

Aus dem Anatomischen Institut der Universität Kiel
(Direktor: Prof. Dr. W. BARGMANN).

DIE FASERGLIA DES SELACHIERGEHIRNS*.

Von

ERNST HORSTMANN.

Mit 26 Textabbildungen.

(Eingegangen am 30. Oktober 1953.)

Die Funktion der Neuroglia ist trotz ergebnisreicher Untersuchungen der letzten Jahre nicht geklärt. Während die älteren Autoren der Glia die Aufgabe eines Stützgewebes zusprechen, neigen die Untersucher heute mehr der Auffassung zu, daß ihr eine Aufgabe im Stoffwechsel des Zentralnervensystems und besonders im Stoffaustausch mit den Gefäßen und der Hirnoberfläche zukommt (SCHALTENBRAND und BAILEY 1928, NIESSING 1950, LEONHARDT 1951). Diese Meinung wird gestützt durch Beobachtungen an pathologischem Material und durch experimentelle Untersuchungen (NIESSING, LEONHARDT). Auch der überraschende Nachweis rhythmischer Pulsationen der Gliocyten (LUMSDEN und POMERAT 1951, POMERAT 1952) hat bisher zu keiner endgültigen Klärung des Problems geführt. Nach wie vor ist die Bedeutung der Glia im normalen Geschehen unbekannt.

Da mit großer Wahrscheinlichkeit angenommen werden kann, daß ein so differenziertes Gewebe, wo immer es auftritt, die gleiche Aufgabe hat, erscheint es lohnend, die Glia der niederen Wirbeltiere zu studieren, um vielleicht von hier aus neue Anhaltspunkte zu gewinnen oder doch wenigstens das Allgemeingültige schärfer zu erfassen.

Über die Neuroglia von Amphioxus, Zyklostomen und Selachiern haben F. NANSEN (1887), G. RETZIUS (1891—1893), M. v. LENHOSSEK (1892—1895), F. W. EURICH (1898) und E. MÜLLER (1899) berichtet. Ihre Untersuchungen beschränken sich an Selachiern auf das Rückenmark von Embryonen. Die Glia wurde teils durch Silberimprägnationen nach GOLGI, teils durch modifizierte WEIGERTSche Gliafärbung dargestellt. In der vorliegenden Arbeit wird die Faserglia im *Gehirn geschlechtsreifer Selachier* beschrieben, die sich mit der von CAJAL angegebenen Goldsublimatmethode sehr prägnant darstellen läßt und durch die Größe ihrer Zellen und Fortsätze auffällt. Durch das Vorherrschen der ependymalen Glia erhält die Gliaarchitektur bei den Scylliorhinusarten eine besondere Note. Im I. Teil wird die allgemeine Histologie dieser

* Die Arbeit wurde mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt.

Glia dargestellt, danach die Gliaarchitektur in den einzelnen Gehirnabschnitten und schließlich soll noch kurz über die Faser-Glia im Rochengehirn berichtet werden.

Material und Methode.

Untersucht wurden Gehirne von *Scylliorhinus canicula*, *Scyllium stellare*, von *Torpedo marmorata* und *ocellata* sowie *Raja radiata*. Zur Darstellung der Gliafasern wurden die frischen Gehirne nach der Goldsublimatmethode von CAJAL 48 Std in Brom-Formol fixiert, dann auf dem Gefriermikrotom 20–60 μ dick geschnitten und 3–6 Std bei 24–26° imprägniert. Daneben wurden Schnittserien nach GOMORI mit Chromalaun-Hämatoxylin-Phloxin, nach HEIDENHAIN mit Azan und nach der Perjodsäure-Schiff-Reaktion mit Fuchsin gefärbt. Die Gehirne wurden lebensfrisch fixiert. Außerdem wurden Nativpräparate mit dem Phasenkontrastmikroskop untersucht.

I. Allgemeine Histologie.

a) *Die ependymale Glia bei Scylliorhinus.* Streng genommen gehören zur ependymalen Glia nur die Zellen, deren Kerne im Ependym liegen (Abb. 1). Ihre Fortsätze haben einen gestreckten Verlauf, der schon v. LENHOSSEK und E. MÜLLER auffiel. Als ependymale Gliazellen werden von den Autoren auch Zellen bezeichnet, deren Kerne zwar außerhalb des Ependyms gelegen sind, die aber nur einen kurzen Fortsatz ventrikelwärts und einen längeren zur Hirnoberfläche senden. Beide Fortsätze verlaufen ebenso gestreckt wie die der Ependymgliazellen. Der gerade oder großbogige Verlauf dieser Fasern unterscheidet sich von dem Verlauf der Astrocytenfortsätze so sehr, daß man die beiden Zellformen, die ependymalen Gliocyten und die Astrocyten, trennen muß ohne Rücksicht auf die Kernlage. In meinen Präparaten finde ich ependymale Gliocyten, deren Kerne mitten in der nervösen Substanz liegen, deren ventrikelwärts gerichteten Fasern genau so lang oder noch länger sind als die Fasern, die zur Hirnoberfläche ziehen. Auf die relative Länge der beiden Fortsätze möchte ich deshalb im Gegensatz zu den älteren Autoren keinen Wert legen.

Da bei *Scylliorhinus* an einigen Stellen auch Astrocyten vorkommen, deren Kerne im Ependym liegen (Abb. 1), erscheint mir die Bezeichnung ependymale Glia für die gestreckte, faserige Glia irreführend. Ich schlage für alle gestrecktfaserigen Gliazellen, gleichgültig, ob ihr Zellkern im Ependym oder mitten in der nervösen Substanz liegt, die Bezeichnung „Tancyten“ (*ταύς* = gestreckt, langgezogen) vor und unterscheidet „ependymale Tancyten“, deren Zellkerne im Ependym liegen, von „extraependymalen Tancyten“, deren Kerne in die Nervensubstanz eingebettet sind.

Die „ependymalen Tancyten“ sind unipolar (Abb. 1). Ihr kernhaltiger Zellteil bildet das knopfartig verdickte Ende der Faserfortsätze im Ependym. Die mit Gold imprägnierte Faser verdämmt in der Nähe des Zellkernes und überschreitet diesen in Richtung auf den

Ventrikel nicht. Diese Feststellung stimmt mit den Beobachtungen von E. MÜLLER und G. RETZIUS an Cyclostomen überein. Auch am Gomori-

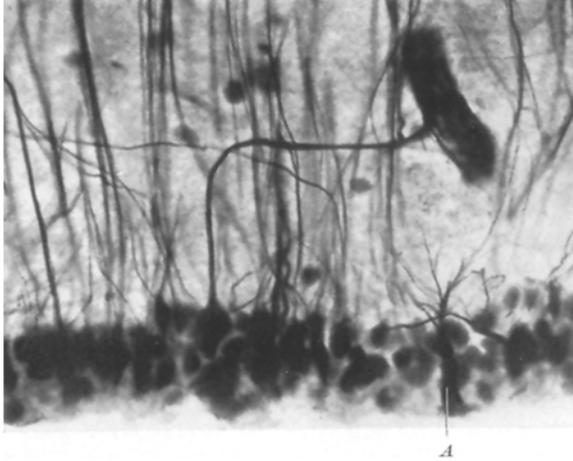


Abb. 1. Ependymale Tanycyten mit geraden Fortsätzen. Rechts ein ependymaler Astrocyt (A). (*Scyllium stellare*, basales Telencephalon. Goldsublimat. Vergr. 360fach.)

Präparat, in dem die Faser-glia oft gut zu sehen ist (Abb. 2), verliert sich die Fibrillierung in der Nähe des Kerns. Die Kerne sind in der Richtung der Fasern mehr oder weniger gestreckt, manchmal zu langen Zylindern ausgezogen (Abb. 3). Eine innere, das Ependym gegen die Nervensubstanz abschließende Membrana limitans interna ist nicht ausgebildet. Wo ein

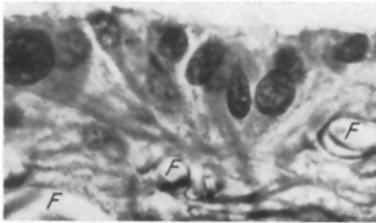


Abb. 2. Ependymale Tanycyten. F Markhaltige Nervenfasern. (*Scylliorhinus canicula*, Medulla oblongata. Chromal.-Hämatox.-Phloxin, Vergr. 530fach.)

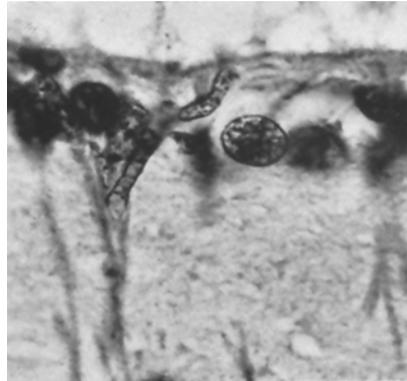


Abb. 3. Langgestreckte Kerne der Ependymglia, Lobus lateralis des Hypothalamus. (*Scyllium stellare*. Chromal.-Hämatox.-Phloxin. Vergr. 740fach.)

hoher mehrreihiger Ependymbelag vorhanden ist, ziehen die zu ventrikelnah gelegenen Perikaryen gehörenden Gliafasern bis dorthin, wobei sie zwischen den anderen Gliocytenkernen verlaufen.

Die Zahl der Gliafasern, die ihren Ursprung im Ependym nimmt, schwankt stark. Wo das zentrale Höhlengrau gut ausgebildet ist, wie an einigen Stellen im Telencephalon, im Mes- und Rhombencephalon, stehen die Gliafasern dicht; dort ist dann auch der Ependymbelag mehrreihig. Wo Körnerschichten oder gar Nervenfasermassen dem Ependym unmittelbar anliegen, ist dieses einreihig; hier liegen die sonst meist radiär gestellten Ependymkerne oft mit der Längsachse parallel zur Ventrikeloberfläche (Abb. 2). Im allgemeinen streben die Zellfortsätze radiär durch die Nervensubstanz der Hirnoberfläche zu. Dabei verlaufen sie entweder einzeln oder in kleinen Bündeln von einigen Fasern gemeinsam, die mehr oder weniger kurz hinter ihrem Ursprung vom Perikaryon zusammentreten (Abbildung 3 und 5). Dichte, Bündelung und Verlauf der Fasern sind für die verschiedenen Hirnteile spezifisch und bilden die strukturellen Variablen einer unterschiedlichen Gliearchitektur.

Der gestreckte Verlauf der Tanycytenfasern wird von den älteren Autoren als starr bezeichnet, was E. MÜLLER dazu verführt, den Fasern auch eine höhere Biegefestigkeit beizumessen. Starrheit müßte sich in den Präparaten

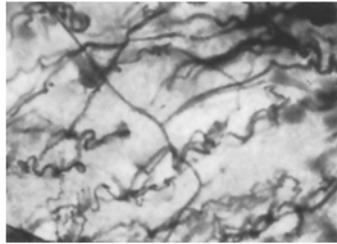


Abb. 4. Aufgerollte Gliafasern aus dem Tuberculum dorsale caudale des Telencephalon. (*Scyllium stellare*. Glodsublimat. Vergr. 400fach.)

an zerrissenen Stellen oder bei Quetschversuchen am lebendfrischen Material in einer Stemmwirkung kundtun. Eine starre Faser darf sich nicht kleinwellig zusammenstauchen lassen, sondern muß großbogig ausweichen oder durch Strukturbrüche knicken. Wo die Fasern durch Einschrumpfen des umgebenden Gewebes gestaucht sein könnten, sieht man aber einen kleinwelligen korkzieherartigen Verlauf von einer gewissen Regelmäßigkeit (Abb. 4).

