

(Laboratorium für Histopathologie der Junta para Ampliacion de Estudios
[Direktor: Dr. *Rio-Hortega*] Madrid.)

Über die Beziehungen der Mikroglia zu den Gefäßen.

Von

Enrique Vazquez-Lopez.

Mit 8 Textabbildungen.

(Eingegangen am 17. Dezember 1935.)

Seit den ersten über die Mikroglia von *Rio-Hortega* veröffentlichten Arbeiten (1919, 1920, 1921) kennt man die Beziehungen, die das „dritte Element“ der Nervenzentren zu den Gefäßen hat. In seinen Studien über die Histogenese der Mikroglia beschreibt *Rio-Hortega* das Vorhandensein von Jugendformen, welche die Gefäße in der grauen Substanz begleiten und dem perivaskulären Bindegewebe entstammen. Außer diesen embryonalen Formen, die sich in den ersten Tagen nach der Geburt vorfinden, bildet die bereits vollständig entwickelte Mikroglia, vasculäre Begleitzellen, die gelegentlich protoplasmatische Scheiden bilden, die dem Gefäß angepaßt sind, wenn sie auch gewöhnlich ihre Morphologie bewahren, indem der Kontakt einfach mittels der feinen Verzweigungen hergestellt wird.

Die vasculären Beziehungen der Mikroglia in der Embryonalzeit und ihrer Entwicklung sind in letzter Zeit wiederholt studiert worden. *Gozzano* (1931) hat die Evolution der perivaskulären, aus der Leptomeninx stammenden Elemente bis zur Bildung typischer mikroglialer Zellen in den auf die Geburt folgenden Tagen beschrieben. *Belezky* (1932), der glaubt, daß Mikroglia und Oligodendroglia identisch seien, bringt ihr Erscheinen im Nervengewebe mit dem Vorhandensein von mesenchymalen Zellen (Histiocyten), die ähnliche Morphologie und ähnlichen Charakter haben wie die primitiven Mikrogliaiblasten, in Beziehung. Diese Zellformen erscheinen im Mesoderm des Hühnerembryos vom 4. Tage der Befruchtung an, und ihre Einwanderung in das Nervengewebe geschieht gerade entlang den Gefäßen.

Die von *Santha* (1932), *Juba* (1933, 1934) und *Santha* und *Juba* (1933) veröffentlichten Arbeiten sind von besonderem Interesse. Dort wurde nicht nur der genaue Augenblick des Auftretens der Mikrogliaiblasten im Nervengewebe (bereits am 4. Inkubationstage, d. i. gleichzeitig mit dem Erscheinen der ersten Histiocyten im Mesenchym) festgelegt, sondern auch der Einwanderungsvorgang in das Nervengewebe und die Beziehungen studiert, die von den embryonalen Perioden ab zwischen *Hortegaschen* Zellen und Gefäßen bestehen. In ihren verschiedenen Mitteilungen haben diese Forscher an Menschen-, Mäusen-, Kaninchen- und Schweineembryonen das gleichzeitige Auftreten der ersten Gefäßanlagen und der Mikrogliaiblasten nachgewiesen, bei denen man alle Übergangsstufen bis zu den vollständig verzweigten Mikrogliaformen

verfolgen kann. Histogenetisch betrachten sie die Mikrogliaoblasten eher als Abkömmlinge von ursprünglich intravasculären Elementen, genauer von Blutmakrophagen, als von Zellen der Adventitia.

