

(Aus der Experimentalabteilung [Chefarzt: *P. E. Snessarew*] des Institutes für neurologisch-psychiatrische Prophylaxe [Direktor: *L. M. Rosenstein*] des Volkskommisariates für Volksgesundheit der R. S. F. S. R.)

Über die Histogenese der Mesoglia.

Von
W. K. Belezky, Moskau.

Mit 16 Abbildungen im Text.

(*Ein gegangen am 25. November 1931.*)

Das Studium der *Hortegaschen* Zellen, als eines Teils des Reticuloendothelsystems des tierischen Organismus, nämlich die Erforschung der Morphologie und der Leistungen dieser Zellen unter normalen und pathologischen Verhältnissen, führte uns teilweise zu denselben Ergebnissen, wie die anderen Forscher, stellte uns aber zum anderen Teil vor eine Reihe neuer Fragen¹. Diese Fragen ergaben sich aus dem Widerspruch zwischen unseren Befunden und den Schrifttumsangaben. So reifte beispielsweise bei uns die Überzeugung, daß zwischen den sog. *Hortegaschen* Zellen (Mesoglia) und den Oligodendrogliazellen (angeblich einem Teil der Ektoglia) keine tiefen morphologischen und funktionellen Unterschiede bestehen. Wir konnten Übergangsformen zwischen diesen Zellen beobachten und dadurch zum Teil die Angaben von *Pruij's* bestätigen. Wir gelangten außerdem zu der Schlußfolgerung, daß *Robertson* sich der Wahrheit näherte, als er die später von *Hortega* als Oligodendroglia bezeichneten Zellen als Mesoglia bezeichnet hatte². An der Hand des normalen Materials konnten wir uns überzeugen, daß die morphologischen und funktionellen Unterschiede dieser Zellarten, die zum Teil zweifellos vorhanden sind, von verschiedenen Bedingungen — unter anderem von dem Ort der vorwiegenden Verbreitung, von den Unterschieden der Bestandteile der Umgebung — abhängen; ihre Verwandtschaft bedingt aber den Übergang einer Form in die andere oder ihre Verwandlung in gleichartige Gebilde, sobald sich ein krankhafter Vorgang entwickelt. *Cajal* hatte demnach recht, als er die Zellen, die später die

¹ Das ganze Schrifttum bei *W. K. Belezky*: Mesoglia. Eine Übersicht. J. Neur. (russ.) 1932.

² Unser Vortrag auf dem Unionskongreß für Anatomie und Histologie (Kiew 1930), und unser Vortrag auf dem Unionskongreß für Pathologie (Baku 1930).

Bezeichnung der *Hortegaschen* Zellen erhielten und die Zellen, die man Oligodendrogliazellen nannte, unter dem Begriff des dritten Bestandteils des Nervensystems vereinigte.

Die Verwandtschaft dieser und jener Gebilde äußerte sich in ihrer gleichartigen Funktion als Satellite der Gefäße, der Nervenzellen und sogar der Makrogliazellen (Astrocyten); die Elemente beider Arten reagieren am frühesten auf Infektionen und andere krankhafte Vorgänge. *Pruijjs* behauptet auf Grund seiner Befunde, daß an der Neuronophagie sich nicht nur die Zellen von *Rio Hortega*, wie es dieser annahm, sondern auch die Oligodendrogliazellen beteiligen. Schließlich haben wir die Gliosoma sowohl bei den Oligodendrogliazellen als auch bei den *Hortegaschen* Zellen gesehen (ihr Fehlen war für *Rio Hortega* unter anderem ein Grund für ihre Unterscheidung). Indem wir die Zellen von *Rio Hortega* auf Grund eigener Arbeiten, wie auch die Mehrzahl der Forscher als Mesogliazellen betrachten, rechnen wir zur Mesoglia auch die Oligodendroglia.

Die Frage der Einheit der *Hortegaschen* Zellen und der Oligodendrogliazellen läßt sich in bedeutendem Grade auch durch das Studium ihrer Histogenese beleuchten.

Die Histogenese der *Hortegaschen* Zellen kann als genügend festgestellt gelten, obgleich es noch einige Untersucher gibt, die, wie z. B. *Pruijjs*, *Metz* und *Spatz*, diese Zellen zur Ektoglia rechnen und ihre mesodermale Herkunft bestreiten.

Die Herkunft der Oligodendrogliazellen erscheint, den Schrifttumangaben zufolge, sehr unklar, ist auch von *Rio Hortega* selbst ungenügend begründet, und es sind noch, wie *Penfield* bemerkt, histogenetische Befunde erforderlich, um ihre Abstammung von Ektoderm zu beweisen. Derselbe Forscher findet außerdem sehr viele ins Auge fallende Widersprüche in allen Behauptungen über diese kleinen Gliazellen, mit denen wir uns hier befassen. *Rio Hortega* stellte fest, daß die nach ihm bezeichneten Zellen gegen das Ende der Embryonalzeit aus den Mesodermalhüllen, vorwiegend dort, wo die Pia nicht die graue, sondern die weiße Hirnoberfläche bedeckt, in das Zentralnervensystem eindringen. An einigen Stellen (an Einstülpungen der Pia in der Form der Aderhautgeflechte, im Bereich der Pia der Pedunculi cerebri, in der Nähe der Commissuren der Großhirnhälften, in der vorderen und hinteren Furche des Rückenmarkes) erfolgt die Vermehrung und das Eindringen dieser Zellen in das Zentralnervensystem in besonders verstärktem Grade. Indem sie mit den Telae und dem Plexus chorioideus eindringen, lagern sie sich zunächst in der Nähe des Ependyms, dringen dann in die weiße Substanz des Ependyms immer weiter und weiter ein und gelangen erst später in die Großhirnrinde. Dabei haben sie zunächst eine runde Form und erhalten später ihre charakteristischen Fortsätze. Man nimmt an, daß auch die Rindengefäße Mesogliazellen

liefern können. Eine besonders starke Vermehrung dieser Zellen erfolgt bei den Tieren in den ersten Tagen nach der Geburt. Oligodendroglia entsteht dagegen nach der Ansicht *Rio Hortegas*, etwa wie die Astrocyten, aus den Ependymzellen des Gehirns.