Wenn die Fasern, wie es scheint, zusammengeschnürt sind, müssen sie vorher gestreckt gewesen sein. Die Tatsache, daß Fasern eines Bündels die gleiche Wellung zeigen, ist bemerkenswert, kann aber wie die Wellung der Einzelfasern bei unserer geringen Kenntnis von der Intimstruktur der Fasern vorläufig nicht gedeutet werden. In diesem Zusammenhang möchte ich noch auf die Abb. 17 und 21 (*Acanthias*-embryo, Rückenmark) sowie Abb. 23 und 25 (Teleostier, Rückenmark) von E. MÜLLER verweisen, wo diese Wellung ebenfalls zu sehen ist. In der Abb. 17 verweist MÜLLER besonders auf die hakenförmigen Umbiegungen der Gliafasern, die ich in meinen Präparaten ebenfalls hin und wieder finde. Die Haken sind die abgeschnittenen Enden von Gliafasern, die sich umgebogen haben. Auch im Nativpräparat habe ich gelegentlich aufgerollte Fasern gefunden. Die Wellung kann also nicht

erst durch die Fixierung oder spätere Behandlung der Präparate bedingt sein.

Die Bilder der zusammengerollten Gliafasern und die hakenförmige Krümmung der abgeschnittenen Faserenden lassen die Vermutung zu, daß der gestreckte Verlauf, wie man ihn meistens sieht, durch Zugbeanspruchung *in situ* bedingt sei. Wenn man schon die Auffassung von starren Stützfasern wegen der Wellung ablehnen muß, wäre immer noch denkbar, daß sie der nervösen Substanz als eine Gitterkonstruktion zugfester Fasern Halt geben könnten. Dagegen spricht die Beobachtung am frischen Zupfpräparat, bei dem die Gliafasern viel leichter als die Nervenfasern zerreißen. Ein weiteres Argument gegen diese Annahme einer mechanischen Funktion ist durch die *Anordnung* der Gliafasern gegeben.

Das Gehirn liegt bei den Haien mit der umhüllenden Pia mater in einer weiten Knorpelkapsel. Der Hohlraum ist fast ganz von Flüssigkeit erfüllt, so daß kein engerer Kontakt mit der Wand besteht, wenn man von der Hypophysengegend und den Stellen absieht, wo die Gehirnnerven die Schädelkapsel verlassen. Mechanisch gesehen ist das Gehirn von Scylliorhinus eine liquorgefüllte Blase, die in einer Flüssigkeit schwimmt und nach außen durch einen kräftigen elastischen Knorpelmantel geschützt ist. Eine Deformierung des Gehirns ist bei dieser Unterbringung kaum vorstellbar. Wenn aber die Blase wirklich deformiert wird, kann sie vor Zerreißen nur durch Gurtung bewahrt werden, also durch Fasern, die oberflächenparallel verlaufen. Wie wir noch genauer sehen werden, ist der radiäre Verlauf der Gliafasern dort am besten ausgeprägt, wo eine verhältnismäßig dünne Gehirnwand einen weitlumigen Ventrikel umkleidet. Die radiären Faserzüge können in ihrer Hauptrichtung auf Zug beansprucht werden, wenn die Gehirnwand dicker wird. Sie könnten nach ihrem Verlauf also nur einer Schwelung der nervösen Substanz Widerstand leisten, der sich in Erhöhung des Wanddruckes bemerkbar machen müßte.

Sicherheit über die Reichweite, Verteilung und Aufzweigung der ependymalen Tancyten ist nur dort gegeben, wo allein solche Zellen vorkommen, deren Kerne im Ependym gelegen sind. Liegen im gleichen Hirnabschnitt noch extraependymale Tancyten, dann ist häufig nicht zu entscheiden, zu welchen Zellen die einzelnen Fasern gehören. Im Lobus inferior und in den Lobi laterales des Hypothalamus liegen alle Gliazellkerne im Ependym. Die Wände dieser basalen Vorwölbungen sind nur 1—1,5 mm dick. Als Beispiel einer reinen *ependymalen Tancytenglia* soll die des Lobus lateralis besprochen werden. Die innerste Lage seiner Wand wird von einem einreihigen Ependym gebildet, unter dem eine schmale molekulare Schicht liegt (Abb. 5). Ihr folgt nach außen eine Körnerschicht mit verhältnismäßig kleinen Ganglienzellen,

die nach dem Ependym zu scharf begrenzt ist, nach außen hin aber allmählich in eine molekulare Schicht übergeht. Diese nimmt ungefähr $\frac{2}{3}$ der ganzen Wanddicke ein und enthält keine oder doch nur vereinzelte Zellkerne.

Die Gliazellkerne liegen, von ganz vereinzelt Ausnahmen abgesehen, in der innersten ependymalen Kernlage. Die goldimprägnierten Fasern entspringen in der Nähe des Zellkerns und durchsetzen die ganze Wand bis zur Pia mater. Dabei verlaufen sie radiär durch die Nervensubstanz. Schon bei ihrem Ursprung legen sich hier 4—10 faserhaltige Fortsätze zusammen und bilden Bündel, die sich beim Austritt aus der Körnerschicht zu noch dickeren Strängen von 10 und mehr Fortsätzen vereinigen. Einzelne Fasern und kleinere Faserbündel ziehen daneben selbständig durch die nervöse Substanz oder schwenken von einem Bündel, dem sie ein Stück weit angehört haben, ab und schließen sich auch gelegentlich einem anderen Bündel wieder an. Die Fasern verlaufen in den Bündeln einander parallel. Eine zopfartige Verflechtung wie bei kollagenen Faserbündeln besteht nicht. Die Dicke der Faserbündel nimmt wie die Dicke der meisten Einzelfasern jenseits der Körnerschicht rasch ab. Eine bestimmte Anzahl von kräftigen Fasern läuft zur Pia durch und bildet dort eine flächenhafte Verbreiterung oder zieht hakenförmig zurückgekrümmt wieder in die Molekularschicht. In ihr zweigen sich die Fasern fein auf und verlieren sich. Auch in der Körnerschicht trifft man äußerst feine Gliafasern, die sich dort von derberen Fasern abgespalten haben. Daß die feinen Fasern sich miteinander verbinden, konnte ich nicht sehen.

Die Beziehungen der größeren Fasern zu den *Gefäßen* werden unten (S. 597) genauer dargestellt. Auch diese einfachste Form der ependymalen Glia zeigt in den verschiedenen Hirnabschnitten eine verschiedene Faserarchitektur (Abb. 6).

Eine ependymale Glia, bei der nur *eine* dem Ventrikelbelag angehörende Zelle vorhanden ist, gibt es nur dort, wo die Wand des

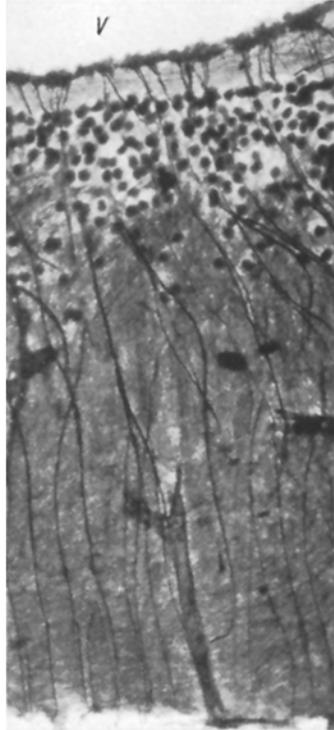


Abb. 5. Ependymale Tanycyten-glia des Lobus lateralis hypothalami. V Ventrikel. (Scyllium stellare. Goldsublimat. Vergr. 145fach.)

Zentralnervensystems nicht zu dick ist. Wenn die Wandstärke mehr als 2 mm beträgt, findet man immer auch *extraependymale Tanycyten* (Abb. 7), deren Zellkerne sich mitten in der nervösen Substanz befinden. Hier liegen sie nicht mehr in einer bestimmten Schicht der Wand, sondern bald in der Mitte, bald dem Ventrikel, bald der äußeren Oberfläche angenähert oder dieser unmittelbar angelagert. Ihre Fasern zeigen den gleichen gestreckten oder großbogigen Verlauf und gleiche Faserrichtung wie die der ependymalen Tanycyten. In günstigen Fällen kann man

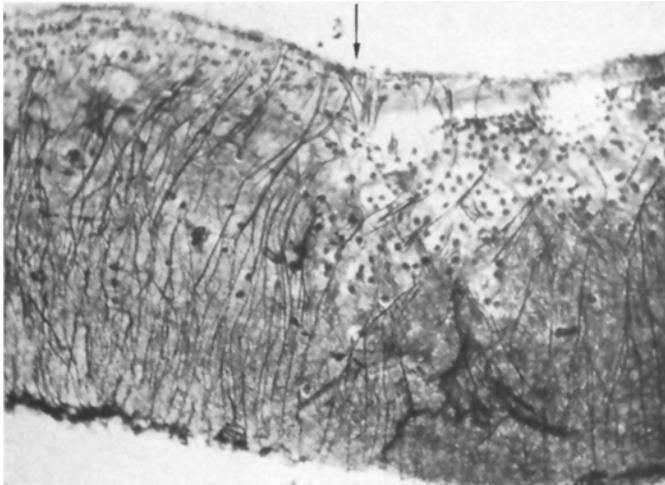


Abb. 6. Grenze der Gliarchitektur (↓) zwischen Lobus lateralis (links) und Lobus medialis hypothalami. (*Scyllium stellare*. Goldsublimat. Vergr. 90fach.)

erkennen, wie die Fasern dieser außerhalb des Ependyms gelegenen Gliocyten sich denen aus dem Ependym entspringenden anlegen und sich mit ihnen zu Bündeln vereinigen. Die Art der Bündelung, die für bestimmte Gehirnabschnitte charakteristisch ist, wird ohne Rücksicht auf die Lage der Perikarya beibehalten. Wenn man die Lage des Kernes nicht kennt, sind diese Fasern nicht von denen der Ependymglia zu unterscheiden. Der kernhaltige Zellteil liegt im Verlauf der Faserrichtung oder dem faserhaltigen Teil seitlich an. Im ersteren Fall ist der Kern von den Fasern verdeckt und nur als spindelige Auftreibung zu erkennen. Im zweiten Fall scheinen die Fasern an dem kernhaltigen Zellteil vorbeizulaufen. In vielen Fällen zieht aus dem kernnahen Faserstück ein besonders kräftiger Zweig zu einem nahen Blutgefäß, und befestigt sich dort (Abb. 7).

Die Fasern verlaufen in der Regel radiär, d. h. sie ziehen vom Ependym zur Oberfläche. Wo der radiäre Verlauf nicht zur Oberfläche führt, wie im Septum zwischen den Ventrikeln des Telencephalon, biegen sie

nach der Oberfläche um, wobei sich die Faserzüge in regelmäßigen Winkeln überkreuzen können (Abb. 8). Außer diesen topographisch bestimmten Abweichungen vom radiären Verlauf gibt es fast überall im Gehirn auch einzelne Fasern oder Faserbündel, die rechtwinkelig zu dieser Richtung ihren Weg nehmen. Häufig findet man derartige Fasern im zentralen Höhlengrau, nicht selten aber auch mitten in der nervösen Substanz. Schräg oder in kleineren Bogen verlaufende Fasern kommen ebenfalls vor; besonders gefäßnahe Gliafasern weichen oft von der allgemeinen radiären Richtung ab, um sich mit einem Gefäßrohr zu verbinden (Abb. 11). Dennoch verlaufen die meisten Faserbündel innerhalb eines Gehirnabschnittes einheitlich und annähernd parallel (Abb. 6). Erst die feineren Gliafasern, die sich von den dickeren abzweigen, durchziehen die nervöse Substanz ohne eine bevorzugte Richtung einzuhalten.

Nicht alle ependymalen Zellen, deren Perikaryon außerhalb des Ependyms gelegen sind, sind bipolar gebaut. Auch unipolare Gliazellen können außerhalb des Ependyms liegen. Der Charakter der ependymalen Glia, deren Kerne im Ependym oder außerhalb liegen können, kommt also darin zum Ausdruck, daß 1, 2 oder auch 3 kräftige Fortsätze vom Perikaryon ausgehen und gradlinig oder großbogig über

eine längere Strecke verlaufen. Auch ihre Verzweigungen sind gestreckt. Bei den Scylliorhinusarten stehen die Tancyten an Anzahl weit im Vordergrund. Sie bilden fast ausschließlich den Kontakt mit der äußeren Oberfläche, an der sie entweder Füßchen oder Bügel bilden. Dort, wo

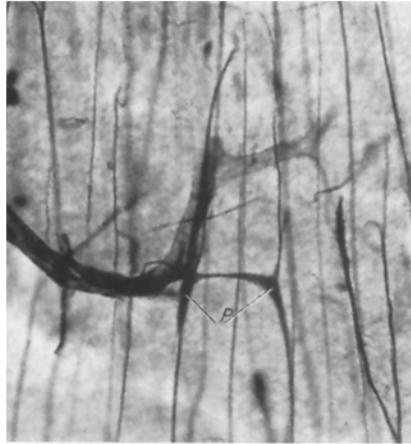


Abb. 7. Extraependymale Tancyten. *P* Perikarya. (Telencephalon, *Scyllium stellare*. Goldsublimat. Vergr. 300fach.)