Was die ausgewachsenen Tieren betrifft, so wird das Problem durch das gleichzeitige Vorhandensein von perivasculären, von der Leptomeninge stammenden Zellen und von der Gefäßwand anliegenden Pericyten kompliziert. Ob die letzteren einfache Formen mit myofibrillärer Differenzierung oder einfache Elemente histocytdärer Natur sind, steht noch nicht zur Genüge fest. Bezüglich der Elemente der *Virchow-Robin*-sche Räume halten zwar *Schaltenbrand* und *Bailey* (1928) ihre Identität mit den an anderen Orten vorkommenden Elementen der äußeren Gefäßhaut für zweifelhaft, *Kubie* (1927) aber hat mittels der supravitalen Färbung die Identität der perivasculären Zellen des Gehirns von normalen Meerschweinchen und Kaninchen mit den gewöhnlichen Makrophagen nachweisen können. *Plenk* (1929) hat an den Hirngefäßen Formen beschrieben, die mit den von *Zimmermann* (1932) in anderen Organen nachgewiesenen Pericyten identisch sind. *Urtubey* (1932) hat ihr Vorhandensein bestätigt, indem er sie scharf von den perivasculären Mikrogliaformen unterschied.

Wir wollen die Verteilung der Mikroglia bei den Vögeln am normalen ausgewachsenen Tiere und in Zeiten ausgesprochener Zellwanderung beschreiben, und einige Daten zu den bereits bekannten über den Ursprung der Mikroglia und ihre Beziehungen zu den perivasculären Strukturen hinzufügen.

Material und Technik.

Unser Material besteht aus Gehirn und Rückenmark von Hühnern, größtenteils von 2—5 Monaten. Wir haben gleichzeitig einige ausgewachsene und senile Tiere und auch Hühnchen von wenigen Tagen studiert. In manchen Fällen handelte es sich um Tiere, deren Brustmuskeln mit Rous-Sarkom und andere Experimentalwucherungen, aber stets ohne Gehirnlokalisationen der Tumor, geimpft werden. Manchmal haben wir zum Studium des Zellwanderungsprozesses Tiere mit Gehirnverletzungen oder solche, die intracerebral mit Rous-Sarkom geimpft waren, benutzt. Die Mehrzahl unserer Beobachtungen bezieht sich indessen auf normale Tiere, wenigstens bezüglich des Nervensystems; sie waren genügend alt, um embryonale Vorgänge mit Sicherheit ausschalten zu können¹.

Die angewandte Technik ist die von *Rio-Hortega* für das Studium der Mikroglia (1927). Fixierung in *Cajals* Bromformol, während 2—5 Tagen, Superbromierung, Gefrierschnitte und schnelle Imprägnation in Silbercarbonat mit Reduktion in schwacher Formalinlösung. Es schien uns, daß die beste Imprägnation der perivasculären Mikroglia bei kürzester Fixierung (2—3 Tage) und bei kurzer Imprägnation erzielt wurde.

¹ *Wertham* (1932) hat in offensichtlich normalen Hühnern Veränderungen beschrieben, die denen ähnlich sind, die sich bei der progressiven menschlichen Paralyse finden. Sie zeichnen sich vor allem durch eine Zunahme an Mikroglia-, an Stäbchenzellen und an perivasculären Infiltraten aus. Das beschriebene Bild, das einen Beitrag zu dem Vorhandensein einer Encephalitis unbekannter Ethnologie liefert, entspricht nicht unseren Beobachtungen. Für uns fehlt jegliche perivasculäre Infiltration, die Mikrogliaformen sind vom embryonalen Typ und leicht differenzierbar von den Stäbchenzellen und anderen pathologischen Formen der *Hortegazelle*.

Verteilung der Mikroglia beim Huhn.

Beim Studium der Mikroglia im Nervensystem des Huhns — wobei es sich natürlich um normale ausgewachsene Tiere handelt, oder solche, die genügend weit vom embryonalen Stadium und von der mikroglialen Entwicklung entfernt sind — fällt zuerst auf, daß diese Zellen eine besondere Verteilung haben, und daß viele Elemente vorhanden sind, die an diejenigen erinnern, die bei anderen Tieren bei pathologischer Wanderung vorkommen. Man könnte sagen, daß die Mikroglia beim Huhn sich in einer ständigen¹ Halbmobilisation zu befinden scheint.

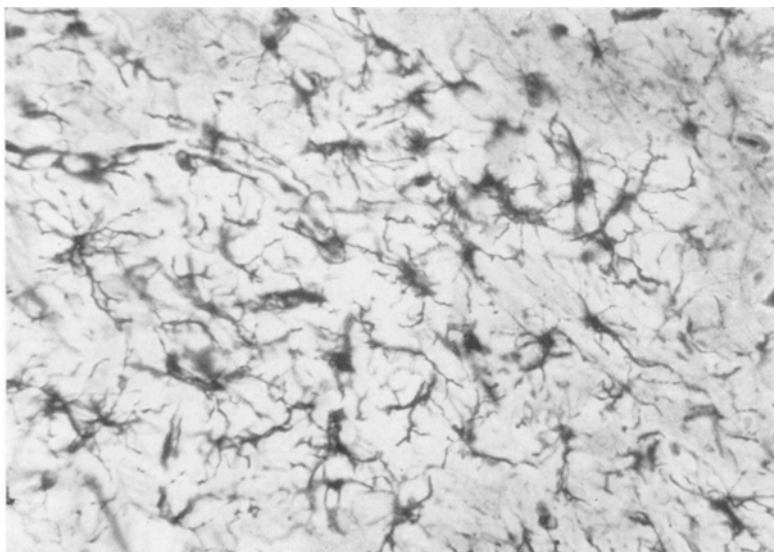


Abb. 1. Mikrogliafeld, in dem sich einige Übergangsformen zwischen Mikroglia- und ausgewachsenen Zellen unterscheiden lassen.

In erster Linie ist die Verteilung der Mikroglia nicht gleichmäßig. Bei der Hirnrinde ist diese Tatsache bereits ganz deutlich bemerkbar; sie wird aber noch deutlicher in der weißen Substanz und vor allem im Hirnstamm und im Rückenmark. Auf dem Untergrund zahlreicher gleichmäßig verteilter, neben den Capillaren gelegenen Zellen, erscheinen mehr oder weniger ausgedehnte Felder, in denen sich die Mikroglia in größerer Menge als sonst normalerweise anhäuft.

Dazu kommt ein weiterer Faktor, der zu bestätigen scheint, daß wir einem anormalen Prozeß gegenüberstehen, das ist das Vorhandensein von wenig verzweigten Formen mit ungewöhnlich reichlichem Protoplasma, das ausgebreitet ist und Verdickungen in den protoplasmatischen Fortsätzen hat, die diesen Zellen ein ganz eigentümliches Aussehen verleihen. Ein genaues Studium zeigt, daß es sich nicht um Formen handelt, die in der Umwandlung zu Stäbchenzellen und Fettkörnchen-

zellen begriffen sind — was nur unter pathologischen Bedingungen stattfindet — sondern, daß es sich im Gegenteil um Übergänge von einer wenig verzweigten und mit einem gut entwickelten Zellkörper (wenn auch ohne Zelleinschlüsse) versehenen Form zur normalen, durch sehr kleinen Zellkörper und vielfache feine Verästelungen ausgezeichneten Form handelt. Es sind Zelltypen, die genau den von *Gozzano* und *Santha* und *Juba* als mikroglioblastisch beschriebenen entsprechen, die von den Gefäßen ausgehend ins Innere des Nervengewebes einwandern und während ihrer Mobilisation eine Reihe von Formveränderungen er-



Abb. 2. Mikrogliakolonie kleinen Umfangs.

leiden, bis sie die typische Verteilung und das typische Aussehen der ausgewachsenen normalen Mikroglia erlangen.

Abb. 1 entspricht einem der oben bezeichneten Felder mit zahlreichen Zellen, die nicht die Vielfältigkeit und Feinheit der Verästelung der typischen Mikroglia erreicht haben. Wie man an derselben Abbildung sehen kann, stehen diese mikroglialen Felder stets in Nachbarbeziehung zu Capillaren, deren Wände mehr oder weniger durch die Fortsätze der Mikroglia verstärkt erscheinen, oder die mit dem Zelleib verbunden sind. Später werden wir sehen, daß gerade an diesen Stellen die Beziehungen der *Hortegaschen* Zellen zu den Capillaren deutlicher werden können.

Diese Verteilung wird durch Bilder verständlich, die sicherlich die Ursprungsphase des erstgenannten Bildes sind. Wir sehen Herde wechselnden Durchmessers, die manchmal nur von einigen wenigen Zellen gebildet werden, häufiger jedoch, besonders in der weißen Substanz des verlängerten Markes und des Rückenmarkes, in großen Anhäufungen von mikroglialen, eng verkreuzten Zellen bestehen; bei den zentralen

Teilen ist es vollständig unmöglich die einzelnen Bestandteile zu sondern (Abb. 2 und 3).

Inmitten dieser Zellmasse erscheint stets ein Gefäß und es ist nicht selten so wie in dem in Abb. 3 dargestellten Fall, daß man mehr oder weniger peripher weitere Capillaren sieht, deren Wand von den dort angehäuften Zellen vollständig bedeckt wird. In dem Maße, in dem wir uns vom Zentrum des Herdes entfernen, wird die Zellmasse lockerer und man erkennt schließlich vereinzelte Formen, die den Knoten in seinem ganzen Umfang umgeben.

Wie man an den Abb. 2 und 3 ersehen kann, sind die Zellen, die diese perivaskulären Knoten umgeben, verzweigt und die Unbestimmtheit der

Zellgrenzen ist nicht auf ein Ineinanderfließen der Zellränder zurückzuführen, sondern auf die enge Durchflechtung der Fortsätze. Je peripherer die Zellen liegen, desto geringer sind ihre Beziehungen zu der Zentralmasse und desto distinkter sind ihre Umrisse. Gleichzeitig werden mit der Entfernung vom Zentralherd die Fortsätze länger und verzweigter und die Elemente nehmen die typischen Formen der ausgewachsenen Mikroglia an.

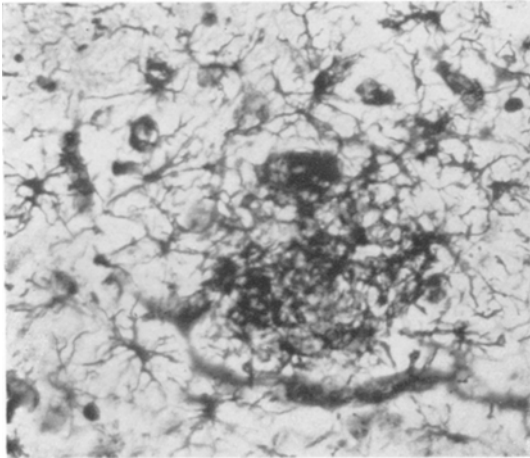


Abb. 3. Mikrogliale „Reservekolonie“ größeren Umfangs als die vorhergehende. Man sieht die Schatten einiger sie umgebender Capillaren.

Die Kernfärbung dieser Strukturen bestätigt die vorstehende Beschreibung. Wie Abbildung 4 zeigt, handelt es sich um Zellen mit kleinem, unregelmäßigem und sehr chromatischen Kern, um Zellen, die in der Mitte sehr eng liegen und die sich am Rand isolieren und deren Kern dann leicht mit dem der Mikrogliazellen identifizierbar ist.

Diese Bildungen kommen im normalen Nervensystem sowohl des jungen wie des ausgewachsenen und senilen Huhnes regelmäßig vor. Es bleibt wenigstens teilweise bei der Mobilisation der Mikroglia; wir haben diese Bilder nur in dem Falle verschwinden sehen, wo die mikrogliale Auswanderung den Höhepunkt erreicht, wie es bei den intracerebral mit dem Rousschen Sarkom geimpften Tieren der Fall ist, das eine spezifische Wirkung auf die mesenchymalen Elemente auszuüben scheint.

Die vorstehenden Tatsachen gestatten eine Erklärung der genannten Strukturen: Es handelt sich um „Ersatzmikroglia“, die entweder

durch das Vorhandensein eines pathologischen Prozesses oder Reize, die normalerweise die mikrogliale Verteilung regeln, Zellen frei gemacht, die zum benachbarten Nervengewebe abwandern.

Die oben beschriebene Verteilung entspricht einer Phase des Prozesses, bei der der Zentralknoten nicht sichtbar ist, weil er sich in einem anderen Schnitte befindet oder weil bei der Zellabwanderung alle Elemente abgestoßen wurden, die in einer früheren Stufe eine dieser Kolonien zusammensetzten. Die Verteilung der Mikroglia in mehr oder weniger ausgedehnte Felder, die über das Nervengewebe zerstreut sind, ist eine Folge dieser Irradiationszentren, von denen ausgehend sich der Abwanderungsprozeß und die definitive Formbildung vollzieht. Diese Erscheinung,

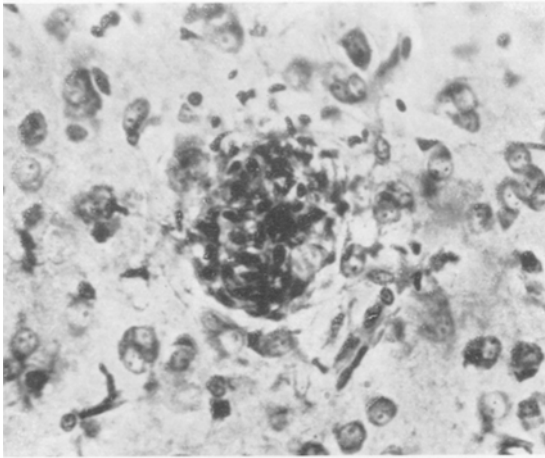


Abb. 4. Kernfärbung einer „Reservekolonie“.

die eine abgekürzte Reproduktion derjenigen darstellt, die im Embryo stattfindet, wenn die Mikroglia zum erstenmal auftritt, setzt sich beim Huhn das ganze Leben des Tieres hindurch fort, und so erklärt es sich, daß man stets mikrogliale Formen antreffen kann, die den als embryonal beschriebenen genau gleichen.

Beziehungen zu den Gefäßen.

Wir haben bereits hervorgehoben, daß sowohl die „Ersatzkolonien“ wie die weiter fortgeschrittenen Phasen der Herde mikroglialer Abwanderung stets in inniger Beziehung zu einem Gefäß stehen. Gewöhnlich ist die zentrale Zellmasse, die den Kern der Kolonien bildet, von einer mehr oder weniger schlecht sichtbaren Capillare durchquert. Andere Male sieht man außer dieser Axialcapillare andere, welche die Kolonie umgeben oder sie in verschiedener Richtung durchkreuzen.

Es sieht so aus, als ob die „Ersatzkolonien“ mit Vorliebe in den Gabelungen der Capillaren lägen.

Die Verbindungen, die an diesen Punkten zwischen der Gefäßwand und den Zellen bestehen mögen, kann man unmöglich alle feststellen, da die große Menge der angehäuften Mikroglia manchmal die klare Begrenzung des Gefäßes verhindert. Dafür sind die Abwanderungszonen günstiger, wo (wie bei Abb. 1 ersichtlich) die Zellen sich bereits genügend gesondert haben, so daß man ihre Grenzen richtig festzustellen vermag.

In diesen Feldern, wie im ganzen restlichen Nervengewebe, sind die Capillaren von Hortegazellen während des größten Teil ihres Weges begleitet. Der Unterschied zwischen irgendeinem Gebiet des Gehirns

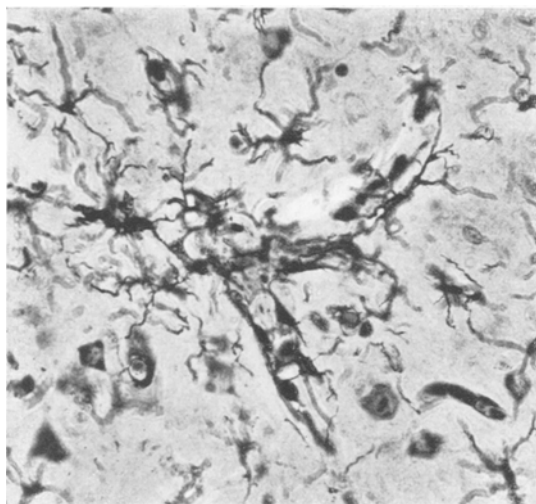


Abb. 5. Pericapilläre Mikroglia und einige Wanderformen.

oder des Rückenmarkes und einem solchen, in dem wir die genannten „Abwanderungsfelder“ antreffen, beruht nicht so sehr in den eigentlichen perivaskulären Formen als in der Reichlichkeit der bereits im Parenchym befindlichen Zellen, die aber, wie wir bereits oben gesagt haben, sich in der Abwanderungsperiode befinden und von primitiven perivaskulären Herden herkommen (Abb. 5).

In vielen Fällen haben die Mikrogliazellen, welche die Capillaren begleiten, eine längliche Form mit einem sehr spärlichen Zellkörper und feinen Fortsätzen. Es ist immer möglich, sie von der endothelialen Wand zu unterscheiden. Aber häufiger als diese Typen, die der Mehrzahl der Beschreibungen der perivaskulären Mikroglia entsprechen, sind andere, bei denen sich die Zellform ganz der perivaskulären Lokalisation anpaßt und bei denen an Stelle von fadenförmigen Verzweigungen eine flächenhafte Form entsteht; der Zelleib vergrößert sich und paßt sich vollkommen an die endotheliale Wand an, ohne daß es möglich wäre, die genaue Grenze zwischen dem Endothel und den darüberliegenden mikroglialen Zellen anzugeben.

Die typischen perivaskulären Formen verlieren schließlich das mikrogliale Aussehen vollkommen. Der in der Richtung des Gefäßes verlängerte Körper umgibt häufig die Wand, und die wenig zahlreichen und mehr flächenhaft ausgedehnten Fortsätze vervollständigen den Kreis um die Capillare. Abb. 6 stellt eine fast in ihrem ganzen Umfang von einer mikroglialen Zelle der beschriebenen Art umgebene Capillare dar. Die Zelle formt eine fast vollständig eingebogene und an den Umfang des

Gefäßes angepaßte Form. Die Zellen erreichen eine viel größere Oberfläche als gewöhnlich, und an ihre typische Form erinnert nur das Vorhandensein einiger nach der Dicke des umgebenden Nervengewebes

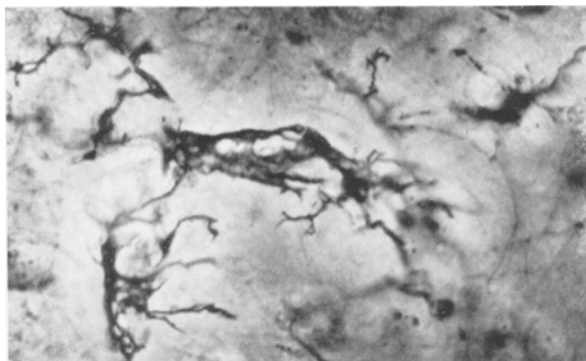


Abb. 6. Capillare mit membranförmiger, an das Endothel angepaßter Mikroglia.

gerichteten feinen Verlängerungen. Abb. 7 zeigt eine perivaskuläre *Hortega*-sche Zelle mit halbzyklindrischem protoplasmatischem Körper, Anzeichen

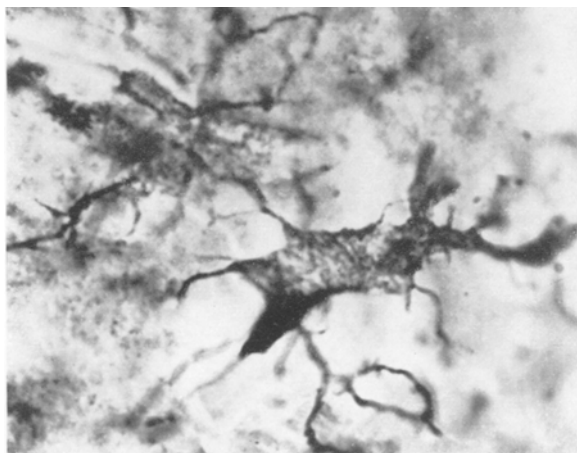


Abb. 7. An ein Gefäß angepaßte Mikrogliazelle mit laminärem Protoplasma und membranförmigen und faserförmigen Verlängerungen.

der Anpassung an eine Capillare, und zwei Arten von Fortsätzen: einige breite, wenig verzweigte, die gleichzeitig die Capillarwand umgeben, und andere, feine, mit größerer Neigung zur Verzweigung, die sich in das benachbarte Nervengewebe ausdehnen.

Die Gefäßbeziehungen der Mikroglia beschränken sich nicht auf die Capillaren, sondern sie kommen auch bei den Arterien kleinen Kalibers vor. Bei den Häutchen, welche die Hirngefäße bei ihrem Übergang

quer durch das Nervengewebe begleiten, befinden sich Zellen, die von den Elementen der Leptomeninx stammen und die infolge ihrer Verteilung und Färbungseigenschaften (Argentophilie in ähnlicher Weise wie bei der Mikroglia und im allgemeinen bei allen beweglichen Elementen des reticuloendothelialen Systems) eine außerordentliche Ähnlichkeit mit den flächenhaften Formen der perivaskulären Mikroglia bewahren.

Die Verwandtschaft dieser Zellen mit der Mikroglia beschränkt sich nicht auf eine einfache morphologische Ähnlichkeit, sondern sie zeigt

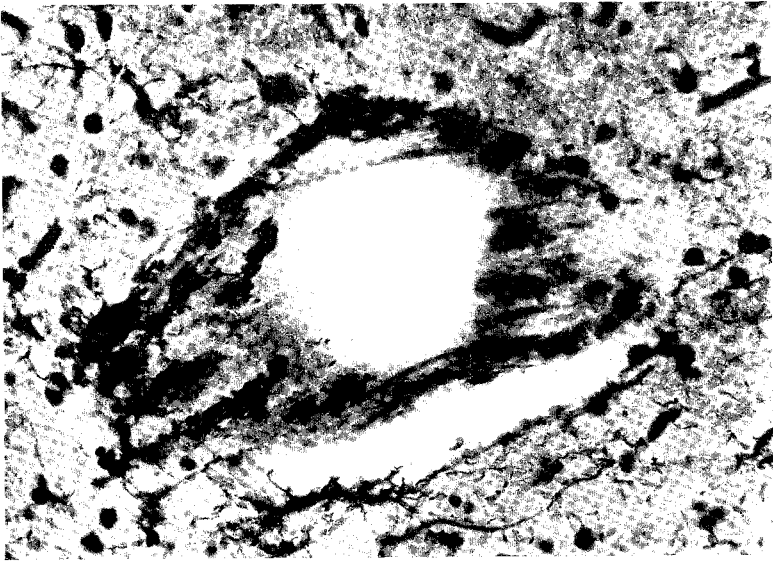


Abb. 8. Hirnarteriole mit Gefäßhautzellen in Prozeß der Auswanderung und Umformung in Mikroglia.

sich gleichzeitig auch in ihrer Fähigkeit, das Nervengewebe zu durchwandern, wobei Zellformen entstehen, die genau der typischen Mikroglia entsprechen. Wenn auch diese Umformung vorzugsweise in pathologischen Stadien mit lebhafter Mobilisation der Mikroglia stattfindet, so kann man sie doch auch bei vollständig normalen Tieren sehen, wie es bei dem Fall von Abb. 8 ist. Wir sehen hier ein Gefäß, bei dem der Adventitialraum von Zellen angefüllt ist, die stark schwarz imprägniert sind und deren Abwanderung nach dem Nervengewebe ziemlich bemerkbar ist.

Diese Beziehungen ahmen gewissermaßen jene nach, die in den Embryonalperioden bestanden haben. Nach *Rio-Hortega* scheint ja wenigstens ein Teil der Mikroglia der Hirnrinde den Gefäßen zu folgen und stammt wahrscheinlich aus dem perivaskulären Bindegewebe der Pia.

Schlußbetrachtungen.

Die vorstehende Beschreibung bestätigt wiederum die besondere Bedeutung der Mikroglia und ihre Merkmale gegenüber den anderen Zelltypen des Nervensystems. Im Gegensatz zur Beständigkeit der ektodermalen Bestandteile, Neuronen und Neuroglia und ihren verschiedenen Formen, zeigt das dritte Element eine dauernde Beweglichkeit und Anpassungsfähigkeit an die Notwendigkeiten, die sich in jedem Augenblick ergeben können. Diese Eigenschaften haben auch die übrigen defensiven Zellelemente, vor allem die des reticuloendothelialen Systems.

Der mesodermale Charakter der Hortegazellen (wichtigster Beweis ist bekanntlich ihre gleichzeitige Entwicklung mit den Gefäßen) ist noch augenfälliger bei den Vögeln, da die embryonalen Ursprungs- und Lokalisations-Beziehungen durch das ganze Leben des Tieres hindurch fort-dauern, wobei sie den von anderen Organen wohlbekannten Prozeß der Abwanderung der histocytären Zellen von der Adventitialregion zeigen.

Das überzeugendste Beispiel dieser Art sehen wir in den beschriebenen mikroglialen „Ersatzkolonien“, die von großen pericapillären Anhäufungen gebildet werden, die mobilisiert werden können, wenn es die Notwendigkeiten erfordern. Trotz des großen Unterschiedes von Organen und Geweben kann man nicht umhin, ihre Bedeutung der bekannten Milchflecken des Peritoneum gleichzustellen. Bei beiden Typen von Bildern finden wir, stets in nächster Nähe der Capillare, Anhäufungen von Zellen identischer Natur; Histocyten und indifferente Mesenchymzellen in den milchartigen Flecken; und in dem Nervensystem ihre homologe Form: Mikroglia in mäßig fortgeschrittenen Formen der Entwicklung.

Andererseits sind die isolierten pericapillären Zellen vollständig mit den Zellen der vasculären Gefäßhaut in anderen Organgebieten zu identifizieren, die nach dem Urteil der Mehrzahl der Forscher [*Maximow* (1927), *Clark* und *Clark* (1925), *Beninghoff* (1930), *Loeschke* und *Loeschke* (1934)] größtenteils histocytären Charakter besitzen.

Über das Vorhandensein echter Pericyten und ihre Beziehungen zur Mikroglia haben wir bereits die Beschreibungen von *Plenk* angeführt. Wir haben keine Imprägnierung mit der klassischen Methode vorgenommen, um sie zu beweisen. Immerhin hat *Urtubey* diese Zellen mit der gleichen von *Plenk* angewandten Methode und mit der von uns Silbercarbonattechnik bereits studiert und seine Resultate sind in beiden Fällen ziemlich ähnlich. Die Beschreibungen und die Abbildungen der Arbeit des zuletztgenannten Autors fallen genau mit den von uns gesehenen zusammen. Ferner führt er für die Identität der Pericyten und der Mikroglia die Tatsache an, daß beide Klassen von Elementen nicht vital mittels der Einspritzung von Trypanblau, Carmin oder Tusche gefärbt werden können. *Urtubey*, dem es nicht möglich war Übergangsformen zwischen typischer Mikroglia und Pericyten zu sehen, betrachtet sie als

verschiedene Elemente, wenn auch beide mesenchymaler Natur seien. