W. J. S.: The hypothalamus of the albino rat. *J. comp. Neurol.* **55**, 19—89 (1932).
- KRÜCKE, W.: Über das Längsbündel in der Substantia gelatinosa centralis des Rückenmarks (Fasc. parapendymalis) und über seine Bedeutung für die Verbindung der vegetativen Zentren des Hirnstammes mit denen des Rückenmarks. *Dtsch. Z. Nervenheilk.* **160**, 196—220 (1949).
- KULPERS, H. G. J. M.: Vezelverbindungen van de Substantia grisea centralis in de Middenhersenen. Diss. Leiden 1952, S. 115.
- LARUELE, L.: Les centres végétatifs du diencéphale médian. *Rev. neurol.* **41** **I**, 809—842 (1934).
- MAGOUN, H. W.: Descending connections from the hypothalamus. *Res. Publ. Ass. nerv. ment. Dis.* **20**, 270—285 (1940).

- MARBURG, O.: Das dorsale Längsbündel von SCHÜTZ — Fascilus periependymalis — und seine Beziehungen zu den Kernen des zentralen Höhlengraus. *Arb. neurol. Inst. Univ. Wien* **33**, 135—164 (1931).
- METTLER, F. A.: Connections of the auditory cortex of the cat. *J. comp. Neurol.* **55**, 139—183 (1932).
- METTLER, F. A.: Corticifugal fiber connections of *Macaca mulatta*. The occipital region. *J. comp. Neurol.* **61**, 231—256 (1935).
- METTLER, F. A.: Corticifugal fiber connections of *Macaca mulatta*. The temporal region. *J. comp. Neurol.* **63**, 25—47 (1936).
- MORUZZI, G.: Problems in cerebellar physiology, S. 116. Springfield (Ill.): Charles C. Thomas 1950.
- NICOLESKO, J., et M. NICOLESKO: Quelques données sur le centres végétatifs de la frontière diencephalo-télencéphalique. *Rev. Neurol.* **36** II, 289—317 (1929).
- PROBST, M.: Zur Anatomie und Physiologie des Kleinhirns. *Arch. Psychiat. Nervenkr.* **35**, 692—777 (1902).
- RAND, R. W.: An anatomical and experimental study of the cerebellar nuclei and their efferent pathways in the monkey. *J. comp. Neurol.* **101**, 167—223 (1954).
- RASMUSSEN, A. T.: Origin and course of the fasciculus uncinate (Russell) in the cat, with observations on other fiber tracts arising from the cerebellar nuclei. *J. comp. Neurol.* **57**, 165—197 (1933).
- RIOCH, D. McK.: Studies on the diencephalon of carnivora. Part II. Certain nuclear configurations and fiber connections of the subthalamus and midbrain of the dog and cat. *J. comp. Neurol.* **49**, 121—154 (1929).
- SCHÜTZ, H.: Anatomische Untersuchungen über den Faserverlauf im centralen Höhlengrau und den Nervenfaserschwund in demselben bei der progressiven Paralyse der Irren. *Arch. Psychiat. Nervenkr.* **22**, 527—587 (1891).
- SPATZ, H., R. DIEPEN u. VERA GAUPE: Zur Anatomie des Infundibulum und des Tuber cinereum beim Kaninchen. *Dtsch. Z. Nervenheilk.* **159**, 229—268 (1948).
- THOMPSON, ELIZABETH L.: The dorsal longitudinal fasciculus in *Didelphis virginiana*. *J. comp. Neurol.* **76**, 239—281 (1942).
- WALLENBERG, A.: Die sekundäre Bahn des sensiblen Trigemini. *Anat. Anz.* **12**, 95—110 (1896).
- WALLENBERG, A.: Sekundäre sensible Bahnen im Gehirnstamme des Kaninchens, ihre gegenseitige Lage und ihre Bedeutung für den Aufbau des Thalamus. *Anat. Anz.* **18**, 81—105 (1900).
- WALLENBERG, A.: Anatomie, Physiologie und Pathologie des sensiblen Systems. *Dtsch. Z. Nervenheilk.* **101**, 111—155 (1928).
- WEISSCHEDEL, E.: Die zentrale Haubenbahn und ihre Bedeutung für das extrapyramidal-motorische System. *Arch. Psychiat. Nervenkr.* **107**, 443—579 (1937).

Addendum. Während der Drucklegung ist uns noch eine Arbeit von ANDERSON u. BERRY [*J. comp. Neurol.* **111**, 195—229 (1959)] bekannt geworden, welche einige der hier mitgeteilten Befunde bestätigt und ergänzt: Nach cervikaler Hemisektion oder thorakaler Rückenmarksdurchtrennung (Katzen, Silberimprägnierung nach Nauta-Gygax) wurde neben dem bekannten, lateraler gelegenen und zum Nucl. ventralis posterolateralis ziehenden Tractus spino-thalamicus eine fast gleichstarke Fasergruppe verfolgt, welche im Gebiet der zentralen Haubenbahn ansteigt und auf einige intralaminäre Thalamuskern projiziert. Die Autoren betonen, daß „the analogy of this medial spino-thalamic projection to the coextensive dorsal secondary V tract (d.h. was wir Wallenbergbahn nennen) is obvious“, eine Bemerkung, mit der wir übereinstimmen. Die Abbildungen zeigen in weiteren Fasern und präterminale Degenerationen im Höhlengrau, in subthalamischen und posterolateralen hypothalamischen Gegenden, nicht dagegen im caudodorsomedialen Hypothalamus.

Prof. Dr. med. SANDRO BÜRGI, Bern (Schweiz), Schauplatzgasse 39
VERENA M. BUCHER, Physiologisches Institut der Universität, Zürich (Schweiz)