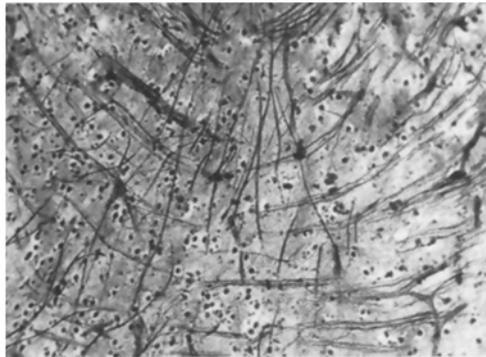


Abb. 8. Gliafaserzüge, die sich überkreuzen, aus dem dorsalen Telencephalon in der Nähe des Septums. (*Scyllium stellare*. Goldsublimat. Vergr. 40fach.)

der Hirnmantel verhältnismäßig dünn ist, stellen sie den einzigen vorkommenden Typ der Gliazellen dar.

b) *Astrocytenglia*. Neben dem eben geschilderten langausgezogenen Zelltyp findet man im Ependym gelegentlich Zellen, deren Ausläufer sich ebenfalls mit Goldsublimat imprägnieren lassen und die sich unmittelbar unter dem Ependym reich verzweigen (Abb. 1). Ihre Fortsätze sind weniger gestreckt als die der oben beschriebenen Zellen und dringen nicht weit in das Nervengewebe ein. Die Art ihrer Verzweigung ist die der *Astrocytenglia*. Ihr Perikaryon liegt im Ependym; sie sind

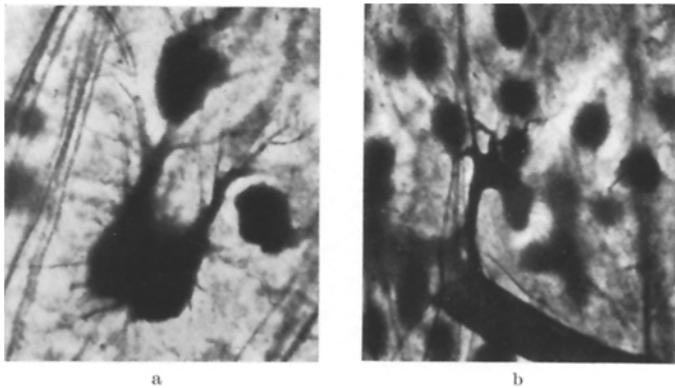


Abb. 9a u. b. Astrocyten. a Teilungsform, Vergr. 820fach. b Beachte Verbindung zum Gefäß, Vergr. 400fach. Telencephalon. (*Scyllium stellare*. Goldsublimat.)

deshalb unipolar. Der Fortsatz, aus dem die Verzweigungen hervortreten, ist kurz und breit.

Viel häufiger werden ganz ähnliche Zellen mitten in der nervösen Substanz, besonders in den kernhaltigen Teilen, gefunden (Abb. 9). Hier sind sie nicht unipolar. Von einem meist etwa länglichen Perikaryon gehen kurz verzweigte Äste nach allen Seiten ab. Sie unterscheiden sich nicht von den Astrocyten, wie sie bei höheren Tieren bekannt sind. Ihre feinsten Verzweigungen verdämmern in der nervösen Substanz. Auch bei ihnen verbindet sich häufig eine kräftige Faser mit einem Gefäß in der Nachbarschaft (Abb. 9b). Oft sitzen sie der Gefäßwand direkt auf und schicken von da ihre Ausläufer in die nähere Umgebung. Wie sich bei der Darstellung der Gliearchitektur ergeben wird, kommen sie nicht in allen Hirnteilen gleich häufig vor.

c) *Glia und Gefäße.*

Gefäße: Die Gefäßstämmchen, welche die Hirnsubstanz von der Oberfläche her durchsetzen, ziehen wie die langgestreckten Gliafasern zunächst radiär auf die Ventrikel zu. Dabei geben sie rechtwinklig oberflächenparallel verlaufende Ästchen ab, von denen wieder radiäre Zweige entspringen. Die Ramifikation erfolgt in

regelmäßigen Abständen. Die radiären Gefäße dringen bis in die Nähe des Ventrikels, wo sie ein verhältnismäßig weitmaschiges Netz unter dem Ependym bilden, wenn das zentrale Höhlengrau gut entwickelt ist. Die Gefäßdichte schwankt in den verschiedenen Hirnteilen und Schichten erheblich (Angioarchitektur).

Beziehungen der Gliafasern zu den Gefäßen: Der Kontakt der Gliafasern mit den Gefäßen wird 1. durch die Anlagerung (Abb. 7) und 2. durch Füßchenbildung gebildet (Abbildung 12).

1. Bei der *Anlagerung* an die Gefäße verlaufen die Gliafasern entweder ein Stück weit dem Gefäß entlang oder sie umgreifen es mehr oder weniger weit (Abb. 7 und 10). Viele Fasern verlassen dann wieder das Gefäß, ohne daß eine Verzweigung zu erkennen ist. Häufig aber splittieren sie bei Berührung des Gefäßes auf und überziehen die Gefäßwand mit einem feinen Filz dünner Gliafasern. Die einzelnen Fasern dieses Filzes folgen dabei vorzugsweise der Richtung des Gefäßes (Abb. 10). Andere Fasern schicken beim Verlauf entlang dem Gefäß sehr feine Äste in die nervöse Substanz hinein, die sich bis zur Grenze des Sichtbaren weiter aufteilen. Die Gefäße erscheinen an solchen Stellen wie mit einem feinen radiär abstehenden Zweigwerk von Gliafäserchen besetzt (Abb. 11). Letztere sind nicht an jedem Blutgefäß zu finden; ich vermisste sie immer an den großen Arterien (Abb. 10).

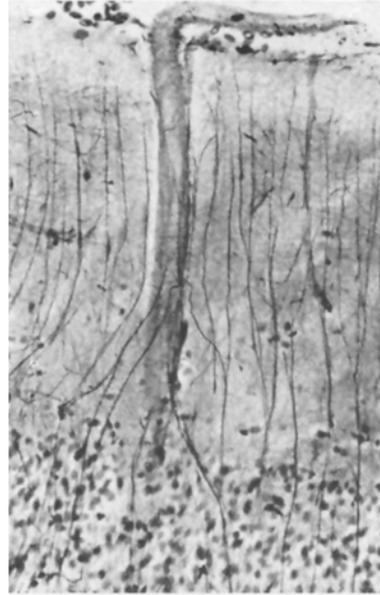


Abb. 10. Eintritt einer Arterie in die basale Rinde des Telencephalon. Die querstehenden Muskelfasern sind eben erkennbar. (Scyllium stellare, Goldsublimat, Vergr. 110fach.)

2. Die derben *Füßchen der Gliafasern* unterscheiden sich von den einfachen Anlagerungen dadurch, daß sich mit ihnen die zuführende Gliafaser stark verbreitert (Abb. 12). In den Präparaten sind diese Gefäßfüße teils durch die Imprägnation tief geschwärzt, teils hängen sie den dunkleren Fasern als heller werdende Kegel an, die in ihrem Inneren keine oder wenig imprägnierbare Substanz enthalten (Abb. 12b). Die intensiv geschwärzten Gefäßfüße sind meist besonders dick und schließen hie und da in sich den Kern einer Gliazelle ein.

Mit den Gliafüßen scheinen manche Fasern zu enden. Bei anderen laufen feine Fasern an der Oberfläche der Füßchen weiter, und legen sich dem Gefäß an oder verlassen es auch wieder. Dabei spalten sie

sich zu feinen Fäserchen auf. Wenn die fübchenbildende Faser schräg auf das Gefäß zustrebt und die Fasern über diese Bildung hinweg weiter verlaufen, kommen Bilder zustande, die der Anlagerung ohne Verbreiterung ähneln (Abb. 10b). Ich sehe darin Übergänge von dem einfacheren Kontakt durch reine Anlagerung zu dem auffälligeren und wohl auch innigeren Kontakt mit Hilfe der kegelförmigen Gliafübchen.

In der Beziehung der Gliafaser zu den Gefäßen besteht insofern eine Polarität, als von den Gefäßen dickere Fasern abziehen, die sich in

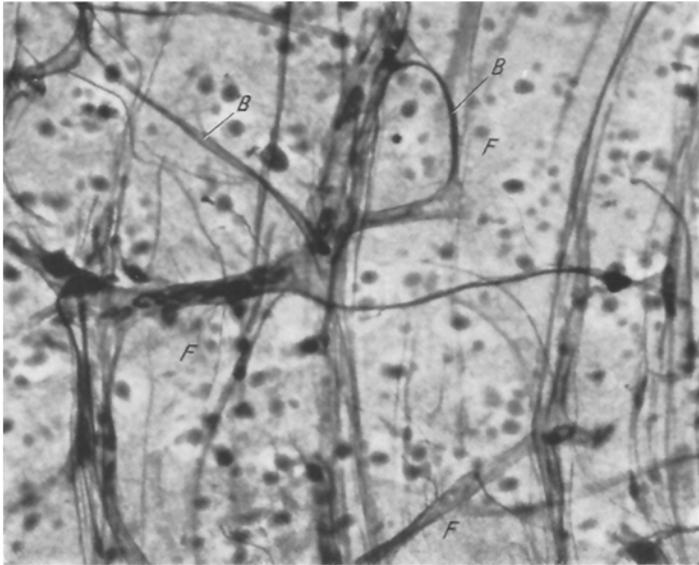


Abb. 11. Faserbündel und Einzelfasern von Tancyten. *B* Gliabügel von Gefäß zu Gefäß; *F* feine Gliafäserchen, die in die nervöse Substanz ziehen. Telencephalon, basale Rinde. (Scyllium stellare. Goldsublimat. Vergr. 300fach.)

der nervösen Substanz durch Verzweigung verlieren, aber niemals eine feine Verzweigung der Gliafasern in Richtung auf das Gefäß zu erfolgt.

Es ist an dem mir bisher zur Verfügung stehenden Material nicht möglich festzustellen, ob alle Gliocyten Anschluß an ein Gefäß finden.

Die Beziehungen der Astrocytenglia zu den Gefäßen. Die Astrocyten besitzen ähnliche Gefäßbeziehungen wie die Tancyten. Am häufigsten liegt das Perikaryon der Astrocyten dem Gefäß direkt an. Die verzweigten Zellausläufer greifen dann zum Teil noch um das Gefäß herum, bevor sie in die nervöse Substanz eintauchen. Andere Zellen sitzen dem Gefäß nur schmalbasig auf und greifen mit ihren Zweigen in die nervöse Substanz, ohne das Gefäß vorher zu umspinnen. Manche Astrocyten reichen mit einem kräftigen unverzweigten Fortsatz an

die Gefäßwand, der dort als Fuß oder als verästelter Faserbelag einen innigen Kontakt herstellt (Abb. 9b). Auch hier könnten Zellen, bei denen keine Gefäßverbindungen zu sehen ist, dennoch außerhalb des Schnittes mit einem Gefäß zusammenhängen.

Die von KEY-RETZIUS (1876), SCHALTENBRANDI und BALLEY (1928) und neuerdings von NIESSING (1953) an den Gefäßen beschriebenen Piatrichter habe ich bei *Scylliorhinus* nicht finden können. Es fehlt den Gefäßen überhaupt eine geschlossene Gliamembran. An den Arterien finde ich nur faserige Gliakontakte (Abb. 10), aber keine Gliafüße, die bei der Maus nach NIESSING gerade für größere Gefäße typisch sind. Für *Scylliorhinus* gilt also der Unterschied im Kontakt der Gliafasern zwischen Kapillaren und Venen bzw. Arterien nicht. Dennoch sind die Gefäße in das System der Gliafasern eingebaut, die immer wieder Kontakte mit ihnen aufnehmen (Abb. 13). Diese Kontakte sind aber an den kleineren Gefäßen inniger als an den größeren (vgl. Abbildung 10 und 13). Die größeren Fasern verbinden häufig 2 Gefäße miteinander (Abbildung 11). Auch die zwischen den Gefäßen laufenden

Gliabügel sind von feinen Fäserchen besetzt, die in die nervöse Substanz ziehen und sich dort aufzweigen.

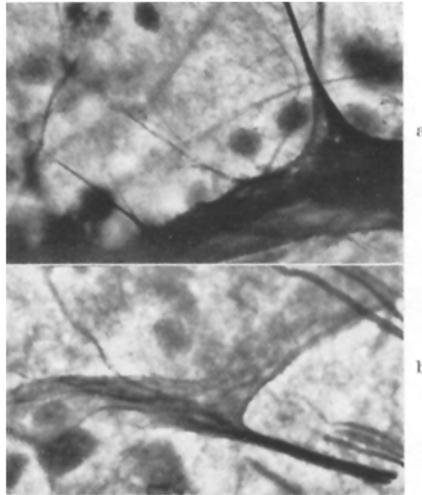


Abb. 12 a u. b. Gefäßfüße von Tancyten. a Vom Gefäß nach links oben abziehende dünne Gliafasern. Telencephalon (Vergr. 650fach). b Schräger Gefäßfuß mit Aufsplitterung der Gliafasern, Zwischenhirn. (*Scyllium stellare*, Goldsublimat. Vergr. 540fach.)

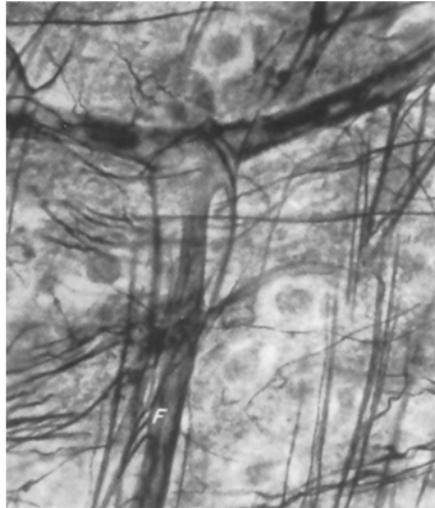


Abb. 13. Tancytenfasern und Gefäße. F Gefäßfüßchen. Laterale Wand des dorsalen Telencephalon. (*Scyllium stellare*, Goldsublimat. Vergr. 315 fach.)

d) *Glia und Oberfläche des Gehirns.* Eine Membrana limitans externa, wie sie bei den höheren Tieren existiert und von MÜLLER im Rückenmark von Acanthias-Embryonen beschrieben wird, läßt sich bei Scyllium mit der Goldsublimatmethode nicht als durchgängige Membran darstellen. Die Gliafasern bilden an der Oberfläche Verbreiterungen, die sich nur wenig imprägnieren lassen. Sie entsprechen den Gliafüßchen an den Gefäßen. Im Bereich dieser Verbreiterungen ist die imprägnierte Substanz aufgelockert und bildet ein schwach gefärbtes Netzwerk (Abb. 14), das oberflächenparallel ausgebreitet ist. So entsteht eine unvollständige Membrana limitans externa. Aus den Randverbreiterungen laufen in

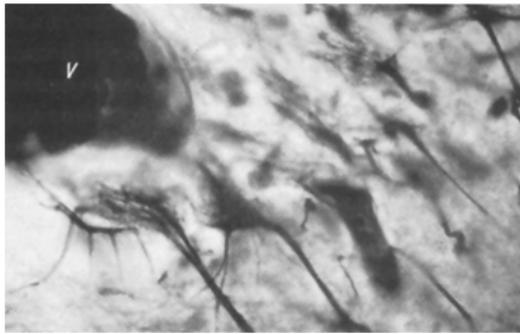


Abb. 14. Subpiale Gliafüße in der Furche zwischen Tr. olfactorius und Telencephalon. In die molekulare Schicht laufen feinste Gliafasern zurück. V Vene der Pia mater. (Scyllium stellare. Vergr. 420fach.)

die Hirnsubstanz feine Gliafasern wieder zurück und teilen sich bis zur Unsichtbarkeit auf (Abb. 14). An Schnitten, die senkrecht zur Oberfläche verlaufen, entsteht dadurch der Eindruck von Bügeln oder hakenförmigen Umkrümmungen, wenn die durchlaufenden Fasern sich nicht gleich aufteilen. Wo Gefäße in der Glia verlaufen, sind die Faserfüßchen besonders groß und zahlreich.

An Chromalaun-Hämatoxylin-Phloxin-Präparaten sieht man die perivasculäre Basalmembran und die bindegewebige Hülle des Zentralnervensystems als blauschwarze Linie. Die Gliafasern und -füßchen sind hellrot gefärbt. Sie liegen der bindegewebigen Membran an und sind eindeutig von ihr zu unterscheiden. Der hellrote Gliasaum, der dünner als 1μ sein kann, ist nur dort überall zu sehen, wo die Gliafüße dicht stehen, also an den gefäßnahen Bezirken. Dazwischen gibt es Gebiete, die keinen Gliasaum zeigen. Möglicherweise ist er nur sehr dünn. Das gleiche ergibt die Untersuchung nach Perjodsäure-Schiff-Reaktion. Hier leuchten die bindegewebigen Gefäßhüllen und Piaanteile rot auf, während die Glia und das Nervengewebe matt rosa gefärbt sind.

In der Ausbildung des Oberflächenkontaktes bestehen in den Gehirngebieten Unterschiede. Im Telencephalon sind die Füßchen besonders breit und zahlreich, in anderen Gehirngebieten dagegen schmaler und weniger häufig.

Die Gehirnoberfläche ist bei Scylliorhinus wie bei anderen Wirbeltieren von Liquor umspült. In der Gehirnsubstanz liegen aber, wie schon erwähnt, um die Gefäße keine VIRCHOW-ROBINSchen Räume. Diesen Räumen ähnlich verhält sich der mediane Längsspalt zwischen den Tubercula ventralia. Hier sind die Hirnbläschen der beiden Seiten

durch einen sehr schmalen Spalt getrennt, der von Gefäßen und lockerem Bindegewebe gefüllt ist. In diesem Spalt, der der übrigen Hirnoberfläche entspricht, ist die Nervensubstanz durch zahlreiche Gliafüßchen vom Bindegewebe getrennt. Der Spalt wird dort, wo die beiden Endhirnbläschen völlig miteinander verlötet sind, zu einem Bindegewebsstrang, der mehrere Gefäße enthält. Der Spalt sowohl wie der Bindegewebsstrang ist viel dichter von Gliafüßchen besetzt (Abb. 15), als die freie Hirnoberfläche. Bei geeigneter Schnittrichtung entstehen hier Bilder, die an Piatrichter erinnern. Die gliale Membran liegt aber nicht einem einzelnen Gefäß an, sondern

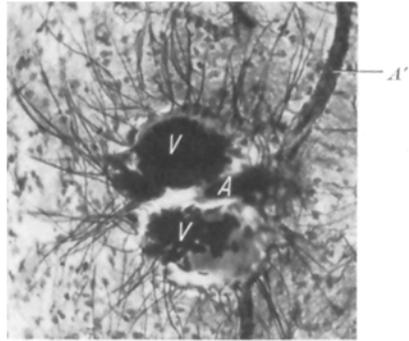


Abb. 15. Bindegewebsstrang mit Arterie (A) und Vene (V) von einer Gliagrenzmembran umgeben, die durch einzelne Gliafüßchen gebildet wird. In der Nervensubstanz verlaufende Arterie (A') hat keine Gliascheide. (Scyllium stellare. Telencephalon. Goldsublimat. Vergr. 40fach.)

einem Bindegewebsstrang, der Arterien und Venen enthält und seiner Herkunft gemäß als ein Stück Hirnoberfläche zu betrachten ist. Ähnliche Gliastrukturen finden sich auch in dem Sulcus zwischen Telencephalon und Lobus olfactorius. Etwas weniger gut ausgebildete „Trichter“ sieht man im dorsalen medialen Längsspalt des Kleinhirns (Abb. 24).

In allen diesen Fällen liegen also keine Gefäßtrichter vor, sondern besonders dicke Oberflächenfüße, die zu beiden Seiten von tief einschneidenden schmalen Furchen liegen. Sobald die Gefäße in das Zentralnervensystem eintreten, werden sie nicht mehr von einer geschlossenen Gliamembran umgeben. Dies gilt ohne Rücksicht auf ihr Kaliber und ihre Zugehörigkeit zum abführenden oder zuführenden Schenkel.

Zur Klärung der Frage, ob bei den Haien eine Liquorgehirnschranke existiert, wurden einige orientierende Trypanblauversuche durchgeführt. Das Ergebnis war folgendes: Spritzt man Trypanblau in die Schädelkapsel ein, so wird das Gewebe bis zur Nervensubstanz intensiv blau gefärbt. Das Trypanblau ist in Bindegewebszellen gespeichert. Spritzt

man in den Ventrikel — die Tiere überleben diese Injektion —, dann findet man in der nervösen Substanz kleine, mit Trypanblau beladene Zellen. Schon am ungefärbten dicken Schnitt ist zu erkennen, daß das Trypanblau vom Liquor her ein Stück weit in das Gehirn eingedrungen ist. Injektionen in die Blutbahn wurden nicht durchgeführt. Das Trypanblau tritt also aus der Perilymphe nicht in das Hirngewebe ein.

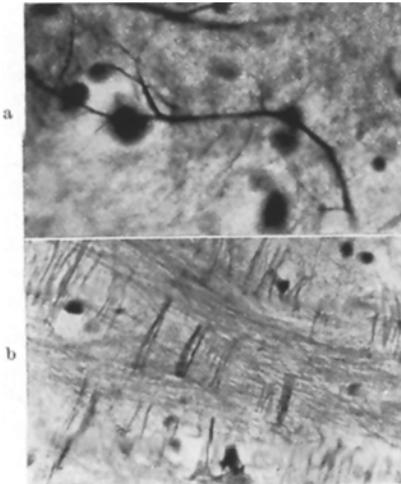


Abb. 16a u. b. a Aufteilung einer Tanycytenfaser in der grauen Substanz, Telencephalon. (Vergr. 420fach.) b Rechtwinklige Kreuzung der Nervenfasern durch breite Gliafaserbündel. Tr. n. optici. Vergr. 225fach. (Scyllium stellare, Goldsubimat.)

e) *Glia und nervöse Anteile.* Ich habe versucht, zwischen Kerngebieten und reinen Faserzügen Unterschiede hinsichtlich des Faserverlaufes, der Verzweigung und des relativen Anteils der verschiedenen Gliazelltypen herauszufinden. Es gibt nur wenige Stellen, an denen zwischen den Bündeln eines Nervenfaserszuges keine Ganglienzellen liegen. Außerdem sind massive Kerngebiete selten, wenn man von den verschiedenen Anhäufungen von Körnerzellen absieht. Die Kerne sind sehr diffus und bestehen bei Scylliorhinus abgesehen vom zentralen Höhlengrau des Mittelhirnes und den Purkinjezellen im Kleinhirn nur aus Anhäufungen kleiner Ganglienzellen oder aus weit zerstreuten großen Zellen.

Bei den langen ependymalen Tanycyten, die durch das zentrale Höhlengrau, eine Faserschicht, eine Körnerschicht und schließlich noch durch die molekulare Randschicht ziehen, sind die Beziehungen zwischen Gliafasern und nervöser Substanz am besten zu beobachten.

In der molekularen Schicht und dort, wo Ganglienzellen in kleinen Komplexen zusammenliegen, sind feine Aufzweigungen der Gliafasern am häufigsten (Abb. 16a). Die Ganglienzellen werden von feinen Fäserchen umspinnen. Sie zweigen von den gröberen Fasern häufig am Gefäß oder in Gefäßnähe ab (Abb. 11 und 12). Reichlich Astrocyten findet man in der Körnerschicht des basalen Cortex (GERLACH) des Telencephalon. In den Körnermassen des Kleinhirns sind nur verhältnismäßig wenig Gliafasern zu finden. Sie sind nicht oder nur wenig gebündelt und verlaufen nicht gestreckt, sondern mehr geschlängelt.

Wenn die Tanycytenfasern Nervenfasern durchsetzen, stehen sie auffallend regelmäßig senkrecht zum Faserverlauf und ziehen in

Lücken zwischen den Faserbündeln (Opticusfasern in der Wand des Zwischenhirns, Abb. 16 b).

Die weiter vom Ventrikel entfernten Partien des Opticus, besonders an der Eintrittsstelle des Opticus, weisen zwischen ihren Bündeln Astrocytenglia auf, die nur verhältnismäßig kurze Fortsätze besitzt. Mit ihnen umgreifen die Gliazellen die einzelnen Faserbündel. Auch der freie Nervus opticus ist von Astrocytenglia durchsetzt. In Längsschnitten scheinen die Astrocyten unipolar oder bipolar zu sein. An Querschnitten zeigt sich aber, daß sie mehrere Faserbündel mit ihren Fortsätzen umgreifen, also Astrocytencharakter haben. Die Verhältnisse sind ähnlich wie CONTU (1951) sie für den Nervus opticus der Reptilien beschrieben hat. Auch sonst im Zentralnervensystem umgreifen solche Astrocyten die Faserbündel. Sie unterscheiden sich von den anderen Astrocyten durch die Kürze ihrer Fortsätze. Die Gliafasern verlaufen also überwiegend quer zu den Nervenfaserbündeln. Doch findet man auch hier und da einzelne längs verlaufende Fasern.

Die großen Zellen des zentralen Höhlengraus werden von den kräftigen Gliafasern überzogen, die ihren Ursprung im Ependym haben. Die Fasern biegen um die Zellen herum, behalten aber im ganzen ihre radiäre Richtung bei. Diese Zellen sind nicht von feinen Gliafasern umhüllt.

Daß ependymale Glia bei niederen Fischen im Rückenmark geschlechtsreifer Tiere vorkommt, ist durch die eingangs erwähnten älteren Autoren festgestellt worden. Im Gehirn der Scylliorhinusarten stehen die Tanycyten im Vordergrund, die Astrocyten überwiegen nur an einzelnen wenigen Stellen.

f) *Glia und Wachstum.* Die niederen Fische wachsen noch lange nach der Geschlechtsreife, auch ihr Gehirn nimmt noch an Umfang zu. Im Laufe der frühen Ontogenese werden die Zellen des Zentralnervensystems aus der Zone der ventrikulären Mitosen gebildet und wandern von da in Richtung auf die Oberfläche. Ob dies bei einem vollfunktionierenden Gehirn möglich ist, mag dahingestellt bleiben. Jedenfalls finde ich immer wieder Verdoppelungen von Gliocyten, die nur aus einer Zellteilung hervorgegangen sein können. Abb. 9a zeigt 2 Astrocyten, die symmetrisch nebeneinanderliegen und wohl durch Teilung einer Zelle entstanden sind. Ähnliche Bilder sieht man auch an Tanycyten. Ob die Zellteilung mitotisch oder amitotisch vor sich geht, vermag ich nicht zu sagen. Sicher ist aber ein Nervensystem, das an Masse zunimmt, nicht zellkonstant. Da die Verteilung der Astrocyten und Tanycyten für die Hirnteile bei allen Größen der Tiere spezifisch ist, und keine Proportionsänderungen der Gehirnteile in Erscheinung treten, ist die Tanycytenglia keine larvale oder embryonale Glia wie die Ependymglia der Amphibienlarven oder Säugerembryonen.

Zusammenfassung des allgemeinen Teiles.

Die mit Goldsublimat imprägnierte Faserglia des Gehirns von *Scylliorhinus* zeigt 2 Zelltypen: die Tancyten, deren Fasern unabhängig davon, ob ihre Kerne im Ependym oder mitten in der zentralen Substanz liegen, einen gestreckten Verlauf zeigen und die Astrocyten, die den gleichnamigen Gliazellen der höheren Wirbeltiere sehr ähneln. Innerhalb nervöser Fasermassen haben die Astrocyten einen etwas anderen Charakter.

Die Tancyten der verschiedenen Hirnabschnitte weisen hinsichtlich Dichte, Verlauf und Bündelung der Fasern Unterschiede auf. Die Fasern sind verzweigt, ihre feinsten Ausläufer verdämmern in der nervösen Substanz. Die Gliocyten treten mit den Gefäßen in Kontakt, der häufig durch Füßchen besonders gestaltet wird. Eine Gliafaser kann sich mit mehreren Gefäßen verbinden. Die feineren Gefäße sind häufiger und inniger mit Gliafasern besetzt als die größeren Arterien und Venen. Für die Annahme einer aktiven Gefäßänderung durch die Glia besteht kein Anhalt.

An der Hirnoberfläche verbreitern sich die Fasern zu Gliafüßchen, die oberflächenparallele, sternförmige protoplasmatische Ausläufer zeigen. Diese berühren sich untereinander. Von den Oberflächenfüßchen laufen häufig dünne Gliafasern in das nervöse Gewebe zurück. Zwischen Perilymphe und Hirnsubstanz besteht eine für Trypanblau undurchlässige Barriere, nicht aber zwischen Ventrikelinhalt und Hirnsubstanz.

Zwischen den verschiedenen Bestandteilen der nervösen Hirnsubstanz und der Glia bestehen bestimmte Beziehungen. Nervenfasern werden von ependymaler Glia womöglich rechtwinklig gekreuzt. Die Körner-substanzen werden von einzelnen nicht gestreckten Ependymfasern durchzogen. Die Aufsplitterung der Gliafasern ist am deutlichsten in den Nervenzellagen und in der molekularen Substanz. Die Astrocyten sind in den kernreichen Schichten häufiger als in den kernarmen. Die umfangreichen Nervenfasermassen wie die des *N. opticus* haben eine besondere Glia.

II. Die spezielle Gliarchitektur bei *Scylliorhinus*.

a) Das Vorderhirn.

Am Vorderhirn von *Scylliorhinus* sind von außen zu unterscheiden: die beiden *Bulbi olfactorii*, 4 dorsale, 4 ventrale und 2 rostrale Vorwölbungen (KAPPERS 1921, GERLACH 1947 und BECCARI 1951). Vor dem *Tuberculum dorsale caudale* liegt das weniger prominente *Tuberculum dorsale anterius*, durch eine seichte Furche von dem *Tuberculum rostrale* (s. *anterius*) getrennt. Auch die Unterseite zeigt 4 *Tubercula*, die *Tubercula ventralia caudalia* und *rostralia*. Die caudalen *Tubercula* liegen im Bereich des *Telencephalon impar* und gehen ohne scharfe Grenzen in das *Zwischenhirn* über. Diesem reich gegliederten *Telencephalon* entspricht ein kompliziertes Ventrikelsystem.

Aus dem Ventriculus impar, der rostralen Fortsetzung des Zwischenhirncavums zieht nach vorn in der Medianebene ein kurzer Recessus, Rec. internus. Ein engerer Ventrikelkanal führt jederseits in den Ventriculus lateralis, von dem sich 4 Recessus ausbuchten: in den Lobus olfactorius der Rec. olfactorius, nach dorsal der Rec. dorsalis, nach rostral der Rec. anterieus, nach ventral und rostral der Rec. rostralis.

Das Riechhirn.

Am Riechhirn ist der Bulbus olfactorius von dem bei Scylliorhinus kurzen Tractus olfactorius durch eine Furche getrennt. Der Tractus olfactorius geht in die Wand des mittleren Endhirns über.

Der *Bulbus olfactorius* hat eine mediale und eine laterale Anschwellung. Dementsprechend gibt es 2 Gruppen von Glomera olfactoria, welche die Außenzone der Wand der Rec. olfactorii einnehmen (Abb. 17). Die Mitralzellen liegen in der Nähe der Glomera, die kleinen Körnerzellen ventrikelnah (GERLACH). Die Glomera sind von einem dichten Gefäßnetz umspinnen, von dem aus einzelne Gefäße in sie eindringen.

Die Glia des Bulbus olfactorius unterscheidet sich von der des übrigen Telencephalon erheblich. Verfolgt man die ependymalen Gliafasern vom Ventrikel aus, so fällt zunächst die ungleiche Verteilung der Fasern auf. Ventrikelnah liegen mehr Gliafasern (Abb. 18). Sie sind büschelartig zusammengelagert; schon ihre Perikarya konvergieren stark. Deshalb verlaufen die Fasern von Anfang an schräg und vereinigen sich zu Faserbündel, die ebenfalls schräg die Wand durchziehen, sich aber bald in kleinere Bündel aufteilen. Die Fasern bilden so ein Maschenwerk, das gegen die Oberfläche des Bulbus olfactorius rasch verschwindet und die Glomera olfactoria nur mit einzelnen Fasern erreicht (Abb. 18). Wo zwischen den Glomera größere Massen von Körnerzellen liegen, ziehen die Ependymfasern weiter in die Peripherie.

Den Gefäßen, welche die Glomera umspinnen, sitzen reichlich Gliafüßchen oder die Perikarya von besonderen Gliazellen auf. Diese Gliocyten haben Astrocytencharakter, stellen aber einen besonderen Typ

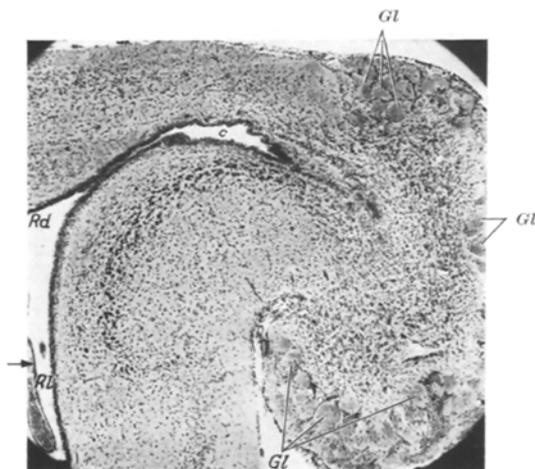


Abb. 17. Telencephalon mit Tractus und Lobus olfactorius. C Canalis olfactorius, Gl Glomera olfactoria, Rd Recessus dorsalis, Rl Recessus lateralis, → Grenze zwischen dorsaler und ventraler Cytoarchitektur. (Scyllium canic., Bodian, Vergr. 23fach.)

dar (Abb. 19a und b). Er ist ausgezeichnet durch reiserartig verzweigte Fasern, die mit ihren gröberen Ästen die Glomera umspinnen und mit feinen Zweigen in sie eindringen. Andere derartige Astrocyten liegen auch mitten in den Glomera, wo sie Berührung mit den hier verlaufenden Gefäßen haben. Sie sind jedoch im Vergleich zu den gliösen Reiserzellen selten. Die gliösen Reiserzellen sitzen oft in kleinen Gruppen zusammen (Abb. 19a). Jede Zelle sendet in der Regel ihre Fortsätze nur einem Glomus zu.

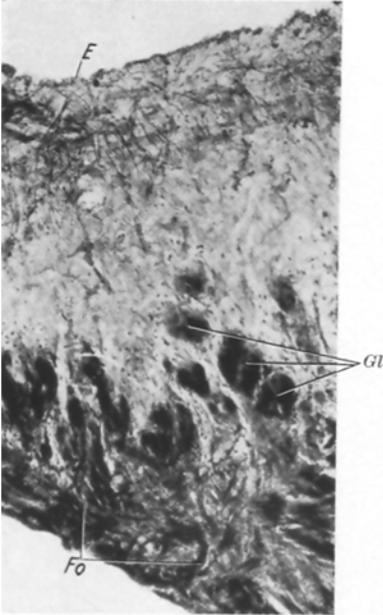


Abb. 18. Lobus olfactorius, Gliaarchitektur. *Gl* Glomera olfactoria, *Fo* Fila olfactoria, *E* Ependym. (*Scyllium stellare*. Goldsublimat. Vergr. 32fach.)

Jenseits der Schicht der Glomera strahlen die Fasern der Fila olfactoria in das Riechhirn ein. Auch zwischen diesen Fasern verlaufen hie und da derbere Gliafasern.

Die *Gliaarchitektur des Tractus olfactorius* ist gegen die des Bulbus scharf abgegrenzt (Abb. 20). Der Tractus olfactorius enthält neben den Nervenfasern, die vom Bulbus her die olfactorischen Rindengebiete des Telencephalons erreichen, auch selbst Ganglienzelllager, die in Schichten angeordnet sind (Abb. 17). Diese Zelllager lassen sich auch in den anschließenden Hirnteilen nachweisen. Dort sind sie jedoch mächtiger als in der dünnen Wand des Tractus. In Ab-

weichung von der Ansicht GERLACHS

ist nach meinen Präparaten die Cytoarchitektur des Tractus olfactorius weniger eine Fortsetzung des Bulbus als der angrenzenden telencephalen Rindengebiete.

Im Tractus olfactorius sind nur Tancyten zu finden. Ihr Perikaryon liegt fast ausschließlich im Ependym, ihre Fasern reichen bis an die Oberfläche. Die Gliaarchitektur zeigt dorsal und ventral geringe Differenzen, da die Fasern in der dünneren dorsalen Wand zu dickeren Bündeln zusammengefaßt sind als in der ventralen. Wir werden den gleichen Unterschied im Telencephalon wiederfinden.

Das Telencephalon. Am Telencephalon sind der Cyto- und Gliaarchitektur nach 2 große Gebiete zu unterscheiden, ein dorsales und ein ventrales (Abb. 17). Nach GERLACH lassen sich diese Gebiete im einzelnen noch weiter differenzieren. An der Gliaarchitektur konnte ich entsprechende Unterschiede nicht feststellen. Hier überdecken die Unterschiede, die

durch die gegenseitige Lage von Ependym und Oberfläche gegeben sind, eventuell vorhandene andere Eigenarten der Glia. Die dorsalen Teile der Ventrikelwand unterscheiden sich von den ventralen wie beim Tractus

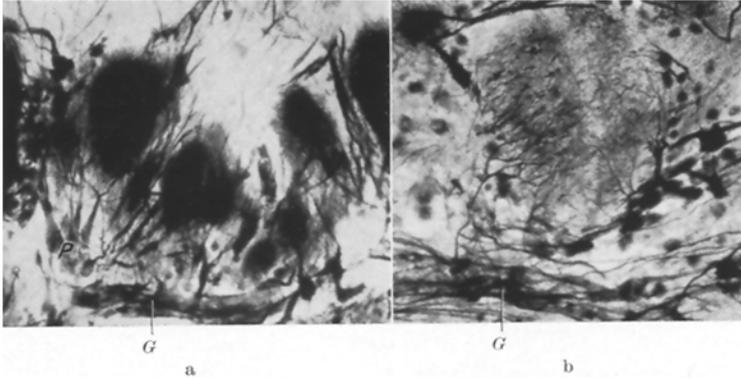


Abb. 19a u. b. Reiserghia der Glomera olfactoria. Goldsublimat. a P Eine Gruppe von Perikaryen, G Gefäß, Vergr. 135fach. b Aufteilung der Reiserfasern im Glomus, Vergr. 180fach. (Scyllium stellare. Goldsublimat.)

olfactorius durch eine gröbere Bündelung der ependymalen Fasern. Die ventralen Gliafasern bündeln sich nicht oder nur sehr wenig (Abb. 21a und b). Sie verlaufen ziemlich exakt parallel vom Ependym an durch

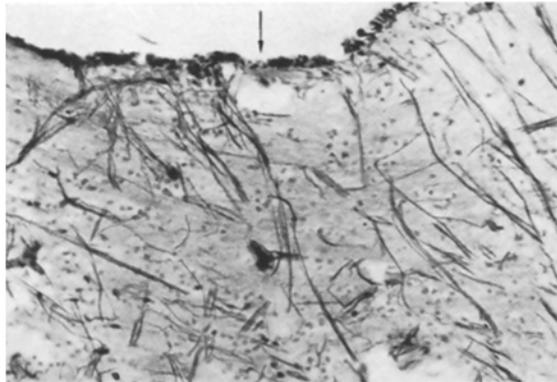


Abb. 20. Bulbus (links) und Tractus olfactorius. ↓ Grenze der Gliaarchitektur. (Scyllium stellare. Goldsublimat. Vergr. 90fach.)

die basale Cortex. In den Ganglienzellagern der basalen Cortex liegen zahlreiche Astrocyten. Diese Unterschiede der Gliaarchitektur verlieren sich nach rostral mehr und mehr. In der Mittelwand zwischen den paarigen Ventrikelräumen biegen die ependymalen Gliafasern dorsal und ventral nach der Oberfläche des Gehirns ab. Das entspricht dem

oben erwähnten Bestreben der Gliafasern, Ependym und Hirnoberfläche miteinander zu verbinden.

Trotz der zahlreichen Astrocyten in der Ganglienzellschicht des basalen Cortex wird die Gliearchitektur des Telencephalon in erster Linie von den Tancyten bestimmt.

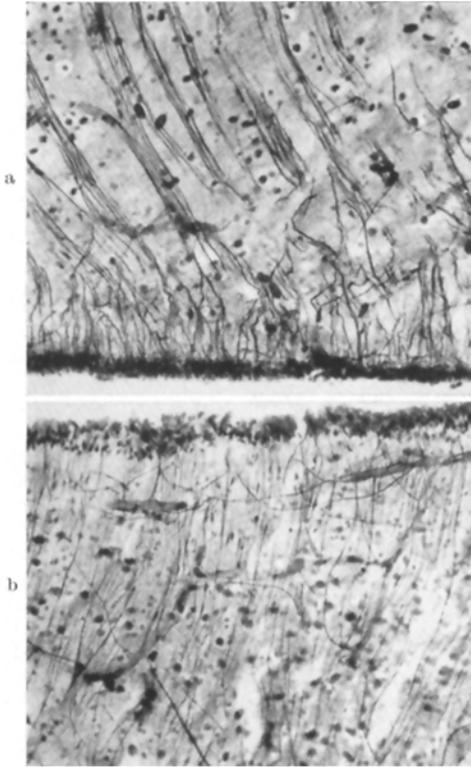


Abb. 21 a u. b. Gliearchitektur des Telencephalon. (Scylium stellare. Goldsublimat. Vergr. 90fach.)
 a Laterale Wand des Recessus dorsalis. Starke Bündelung und Verflechtung in Ependymnähe.
 b Basale Wand des lateralen Ventrikels. Bündelung, keine Verflechtung, paralleler Faserverlauf.

b) *Das Zwischenhirn.* Die dorsale Partie besteht aus den mit Epithel ausgekleideten Ausstülpungen, dem Saccus vasculosus dorsalis und der Epiphyse, und aus den Ganglia habenularum, deren linkes stärker als das rechte entwickelt ist. Der Abgang der Epiphyse ist durch ein sehr hohes Ependym ausgezeichnet. Mit Auftreten des hohen Ependyms verschwindet die ependymale Glia und damit die Glia überhaupt. Weder die Epiphyse noch der Saccus vasculosus dorsalis besitzen also mit der Goldsublimatmethode nachweisbare, gliöse Elemente. Auch aus der subkommissuralen Ependymverdickung treten keine mit Gold imprägnierbaren Gliafasern aus. Die Ganglia habenularum sind von ependymaler Glia durchzogen (Abb. 22). Die Gliafasern sind nicht überall ge-

bündelt, sie durchlaufen das kleinzellige Ganglion, dessen Struktur an die Körnerschicht des Kleinhirns erinnert, in unregelmäßiger Weise, aber im ganzen doch in radiärer Richtung. Auf der rechten Seite durchdringen diese Fasern auch die Commissura habenularum. Auf der linken Seite, wo kräftige Nervenfasernzüge aus den basalen Teilen des Vorderhirns einstrahlen (Tractus olfacto-habenularis lateralis, medialis und medialis posterior), laufen die Gliafasern in Bündeln zusammengefaßt durch die Lücken zwischen den Nervenfasernsträngen und splitteln sich dorsal in der Commissur rasch auf. Auf der rechten Seite ziehen die

Gliafasern ganz durch das viel dünnere Dach des Ganglion habenulae dextrum. Dabei schließen sie sich in den rostralen Partien zu auffallend breiten Bündeln zusammen (Abb. 23).

Im Sulcus subhabenularis gehen die Gliafasern der Ganglien in eine sehr regelmäßige, schwach gebündelte Tanycytenglia mit radiärem Verlauf über, die auch das Chiasma nervi optici durchsetzt. Innerhalb der Fasermassen des Nervus opticus liegen aber, wie schon im allgemeinen

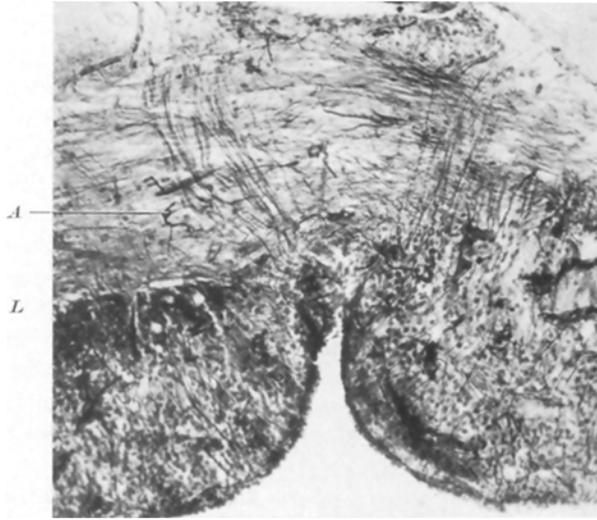


Abb. 22. Ganglia habenularum. *L* links, *A* Astrocyt zwischen den Kommissurenfasern. (Scyllium stellare. Goldsublimat. Vergr. 80fach.)

Teil erwähnt wurde, Astrocyten, die mit ihren Fortsätzen die Bündel der Opticusfasern umgreifen.

Der *Thalamus* und das *Chiasma* werden von verhältnismäßig wenigen gestreckten Fasern durchzogen. Der Ependymbelag ist 1—2reihig. Die Gliafasern verlaufen einzeln oder in schmalen Bündeln. Wo das zentrale Höhlengrau dicker ist, sind die Gliafasern reichlicher, verlaufen aber auch hier nicht in breiten Bündeln, sondern einzeln oder in schmalen Bündeln. Nach dorsal und dorso-lateral liegen die Gliafasern besonders im Bereich der hinteren Kommissur in Reihen zwischen den Faserzügen, die in die Kommissur einziehen. Hier ist die rechtwinklige Überkreuzung der Nervenfasern durch die Gliafasern besonders deutlich. Auf Querschnitten stehen die Gliafasern palisadenförmig zwischen den längsgetroffenen Nervenfaserbündeln (vgl. Abb. 16b).

Lobi laterales und Lobus ventralis des Hypothalamus unterscheiden sich von den übrigen Gebieten des Zwischenhirns. Die verhältnismäßig dünne Wand dieser Hirnteile wird von einer ependymalen Tanycytenglia

mit vorwiegend radiärem Verlauf durchsetzt (Abb. 5 und 6). Die Perikarya liegen im Ependym. Das dünnwandige laterale Bläschen unterscheidet sich von den medialen dadurch, daß in der lateralen Wand eine kompakte Ganglienzellschicht unter dem Ependym gelegen ist. Die Gliearchitektur der Lobi lat. wurde S. 592 besprochen. Die mediale Partie des Hypothalamus hat eine dünnere kompakte Lage von Ganglienzellen, die sich aber nach außen in eine breitere lockere Schicht fort-



Abb. 23. Rostrales Ende der rechten Ganglia habenularum. Breite Gliabündel. (Scyllium stellare. Goldsublimat. Vergr. 130fach.)

setzt, wodurch die molekulare zellfreie Schicht bedeutend schmaler wird. Die Gliafaserbündel, die durch die Ganglienzellschicht ziehen, treten zu schmalen Bündeln zusammen und weichen in ihrem Verlauf durch diese Schicht stark von der radiären Richtung ab.

Der ebenfalls dünnwandige Recessus posterior, dessen Ependymbekleidung in Falten gegen das Innere vorspringt, besitzt eine verhältnismäßig gut entwickelte ependymale Tanycyten, deren Fasern vom Ventrikel bis zur Oberfläche ziehen. Der Saccus vasculosus und die Hypophyse zeigen mit der Goldsublimatmethode keine Faserglia.

c) Das Mittelhirn. Das Mittelhirn ist dorsal durch das Tectum opticum charakterisiert. Dieses besitzt ein deutliches zentrales Höhlengrau (Nucleus mesenc. V). Die Wand ist von radiär stehenden kräftigen Gliafasern durchzogen, die zu kleinen Bündeln zusammentreten. Die Nervenfasermassen werden quer von Gliafasern überkreuzt. Die verschiedenen Tractus des Opticus, Octavus und Trigeminus bestimmen hier das Bild des Querschnittes auch in bezug auf die Gliafasern, die zwischen den Faserzügen hindurch die Oberfläche des Mittelhirns zu erreichen suchen. An den quergeschnittenen Bündeln ist auch Astrocytenglia zu finden.

Die ventralen Teile des Mesencephalon zeigen eine weniger dicht stehende Ependymglia als die dorsalen und lateralen. Auch hier treten die Fasern in der dorsalen Wand zu dickeren Bündeln als in der ventralen zusammen. Der basale Randschleier und der Nucleus interpeduncularis enthalten fast ausschließlich *Astrocytenglia*. Sie zeigen damit in ihrer Gliearchitektur eine gewisse Selbständigkeit gegenüber den zentralen Wandteilen.

Die ventralen Teile des Mesencephalon zeigen eine weniger dicht stehende Ependymglia als die dorsalen und lateralen. Auch hier treten die Fasern in der dorsalen Wand zu dickeren Bündeln als in der ventralen zusammen. Der basale Randschleier und der Nucleus interpeduncularis enthalten fast ausschließlich *Astrocytenglia*. Sie zeigen damit in ihrer Gliearchitektur eine gewisse Selbständigkeit gegenüber den zentralen Wandteilen.

d) Das Kleinhirn.

Das Kleinhirn der Haie ist introvertiert und bei einigen Arten stark gefaltet, wodurch ein kompliziertes Gebilde entsteht. Über die Form gibt die Darstellung von KAPPERS einen guten Überblick.

Bei *Scyllium* besteht das Corpus aus dem oberen und unteren Körnerwulst. An den übrigen Stellen wird die Wand von einer Faserschicht gebildet, der nach außen die Purkinjezellen aufsitzen, die mit ihren Dendriten in das Stratum moleculare reichen.

Die paarigen, dorsalen und ventralen Körnerwülste sind auf der Innenseite durch einen tiefen medianen Sulcus getrennt. Dem dorsalen und ventralen inneren

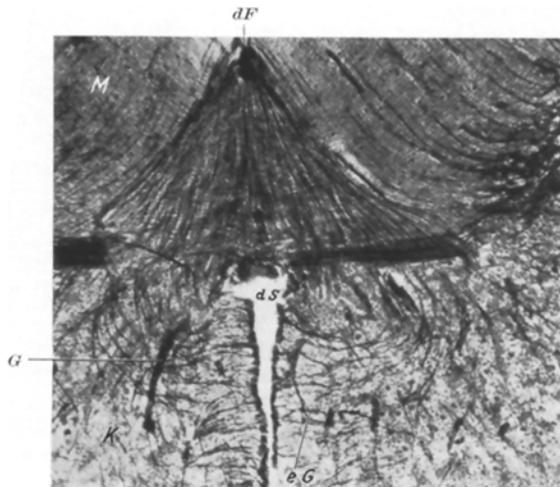


Abb. 24. Körnerwülste des Corpus cerebelli. *dS* innerer dorsaler Sulcus, *dF* äußere dorsale Furche mit dichter Gliagrenze, *K* Körnersubstanz, *eG* ependymale Glia, *M* Stratum moleculare, *G* Blutgefäße. Beachte den zangenförmigen Verlauf der Tanycytenghia. (*Scyllium stellare*. Goldsublimat. Vergr. 38fach.)

Sulcus entspricht eine dorsale und ventrale äußere Längsfurche, die weniger tief als der innere Sulcus ist und an der dorsalen Seite weiter einschneidet als an der ventralen. Auf der Ventrikelseite sind die Körnerwülste dorsal und ventral durch seitliche Furchen von der lateralen Kleinhirnwand abgegrenzt.

Die Körnersubstanz ist gegen den Ventrikel durch ein einschichtiges niedriges Ependym abgegrenzt, das in der ventralen und mehr noch in der dorsalen inneren Längsfurche höher wird. Mit Ausnahme der tiefsten Stellen der medianen Sulci ziehen von dieser Ependymbekleidung Gliafasern radiär durch die Körnersubstanz. In der Tiefe der Spalten liegt ein hohes mehrreihiges ependymales Epithel ohne Gliazellen.

Die ependymalen Gliafasern durchdringen die Körnersubstanz in einzelnen kräftigen Fasern. Ihr Verlauf ist weniger gestreckt als dies sonst bei der ependymalen Glia der Fall ist (Abb. 24). Die Fasern verzweigen sich in der Körnersubstanz und sind nur bei gut gelungenen

Imprägnationen vollständig zu sehen. In den Zentren der Körnerwülste sind kräftige Fasern selten. Dagegen durchziehen von den lateralen Furchen aus mehr und kräftigere Fasern die Körnersubstanz an ihrem lateralen Rand und erreichen in bogigem Verlauf die äußeren medialen Längsfurchen. Von der inneren dorsalen Längsfurche verlaufen ebenfalls Gliafaserzüge auf jeder Seite zu dem äußeren Längsspalt. Ihr Verlauf ist eigenartig zangenförmig gebogen (Abb. 24). Die Fasern, die von der inneren ventralen Medianfurche entspringen, erreichen im allgemeinen die äußere ventrale Längsfurche nicht. So besteht ein typischer Unterschied in der Gliaarchitektur der ventralen und dorsalen Körnerwülste. Die im ventralen und dorsalen äußeren Längsspalt auf engem Raum zusammengedrängten Fasern enden mit Faserfüßen die hier im ganzen einen dichten Überzug der nervösen Substanz bilden.

Die Seitenwände des Kleinhirnkörpers enthalten keine Körnerlage. Sie sind ventrikelwärts von einer ganz dünnen Ependymlage ausgekleidet, die an den dicken Gefrierschnitten oft schwer erkennbar ist, sich aber an Paraffinschnitten überall finden läßt. Dem Ependym liegen die Nervenfasermassen unmittelbar auf. Die Ependymzellen sind Gliazellen, die ihre Fortsätze durch die Nervenfasernlage hindurchsenden. Diese Fasern verlaufen aber nicht radiär, sondern ziehen nach vorne oder teilweise hinten geneigt durch die Nervenfasern hindurch. Deshalb sind sie an Querschnitten nur schlecht zu finden. In der molekularen Schicht liegen extraependymale Tancyten mit radiär verlaufenden Fasern. Da man nur ganz selten eine Gliafaser aus der Nervenfasernlage durch die Purkinjellschicht in das Stratum molekulare eintreten sieht, nehme ich an, daß zwischen der ependymalen Glia der Nervenfaserschicht und derjenigen des Stratum molekulare kein engerer Zusammenhang besteht und daß die Fasern der molekularen Lage überwiegend Zellen angehören, die in ihr gelegen sind.

Unter den Kleinhirnkörpern liegen die *Auricula des Kleinhirns*, die ein dorsales und ventrales Blatt haben. Der Aufbau der Blätter ähnelt dem der Körnerwülste. Sie bestehen in der Hauptmasse aus kleinen Ganglienzellen. Das untere Blatt besitzt ventral eine molekulare Schicht. Gegen die Ventrikel sind die Auricula mit einer einschichtigen Ependymlage abgegrenzt, das ebenfalls große Ähnlichkeit mit der des Kleinhirnkörpers aufweist, sich aber in der Gliafaserung dadurch unterscheidet, daß die Fasern miteinander verfilzte Bündel bilden.

Im einzelnen lassen sich noch manche Eigentümlichkeiten der Gliaarchitektur an dem komplizierten Aufbau des Kleinhirns feststellen. Da die Ausbildung des Kleinhirns schon bei den verschiedenen Arten der gleichen Familie differiert, sehe ich hier von der Darstellung weiterer Eigentümlichkeiten ab.

e) *Die Medulla oblongata.* Die Medulla oblongata enthält auch bei den Haien hauptsächlich verschiedene Fasersysteme, die teils longitudinal, teils transversal verlaufen, und zwischen denen Ganglienzellen zerstreut oder in Kerngebieten locker zusammengefaßt sind. Das Ependym bildet an den meisten Stellen eine radiäre Gliafaserung. Lediglich in der medianen Längsfurche auf dem Boden des Rhombencephalons besteht es aus hohen zylindrischen Zellen, von denen keine Fasern ausgehen. Wenn unter dem Ependym eine Schicht zentralen Höhlengraus ausgebildet ist — wie zwischen dem Sulcus limitans und der Vorwölbung des Fasciculus longitudinalis —, so sind die ependymalen Gliafasern reichlich und durchziehen gradlinig diese Schicht in radiärer Richtung. Sobald aber die Gliafasern die unter dem zentralen Höhlengrau gelegenen Fasermassen erreicht haben, winden sie sich zwischen den Nervenfaserbündeln hindurch.

Liegen die Nervenfasern unmittelbar unter dem Ependym wie beim Fasciculus longitudinalis, dann biegen die Gliafasern, die an diesen Stellen auffallend spärlich sind, sofort nach ihrem Ursprung aus den Gliocyten um (Abb. 2) und verlaufen median oder lateral am Fasciculus longitudinalis oder an anderen Fasersträngen vorbei auf die basale Oberfläche zu. Auch hier ist ihr Gesamtverlauf radiär.

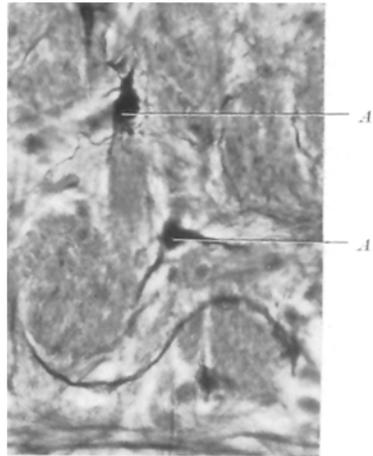


Abb. 25. Astrocyten (A) umgreifen die Nervenfaserbündel der Medulla oblongata. (*Scyllium stellare*. Goldsublimat. Vergr. 300fach.)

Die basalen Teile der Medulla oblongata sind lockerer gebaut. Die Nervenfasern sind schwächer und weniger straff gebündelt. Zwischen ihnen ist reichlich gliöses Material zu finden, dessen Fasern hauptsächlich in radiärer Richtung verlaufen. Es ist ependymale Glia, deren Kerne aber nicht im Ependym liegen. Nahe der basalen Oberfläche sind hauptsächlich Astrocyten zu finden (Abb. 25). Die Verhältnisse gleichen denen im Nucleus interpeduncularis des Mittelhirns. Am Rhombencephalon fällt am meisten auf, daß die Art der nervösen Substanz, Fasern und Ganglienzellen, die Gliearchitektur mitbestimmt.

Zusammenfassung über die spezielle Gliearchitektur.

Die ependymale Glia bildet in den einzelnen Hirnbezirken eine verschiedene Faserarchitektur aus, die durch die Art der Bündelung, durch die Dichte und durch den Verlauf der Fasern bedingt ist. Dadurch ist eine große Mannigfaltigkeit schon in der Verteilung und Anordnung dieser einfachsten Faserglia gegeben.

Die Gliearchitektur zeigt eine Abhängigkeit von der Zusammensetzung der Hirnteile: In den rindenartig gebauten Hirnteilen des Telencephalon und im Hypothalamus herrscht Tanycytenglia mit ganz gestreckten Fasern vor. Die Körnermassen, Ganglia habenularum, Corpora und Auricula cerebelli, haben ebenfalls vorwiegend Tanycytenglia, aber die Fasern sind spärlicher und verlaufen weniger gestreckt. Die Nervenfasermassen werden von den Tanycytenfasern in flachen Bündeln senkrecht gekreuzt (Kommissuren, Chiasma n.optici) und von einem besonderen Astrocytentyp durchsetzt. Eine örtliche Abhängigkeit besteht in der Bündelung, die vom Telencephalon bis zum Mittelhirn in den dorsalen Teilen stärker ist als in den ventralen. Wo das zentrale Höhlengrau gut ausgebildet ist, steht die ependymale Tanycytenglia dicht. Wo dem Ependym Nervenfasermassen aufliegen (Kleinhirnseitenwand, Medulla oblongata), ist die ependymale Glia nur sehr gering ausgebildet. Damit zeigt die Gliearchitektur der Scylliorhinusarten bestimmte Eigentümlichkeiten, die mit der Verteilung der nervösen Elemente korrespondieren. Eine Theorie über die Funktion der Glia wird sich damit auseinandersetzen müssen.

Die Glia der Rochen.

Für die Untersuchungen an Rochen stand mir nur wenig Material zur Verfügung. Es genügt jedoch, um Unterschiede in der Gliearchitektur zwischen den Scylliumarten und den Rochen aufzuweisen.

Die Lumina der Hirnventrikel bei den Rochen sind im Vergleich zu denen bei den übrigen Haien eng, ja stellenweise vollständig obliteriert. Im Telencephalon z. B. ist der Ventrikelraum bis auf einen feinen Kanal verschwunden. Für eine ependymale Glia wie bei Scylliorhinus ist deshalb hier kein Platz. Dennoch kommt auch im Hirn der erwachsenen Rochen ependymale Glia vor. Die Fortsätze dieser Gliocyten sind aber viel feiner und nicht so gestreckt. Die Zellen selbst sind kleiner. Die ependymalen Gliocyten stehen nicht dicht nebeneinander wie bei Scylliorhinus. Das Ependym besteht nämlich zum größten Teil aus Zellen ohne Fortsatz.

Die gesamte Hirnwand wird von verhältnismäßig kleinen Astrocyten durchsetzt, deren feinverzweigte Fortsätze sich gut darstellen lassen (Abb. 26). Ihre Perikarya liegen häufig einer Gefäßwand an. Gelegentlich sieht man Anreicherungen von Astrocyten an den Gefäßen oder auch an der Oberfläche unter der Pia. Gliafüße an den Gefäßen gibt es auch bei den Rochen; häufiger sieht man ein feines Netz verzweigter Gliafasern, das den Blutgefäßen anliegt.

Unterschiede in der Verteilung und Dichte der Astrocyten in den verschiedenen Hirnteilen sind vorhanden, wenn ich sie auch auf Grund des verhältnismäßig kleinen Materials noch nicht präzisieren möchte.

Die Glia der Körnersubstanz im Kleinhirn hat eine gewisse Ähnlichkeit mit der bei *Scylliorhinus*.

Die Bündelung der Gliafasern fehlt vollständig. Soweit ich sehen konnte, ist die Gefäßdicke im Gehirn der von mir untersuchten Rochen nicht größer, sondern eher kleiner als bei den *Scylliorhinus*arten. Im *Lobus electricus* finde ich bei Anwendung der Goldsublimatmethode keine Gliafasern.

Die zarte Glia des Gehirns unterscheidet sich von derjenigen des *Saccus vasculosus* und der Hypophyse in auffälliger Weise. In beiden Hirnanhängen stellt sich nämlich mit der Goldsublimatmethode eine kräftige Gliafaserung dar, welche die epithelialen Anteile dieser Organe durchsetzt. Sie soll an anderer Stelle dargestellt werden.

Sowohl bei den *Scylliorhinus*arten wie bei den Rochen gibt es ependymale Glia und Astrocyten. Während aber bei *Scylliorhinus* die ependymale Glia zu einem besonderen Zelltyp, den *Tanycyten*, entwickelt ist, der die gesamte Gliastruktur bestimmt, und nur an wenigen Stellen die Astrocyten vorherrschen, ist bei dem cavumlosen Rochengehirn die ependymale Glia nur noch andeutungsweise wiederzufinden. Die Astrocytenglia bestimmt hier das Bild. Die Ausbildung der Faserglia ist also kein phyletisches Merkmal, sondern hängt von dem Bau des Gehirns und seiner nervösen Strukturen ab.

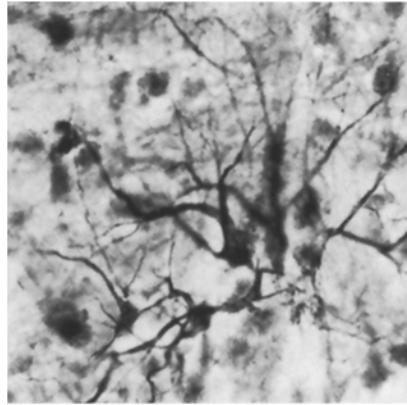


Abb. 26. *Torpedo marmorata*, basales Telencephalon. Reine Astrocytenglia. (Goldsublimat. Vergr. 170fach.)

Zusammenfassung.

I. Allgemeine Histologie.

a) *Tanycyten*. Die mit der Goldsublimatmethode nach CAJAL dargestellte Faserglia im Gehirn geschlechtsreifer *Scylliorhinus*arten wird vorwiegend von Gliazellen gebildet, die wenige lange, gestreckte verlaufende Fasern besitzen. Sie stellen einen besonderen Gliazelltyp dar, den ich als „*Tanycyten*“ bezeichne. Die Kerne der *Tanycyten* liegen im Ependym oder mitten in der Hirnsubstanz.

Die Gliafasern sind nicht starr und besitzen nur eine geringe Zugfestigkeit. Ihre radiäre Anordnung macht eine statische Funktion unwahrscheinlich.

Wo die Hirnwand dünn ist, besteht die Tancytenglia nur aus Zellen, deren Perikarya im Ependym liegen. Auch diese einfachste ependymale Tancytenglia bildet verschiedene Gliarchitekturen aus, indem Dichte, Verlauf und Bündelung variieren.

b) *Astrocyten*. Neben den Tancyten gibt es bei *Scylliorhinus* auch Astrocyten, besonders häufig in den kernhaltigen Zellagen. In der Schicht der Glomera olfactoria und im Ganglion interpedunculare sind sie die einzige Gliazellform.

c) *Glia und Gefäße*. Zu den Gefäßen nehmen die Gliafasern entweder durch Anlagerung oder durch Füßchenbildung Beziehungen auf. Von den Gliakontakten entspringen sehr feine Gliafasern, die sich in der nervösen Substanz verteilen. An den größeren Gefäßen, Arterien und Venen, sind nur wenige Gliaanlagerungen und keine Füßchen zu finden. Die Beziehungen der Astrocyten zu den Gefäßen fallen weniger auf.

d) *Glia und Hirnoberfläche*. Die Gliafasern bilden an der Hirnoberfläche Verbreiterungen mit sternförmigen Ausläufern, die einander berühren. Von diesen Verbreiterungen ziehen rückläufig feine Fäserchen in die Gehirnsubstanz.

VIRCHOW-ROBINSche Räume gibt es nur an tief einschneidenden Furchen und an einem Bindegewebsstrang, der aus einer solchen Furche entstanden ist.

Trypanblau tritt von den Ventrikeln her, nicht aus der Perilymphe in das Gehirn.

e) *Glia und nervöse Anteile*. Es werden regelmäßige Beziehungen der Gliastuktur zu den verschiedenen Bestandteilen des Zentralnervensystems (Kerngebiete, Körnermassen, Nervenfaserverstränge) aufgezeigt.

f) *Zellteilungen der Gliocyten* kommen im Gehirn vor.

II. Die spezielle Gliarchitektur bei *Scylliorhinus*.

a) Im *Vorderhirn* unterscheiden sich die Gliarchitekturen des Bulbus und Tractus olfactorius, des dorsalen und des ventralen Telencephalon voneinander.

b) Das *Zwischenhirn* enthält in den Ganglia habenularum eine für Körnermassen typische Glia. Die ependymale Tancytenglia der Lobi laterales, medialis und des Recessus caudalis zeigt für jeden Abschnitt typische Merkmale. Die dünnwandigen Ausstülpungen, die Epiphyse und Hypophyse besitzen keine durch Goldsublimat darstellbare Glia.

c) Die Tancytenglia des *Mittelhirns* unterscheidet sich in den dorsalen und ventralen Teilen. Vom Telencephalon bis zum Mittelhirn ist die Tancytenglia dorsal stärker gebündelt als ventral. Der Nucleus interpeduncularis hat reine Astrocytenglia.

d) *Das Kleinhirn.* Trotz weitgehender Ähnlichkeit der Glia in den Körnersubstanzen sind die dorsalen Körnerwülste von den ventralen und beide wieder von den Körnerschichten der Aurikel unterschieden.

Die Seitenwände des Corpus cerebelli haben eine minimale ependymale Glia, die ganz flach durch die Faserlagen zieht.

e) Die *Medulla oblongata* wird von ependymalen und extraependymalen Tancycyten durchsetzt. Die Dichte der ependymalen Tancycyten hängt von der Art des nervösen Gewebes ab, das unter dem Ependym liegt. Im basalen Randschleier wird die Glia vorwiegend von Astrocyten gebildet.

III. Die Glia der Rochen.

Die Glia der Rochen ist fast ausschließlich eine Astrocytenglia wie bei höheren Wirbeltieren. Die Fortsätze der wenigen ependymalen Gliocyten sind nicht gestreckt und verlieren sich unweit vom Ventrikel. Der Saccus vasculosus und die Hypophyse des Rochen besitzen eine auffallende Glia.

Die Gegenüberstellung der Glia im Gehirn der beiden Selachiergruppen, Scylliorhinus mit vorwiegend Tancycytenglia und Rochen mit überwiegender Astrocytenglia, ergibt, daß die Ausbildung der Glia kein phyletisches Merkmal ist, sondern dem Bau des Gehirns und seinen nervösen Strukturen entspricht.

Literatur.

- BECCARI, A.: Neurologia comparata. Sansoni Editore 1943. — EURICH, F. W.: J. Anat. a. Physiol. **32**, 688 (1898). — GERLACH, J.: Anat. Anz. **96**, 79 (1947/48). — KAPPERS, C. U. ARIENS: Die vergleichende Anatomie des Nervensystems der Wirbeltiere und des Menschen, Bd. II/1. Haarlem 1920. Bd. II/2, Haarlem 1921. — LENHOSSEK, M. v.: Anat. Anz. **7**, 537 (1892). — Beiträge zur Histologie des Nervensystems und der Sinnesorgane, S. 60. Wiesbaden 1894. — Der feinere Bau des Nervensystems im Lichte neuester Forschungen, S. 240. Berlin 1895. — LEONHARDT, H.: Z. Anat. **115**, 555 (1951). — LUMSDEN, C. E., and C. M. POMERAT: Exper. Cell. Res. **2**, 103 (1951). — MÜLLER, E.: Arch. mikrosk. Anat. **55**, 11 (1899). — NANSEN, F.: Bergens Museum Aarsb. 1886. Bergen 1887. — NIESSING, K.: Z. mikrosk.-anat. Forsch. **56**, 173 (1950). — POMERAT, C. M.: Texas Rep. Biol. a. Med. **10**, 885 (1952). — RETZIUS, G.: Biol. Unters., N. F. **2**, 51 (1891); **5**, 16 (1893). — SCHALTENBRAND, G., u. P. BAILEY: J. Psychol. u. Neur. **35**, 199 (1928).

Prof. Dr. Dr. ERNST HORSTMANN, Kiel,
Anatomisches Institut der Universität.