Nach den Angaben von *Pruijis* entwickeln sich alle diese Zellen (die *Hortegaschen* Zellen und die Oligodendrogliazellen) aus dem Ependym; es gelang ihm nämlich nicht, die in Vermehrung begriffenen Ependymzellen von den kleinen Körperchen, aus denen im Verlaufe des Entwicklungsvorgangs die *Hortegaschen* Zellen und die Oligodendrogliazellen sich entwickeln, auseinanderzuhalten. Beide Arten erschienen ihm als etwas Einheitliches. Auch nach seinen Beobachtungen gingen die Zellkörperchen aus dem Ependym hervor und gelangten von hier aus über die weiße Substanz in die Rinde. Dies führte ihn zur Überzeugung, daß sowohl die *Hortegaschen* Zellen als auch die Oligodendrogliazellen, Ektodermzellen sind und im Ependym ihre gemeinsame Ursprungsstätte haben, obgleich beide Zellarten auch zu Wanderzellen gehören. Außerdem hebt er ihren Zusammenhang mit den aus der weißen Substanz zur Rinde verlaufenden Gefäßen hervor, gelangt aber weiter zu einer irrtümlichen Schlußfolgerung über die Entwicklung der Bestandteile der Gefäßwandungen. Dies sind in den Hauptzügen die beiden entgegengesetzten Auffassungen. Um Mißverständnisse zu vermeiden, müssen wir feststellen, daß sowohl die *Hortegaschen* Zellen als auch die Oligodendrogliazellen ihrer Größe nach im Vergleich zu den Astrocyten (Makroglia) unseres Erachtens als Mikrogliazellen bezeichnet werden müssen (einige Autoren behalten diese Bezeichnung nur für die *Hortegaschen* Zellen).

Im Hinblick auf die wichtige Bedeutung der Frage über die Herkunft des *Cajalschen* 3. Elementes führten wir eine Untersuchung der Entwicklung dieser Zellen im Embryo durch. Mit Hilfe unseres Gelatineverfahrens¹ bearbeiteten wir ein Material, das sich aus Hühner- und Kaninchenembryonen und neugeborenen Katzen zusammensetzte. Die Hühnerembryos wurden vom 5. Bebrütungstag genommen. Später wurden die Eier in Zwischenräumen von 2 Tagen bis zum Auskriechen aus dem Ei (21. Tag) herausgenommen. Die Kaninchenembryos hatten das Alter von 20 Tagen.

Bei den 4tägigen Hühnerembryos ließen sich große Zellen mit groben und kurzen Fortsätzen vermerken, die gruppenweise und vereinzelt in dem das Nervengewebe umgebenden Mesenchym lagen (Abb. 1, 2).

Die Kerne dieser Zellen imprägnierten sich dunkler als ihr Protoplasma, manchmal aber auch so, wie dieses. Die Zellfortsätze waren am häufigsten dick und verästelt; feinere Fortsätze zeigten an ihren Enden Verdickungen. Der Charakter der Fortsätze sprach im allgemeinen für einen amöboiden Zustand der Zellen und für ihre Beweglichkeit

¹ Laboratoriumspraxis (russ.) 1931, Nr. 5.

im Leben. Eben diese Formen werden in Gewebskulturen von den Makrophagen angenommen; in diesen Formen konnten wir in den nach unserer Methode bearbeiteten Präparaten die Histiocyten — Makrophagen — bei verschiedenen pathologischen Vorgängen in verschiedenen Organen beobachten. Es ist deswegen durchaus möglich, die von uns gefundenen Zellen als Histiocyten zu bezeichnen. Ihren Ausmaßen nach waren sie viel größer als die übrigen Zellen ihrer Umgebung, die die Hauptmasse des Mesenchyms ausmachten.

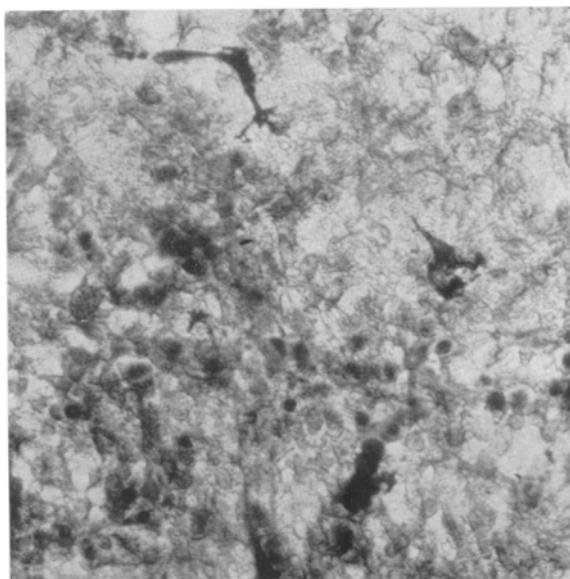


Abb. 1. Die großen Histiocyten im Mesenchym bei den 4tägigen Hühnerembryos.

Diese morphologischen Befunde zeigen, daß es sich hier um einen Bildungsvorgang von Wanderzellen im Mesenchym handelt. Es ist uns zum erstenmal gelungen, die Imprägnation dieser Zellen in einer so frühen Zeit — am 4. Tage der Entwicklung des Embryos — zu erhalten. Trotz zahlreicher Versuche konnten wir früher als am 4. Tage keine Histiocyten mit Fortsätzen feststellen. Die entsprechenden Schrifttumangaben sind sehr spärlich.

Einige Forscher fanden bei wirbellosen Tieren im Gastrulationsstadium besondere Mesodermzellen, die aus dem Entodermalblatt stammen. Sie zeigen eine scharf ausgesprochene Adsorptionsfähigkeit und sind größer als die übrigen Mesodermzellen. Diese Zellen rechnet man zu dem primären Reticuloendothel. Schon in diesem Entwicklungsstadium des Organismus kann man bei diesen Zellen kleinere Fortsätze und amöboide Bewegungen finden. Es gibt auch andere

Hinweise auf das Vorkommen von Wanderzellen im Mesenchym, aber alle diese Angaben sind nicht genügend genau. Zur endgültigen Lösung dieser Frage sind weitere Beobachtungen und Versuche erforderlich.

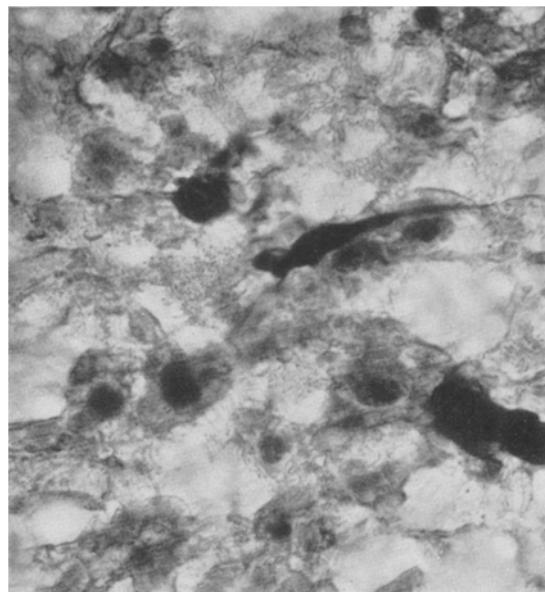


Abb. 2. Histiocyten neben kleineren Blutgefäßen im Mesenchym bei den Hühnerembryos.

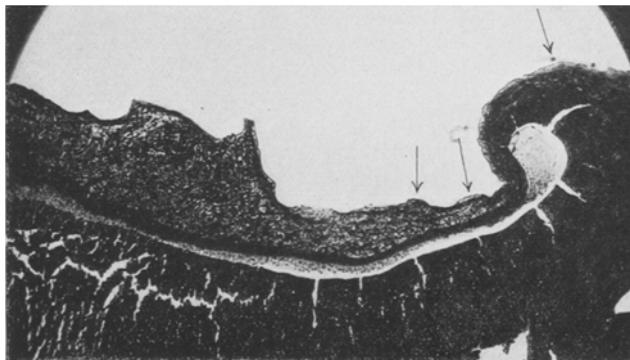


Abb. 3. Die Stelle, wo sich das Kleinhirn entwickelt und wo eine Einstülpung von Histiocyten im Zentralnervensystem entsteht.

Die von uns persönlich beobachteten Zellen waren manchmal in die Länge gezogen und lagen neben kleineren Blutgefäßen, indem sie sich an diese eng anschmiegten und sich gleichsam an der Bildung ihrer Wandungen beteiligten (Abb. 2). Besonders leicht ließen sie sich an der

Stelle auffinden, wo sich das Kleinhirn aus der hinteren Hirnblase entwickelt und wo eine Einstülpung des Mesenchymgewebes in die zukünftige Höhle der 4. Kammer entsteht (Abb. 3).

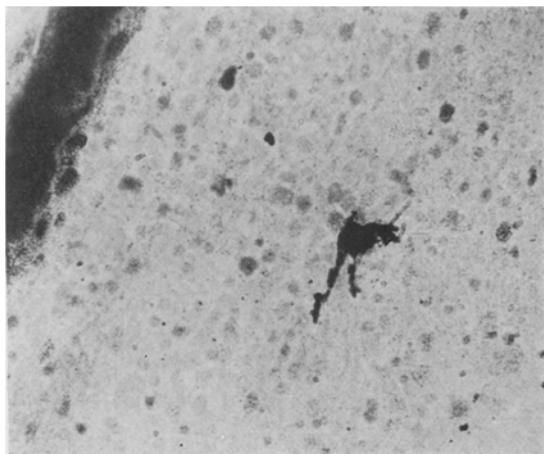


Abb. 4. Histiocyten-Mesogliazellen im Rückenmark am 8. Tage (Hühnerembryos).



Abb. 5. Histiocyten zwischen den Muskelfasern (Hühnerembryos).

Zu dieser Zeit lassen sich im Zentralnervensystem außer den Abkömmlingen des primären Epithels des Nervenrohrs keine anderen Zellen nachweisen. An weiteren Zeitpunkten (am 6. und 8. Tage) findet man eine Zunahme der Histiocyten mit Fortsätzen im Mesenchym

des Embryos in den Hirnhäuten. Zu dieser Zeit fanden wir Formen mit Fortsätzen auch in den in Entstehung begriffenen Knorpeln der Wirbelsäule. Am 8. Tage lassen sich solche Fortsatzzellen, und zwar sehr große, aber mit feineren Fortsätzen, auch schon im Großhirn und auch im Rückenmark nachweisen (Abb. 4).

Eine besonders große Zahl von Histiocyten läßt sich am 12. und 13. Tage imprägnieren. Zu dieser Zeit finden sich charakteristische große Fortsatzzellen auch unter den Muskelfasern und innerhalb verschiedener Bindegewebsanlagen (Abb. 5). Beachtung erfordern auch die

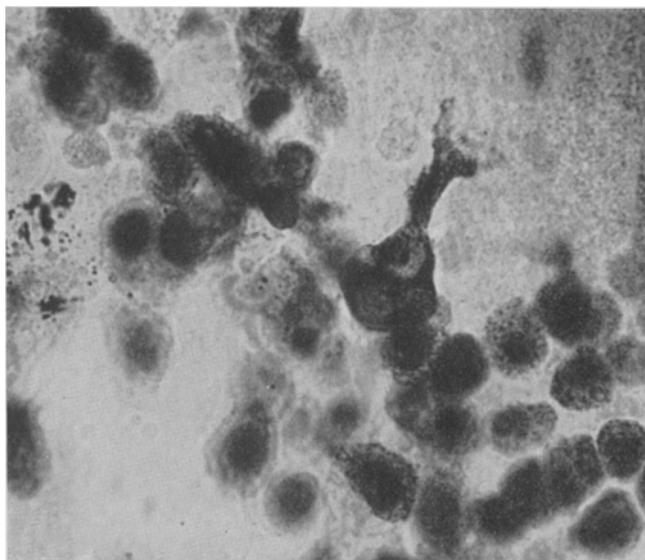


Abb. 6. Ein Blutbildungsherd. Histiocyten und Blutzellen.

Stätten der Blutbildung, die zu dieser Zeit in stärkerem Grade erfolgt. In den Anhäufungen der neuentstandenen rundlichen und weniger reifen Blutzellen lassen sich große Zellen mit dicken Fortsätzen und auch Übergangsformen zu den rundlichen Gebilden — dieselben histiocytären Zellen — auffinden. Sie hängen mit den Blutbildungsherden zusammen (Abb. 6). An den Ansammelungsstellen der Fettablagerungen, die sich mit Scharlach spezifisch färben, lassen sich bei der Imprägnation ebenfalls Fortsatzzellen nachweisen, die aber große dicke und zahlreiche Fortsätze und eine große Anzahl von Vakuolen aufweisen (Abb. 7). Einige Zellen stehen durch ihre Fortsätze in Verbindung; bei entsprechender Färbung zeigen sie Fett in den Protoplasmavakuolen. Es entsteht die Frage über ihre Beziehung zur Fettgewebsbildung. Dies alles spricht dafür, daß die Histiocyten beim Embryo überall verbreitet sind. Es besteht kein Zweifel, daß sie die Eigenschaften der Zellen des Reticuloendothelsystems

äußern und verschiedene Stoffe aufnehmen. Wir stellten eine große morphologische Ähnlichkeit dieser beweglichen Embryonalzellen (außerhalb des Zentralnervensystems) mit den Zellen der pathologischen Oligodendroglia und den pathologischen Formen der *Hortegaschen* Zellen¹ fest. Vereinzelt genommen lassen sich einige dieser Zellen der Form nach von den angeführten Zellen mitunter nicht unterscheiden.

Unsere Hauptaufmerksamkeit gilt jedoch dem Zentralnervensystem, d. h. dem Vorhandensein der beschriebenen Zellen im Zentralnervensystem — der Abkömmlinge des Mesenchyms — und ihrem Eindringen in das

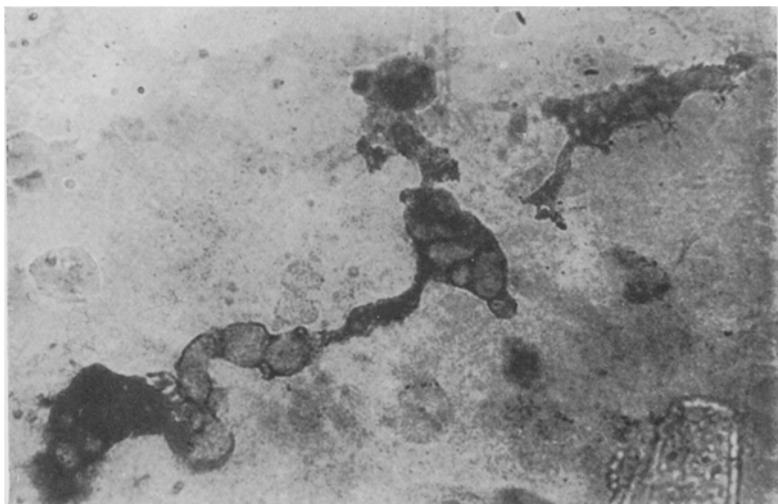


Abb. 7. Histiocyten mit den Fetteinlagerungen.

Zentralnervensystem. Beiläufig hatten wir die Möglichkeit, die Beziehungen der Histiocyten zu der Chromatoporenbildung in der Pia und in der Haut (im Gefieder) zu verfolgen. Bei der Imprägnation der vom Pigment völlig ausgefüllten Zellen war es nicht möglich, die Grenzen des Zellkörpers wahrzunehmen; manchmal erhielt man den Eindruck, daß es z. B. zwischen einer Pigmentepithelzelle der Netzhaut und irgend einer Mesenchympigmentzelle mit ihren dicht anliegenden Fortsätzen keine Grenze gibt, daß das Pigment aus der einen Zelle in die andere über syncytiale Protoplasmaverbindungen gleichsam hinüberwandert. Man muß sich fragen, ob die mit Pigment beladenen Chromatophoren von der Pigmentschicht des Epithels ausgehen oder ob es Zellen anderer Herkunft — aus dem das Auge umgebenden Bindegewebe — sind, die das Pigment adsorbieren. Diese Frage, die von hoher theoretischer

¹ Vortrag auf dem Unionskongreß für Pathologie (Baku 1930).

Bedeutung ist, ist noch nicht gelöst. Die Mehrzahl der Forscher neigt jedoch zu der Auffassung, daß die Chromatophoren das entstehende Pigment aus dem Epithel weiterführen. Wir meinen ebenfalls, daß dies unter der Beteiligung der beweglichen Zellen vor sich geht, wobei diese Zellen ihren Eigenschaften nach sich von den oben beschriebenen Histiocyten nicht unterscheiden. Wir sahen einige der Form nach typische Chromatophorenzellen mit unbedeutender Pigmentmenge, die aber Fortsätze aufwiesen, die für Histiocyten charakteristisch waren, wobei diese Fortsätze sich manchmal sehr fein verzweigten (Abb. 8). Sie



Abb. 8. Histiocyte-Chromatophorezellen mit und ohne Pigment.

imprägnierten sich blasser, zeigten einen Kern und sehr wenig Pigmentkörner im Protoplasma. Sie lagen zwischen Chromatophoren, deren Mehrzahl völlig mit Pigment ausgefüllt war.

Im Parenchym des Zentralnervensystems nimmt die Zahl der Fortsatzzellen bis zum Augenblick des Auskriechens aus dem Ei allmählich zu. Die Umrisse der Zelleiber sind sehr mannigfaltig. Sie bilden Gruppen, wobei ihre Herde mit den Gefäßen zusammenhängen. Gegen das Ende der Embryonalzeit und an den ersten Lebenstagen der Küchlein sahen wir, wie auch *Rio Hortega*, eine außerordentliche Vermehrung der Mesenchymzellen und ihr Eindringen in das Zentralnervensystem aus den benachbarten Bindegewebsgebilden. Wie wir schon sagten, erfolgt die Anhäufung dieser Zellen schon sehr früh an den Bildungsstellen der Aderhautgeflechte, an den Stellen der Einstülpung der Pia in das Innere der Kammern.

An den Präparaten der Hühnerembryos und besonders an den Hirnpräparaten der neugeborenen Katzen konnten wir die Wege des Eindringens dieser Zellen und ihre Verbreitung im Zentralnervensystem eingehender verfolgen. In der weißen Substanz des Großhirns finden wir gegen das Ende der Embryonalzeit eine große Menge der Zellen, die bald rundlich, bald außerordentlich vielgestaltig sind; man sieht hier bald kaum merkbare pseudopodienähnliche Fortsätze, bald kleine Fortsätze mit Verdickungen an den Enden, bald kleine verästelte Fortsätze mit denselben Verdickungen an den Enden (Abb. 9). Die Verteilung dieser Zellen zeigt eine gewisse Gesetzmäßigkeit: Je näher

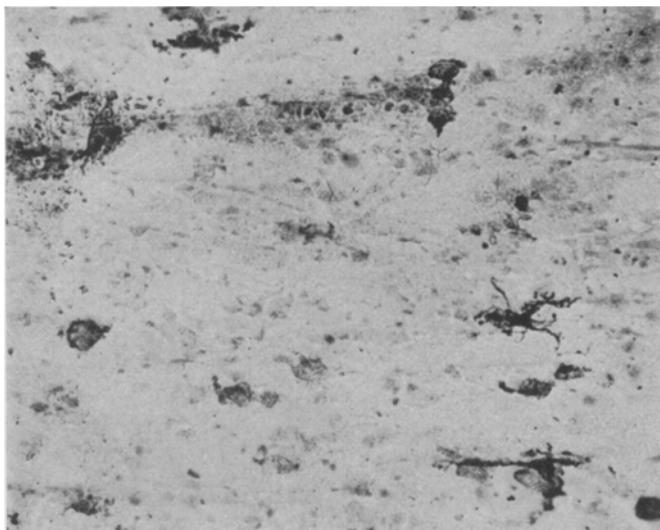


Abb. 9. Eindringende Histiocyten im Zentralnervensystem. Amöboide Formen (von links) und Zellen mit den Fortsätzen.

zur Rinde, desto besser ausgebildet sind die Formen mit Fortsätzen. Im Zelleib sieht man Körper, das Protoplasma imprägniert sich stärker als der Kern; die Endstücke der Fortsätze und die Randteile des Protoplasmas sind dunkler als die inneren Abschnitte. Die Zellen liegen in zur Ependymoberfläche vertikalen und gebogenen Reihen und ähneln in ihrer Verteilung der interfasciculären Oligodendroglia, indem sie fächer- und strahlenähnliche, vom Ependym gegen die Rinde ziehende Figuren bilden (Abb. 10).

Stellenweise sieht man deutlich, daß diese fortsatzlosen oder nur wenig fortsatzreichen Zellen, ähnlich wie die *Hortegaschen* Zellen, die Oligodendroglia- und Dränagezellen (ein bedeutender Bestandteil der Oligodendroglia, dicht den Gefäßwandungen anliegen und sich, wie die Fortsatzzellen, in der Richtung von den Gehirngefäßen, von den

Plexusgefäßen (Abb. 10) verbreiten. Ihrer Form nach ähneln die fortsatzarmen Zellformen den Oligodendrogliazellen, den *Hortegaschen* Fortsatzzellen. Es besteht kein Zweifel, daß dies dieselben Zellen sind, die auch *Hortega* und *Pruijs* gesehen haben¹. Je näher die Hirnteile zum Ependym, desto größer ist die Zahl dieser Zellen. Man kann sehen, wie einige von ihnen sich unter den Ependymzellen ausbreiten. Auf den ersten Blick scheint es, daß sie aus dem Ependym hervorgehen, was auch *Pruijs* annahm, sie stammen aber nicht vom Ependym. Ihre Züge stehen

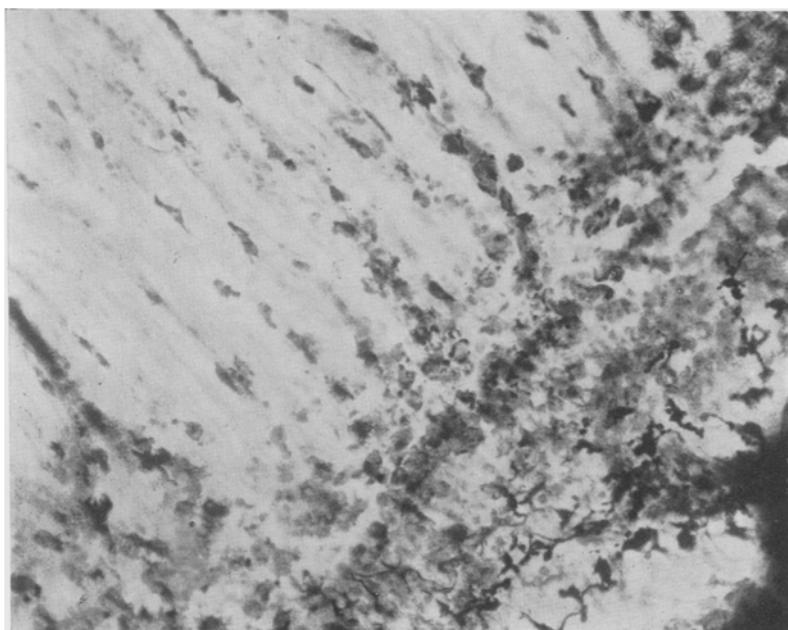


Abb. 10. Histiocyt-Mesogliazellen, eindringende im Zentralnervensystem aus dem Stroma des Plexus chorioideus.

mit dem Eindringen der Subependymalgefäße in die weiße Substanz und mit ihrer Verteilung innerhalb der weißen Substanz in Zusammenhang.

Auf den Präparaten derjenigen Hirnteile, wo die weiße Substanz dem Verlaufe des Aderhautgeflechtes nach mit diesem verwachsen ist (Zwischenhirn), sieht man, daß die kleinen Zellen aus dem Plexusgerüst in die weiße Substanz eindringen und sich in ihr verbreiten (Abb. 10). Zu dieser Zeit findet sich im Plexus chorioideus eine Menge Histiocyt mit groben Fortsätzen und von wunderschönen Formen (Abb. 11), die den oben in verschiedenen Stellen des Embryos außerhalb des Zentralnervensystems beschriebenen Zellen ähneln. Die Grenze gegen die Hirnsubstanz

¹ *Hortega* u. *Pruijs*: Z. Neur. 108, H. 1/3.

ist ebenfalls von diesen Zellen ausgefüllt. Sie ziehen auch mit den Verzweigungen der choroidalen Gefäße in die weiße Substanz. Nach dem Eindringen aus dem Gerüst der Pia und von den Gefäßen aus in das Gehirn geraten sie, augenscheinlich, in ganz andere Verhältnisse in bezug auf ihre Umgebung; in der sich mit Myelin bedeckenden festen weißen Substanz werden sie fortsatzärmer und lagern sich in Zügen entlang der Gefäße und zwischen den Fasern. Diese zelligen Zügen

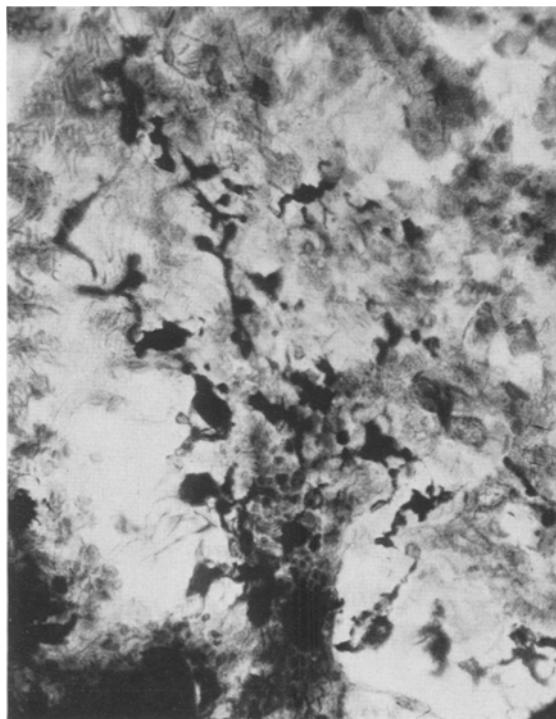


Abb. 11. Histiocyten im Stroma des Plexus chorioideus, ringsum eines Gefäßes.

zwischen den Fasern haben eine große Ähnlichkeit mit den Zügen der interfasciculären oder Dränagezellen, die dazu noch, wie wir es auch in unseren anderen Arbeiten über die Mesoglia zeigen konnten, mit den Gefäßen eng verbunden sind, zusammenhängen.

Die Wurzel des Plexus chorioideus, nämlich die Stelle seiner Verwachsung mit dem Gehirn und die Stelle, wo die Zweige der Choroidalgefäße in das Gehirn eindringen, ist eine der Haupteintrittsstellen der Histiocyten in das Gehirn und ihrer Verwandlung in Mesogliazellen. Wir können also bei den oben außerhalb des Zentralnervensystems, im Gerüst der Aderhautgeflechte und in der Pia, beschriebenen Histiocyten

einen stufenweise erfolgenden Zusammenhang mit den Zellen der Mesoglia, die wir, wie auch die Histiocyten des Mesenchyms, auf Grund anderer

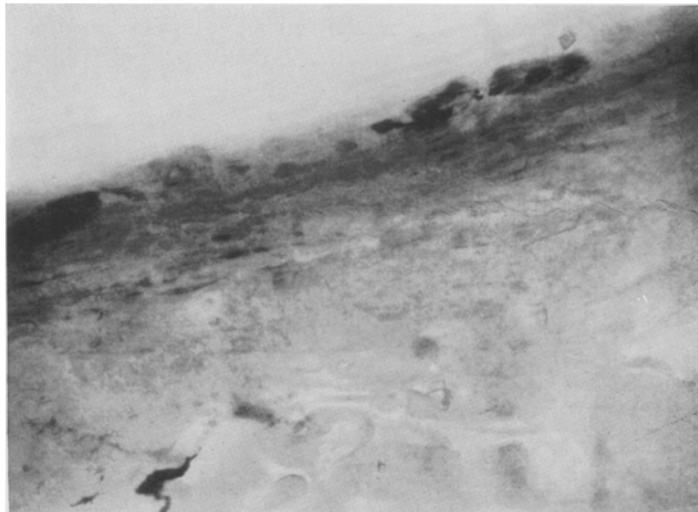


Abb. 12. Histiocyten in der Pia und im Molekularschnitt des Großgehirns.

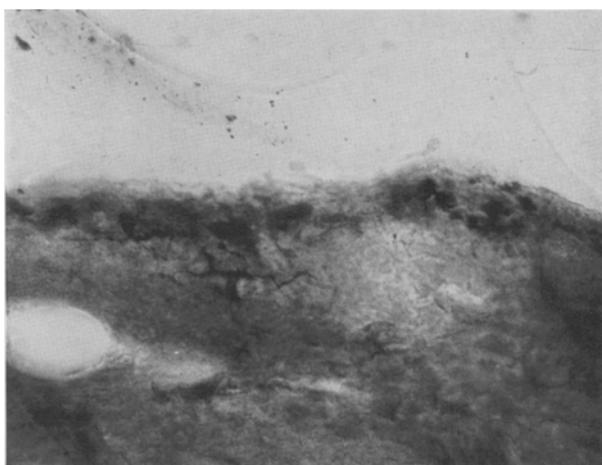


Abb. 13. Mesogliazellen der Molekularschicht, eindringende von der Pia intima.

Befunde (Phagocytose, Verhalten gegenüber Stoffen, die das Reticuloendothel blockieren) unbedingt als einen Teil des Reticuloendothel- systems betrachten, vermerken.

Eine andere Stelle, wo diese Zellen in das Zentralnervensystem eindringen, bildet, wie *Rio Hortega* schrieb, die Pia der Gehirnschenkel. Man

findet hier eine Menge Fortsatzzellen mit Übergangsformen in der weißen Substanz des Hirnstammes. Nach dem Eindringen erfolgt zunächst ebenfalls eine Abnahme des Fortsatzreichtums (Abb. 12).

In der Rinde können wir im Augenblick der Geburt der Früchte schon sehr entwickelte Fortsatzzellen von dem Typus der *Hortegaschen* Zellen finden. In der Pia findet man im Bereiche der ganzen Rinde und besonders am Boden der Furchen eine Menge von Zellen mit groben Fortsätzen von der Gestalt der oben beschriebenen Histiocytentypen.

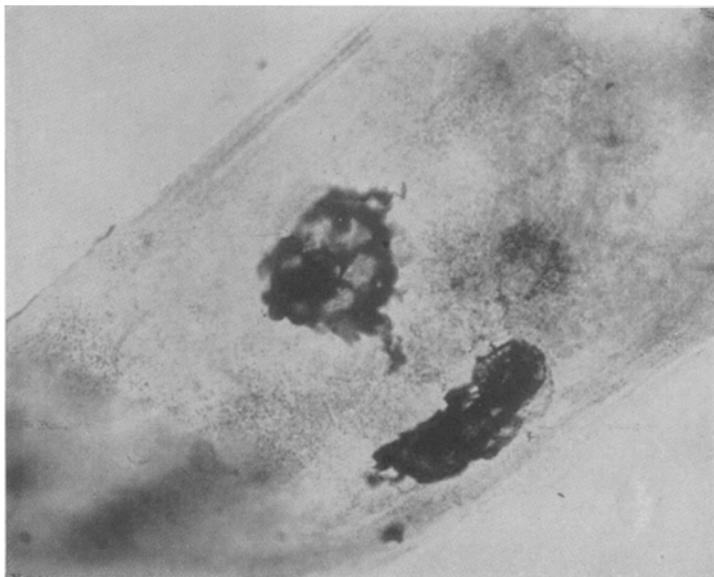


Abb. 14. Histiocytoiden der Pia in ihrer Ausdehnung. Dränage vacuolärer Zellen.

ihrer ausgezogenen Formen und Übergangsformen von diesen Zellen zu den mit feinen Fortsätzen ausgestatteten Mesogliazellen der Molekularschicht (Abb. 13) und der tieferen Rindenschichten. Man sieht Zellen, die mit ihren Leibern noch innerhalb des inneren Piablates, mit den Fortsätzen aber in der Molekularschicht des Gehirns liegen. Auf der inneren Piaoberfläche lassen sich regelmäßig dieselben Zellen beobachten. Betrachtet man die Pia in ihrer Ausdehnung, so sieht man Histiocytoiden (Abb. 14). Einige unter ihnen haben eine große Ähnlichkeit mit den interfasciculären Dränagezellen. In der Rinde selbst sieht man manchmal Zellgruppen, die mit den Rindengefäßen verbunden sind (Abb. 15). Das Eindringen dieser Zellen erfolgt, anscheinend, auch von den Wandungen der schon in die Rinde eingedrungenen Gefäße und nicht nur von dem inneren Piablate aus.

Eine üppige Vermehrung der Mesogliazellen erfolgt im Ammonshorn,

und zwar in der Richtung von der Pia der Fissura hippocampi längs der Lamina medullaris involuta. Von dieser Stelle aus, die an Gefäßen reich ist und von zwei Seiten von der Fascia dentata und vom unteren

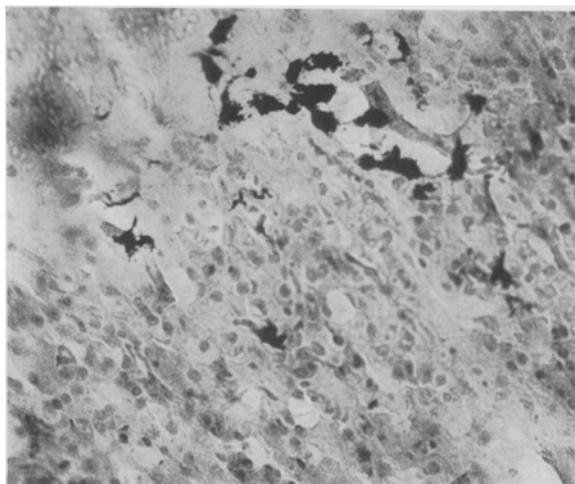


Abb. 15. Mesogliazellen-Histiocyten, eindringende in die Gehirnsubstanz von Rindengefäßen.

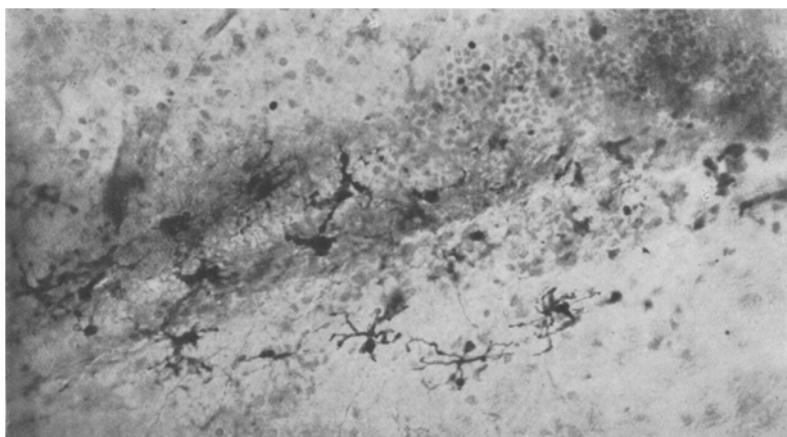


Abb. 16. Vermehrung der Mesogliazellen in Ammonshorn und Fascia dentata von der Pia der Fissura hippocampi.

Teil des Ammonshorns begrenzt wird, dringen in diese beiden Gebilde der Hirnsubstanz die Histiocyten ein (Abb. 16). In der Großhirnrinde vermischtten sich die mit Fortsätzen ausgestatteten Zellformen der Mesoglia, die den Piazellen entstammen, und Zellen, die in das Gehirn mit den subependymalen Gefäßen eindringen. Die Entstehung

der Fortsätze erklärt sich, wie es uns scheint, dadurch, daß diese Zellen, indem sie sich in der Rinde festsetzen, in eine strukturell-physiologische Verbindung mit den Zellen des Gehirnparenchyms eintreten, wobei ihr Leib die engen spaltförmigen Räume zwischen den eigentlichen Bausteinen des Gehirns ausfüllt. Nach einigen unserer Präparate aus normalen Gehirnen¹ zu urteilen, stehen die Fortsatzzellen der Mesoglia durch ihre Fortsätze miteinander in Verbindung. Wir haben aber unbedingt keine Gründe, um zu behaupten, daß zwischen den Mesoglia- und Makrogliazellen syncytiale Verbindungen bestehen, und zwar weder auf Grund unserer eigenen Befunde noch auf Grund der Abbildungen in der Arbeit von *Lasarew*²; wie schon gesagt wurde, nimmt die Anzahl der Fortsatzformen in der Rinde mit der fortschreitenden Entwicklung des Embryos zu. Die Mehrzahl der in das Zentralnervensystem mit den subependymalen Gefäßen eindringenden Zellen verbleibt in der weißen Substanz und bildet hier vorwiegend fortsatzlose Drainagezellen, die eine zu nahe Beziehung zu dem Umlauf der Gewebssäfte haben, und außerdem auch fortsatzarme Zellen (Oligodendroglia). Ein anderer Teil dieser Zellen begibt sich in tiefere Rindenschichten und bildet hier die Hauptmasse der Oligodendrogliazellen mit charakteristischen keulenartigen Fortsätzen. In den oberen und mittleren Rindenschichten herrschen reichverästelte *Hortega*-sche Zellen vor mit besonders ausgesprochener Adsorptionsfunktion für verschiedene Stoffe, die aus dem Liquor der subarachnoidalnen Räume herrühren. Die in Entwicklung begriffenen Mesogliazellen der Neugeborenen zeigen Ähnlichkeit mit den pathologischen Mesogliaformen der Erwachsenen und mit den normalen Histiocyten außerhalb des Zentralnervensystems.

Die Feststellung der mesodermalen Herkunft eines Teiles der gliösen Zellen ist auch für die Pathologie nicht ohne Bedeutung. Sogar für die Behandlung der infektiösen und postinfektiösen Nerven- und Geisteskrankheiten hat sie, im Zusammenhange mit der ganzen Reticuloendothelfrage, insofern eine theoretische Bedeutung, als sie die besonderen Eigentümlichkeiten der Hirnentwicklung klarlegt und gleichzeitig die biologischen Eigenschaften der Reticuloendothelzellen und die Art und Weise ihres Eindringens in das in Entwicklung begriffene Organ beleuchtet.

Schlußfolgerungen.

1. Im Mesenchym der Hühnerembryos findet man schon in einer sehr frühen Entwicklungszeit (am 4. Tage) eine ausgedehnte Verbreitung von Histiocyten; die Anzahl dieser Zellen nimmt an Stellen der Blutbildung und der Fettgewebsentwicklung auffallend zu. Dieselben Zellen

¹ Beletzky u. Garkawi: J. Neur. (russ.) 1930.

² Lasarew: Moderne Psycho-Neurologie (russ.) 1931, Nr 1.

dringen in das Zentralnervensystem an den Berührungsstellen des Gehirns mit dem Plexus chorioideus längs der Verzweigungen der Chorioidal- und Piagefäße ein und bilden im Zentralnervensystem die Mesogliazellen (*Hortegasche* Zellen und Oligodendrogliazellen).

2. Alle diese Zellen entwickeln sich entsprechend ihrer Lage, wobei sich aus der Gesamtmenge der Oligodendrogliazellen interfasciculäre Zellen, nämlich Drainagezellen, isolieren lassen.

3. Alle diese Zellen gehören zu den Zellen des Reticuloendothels.

4. Alle diese Mesogliazellen werden durch ihre einheitliche Funktion als Begleiter der anderen Strukturteile des Zentralnervensystems zu einer Einheit zusammengefaßt; sie zeigen alle die Eigenschaften der Histiocyten; die allgemeine Dynamik ihrer embryonalen Entwicklung und das Bestehen von Übergangsformen sprechen für ihre Einheitlichkeit.
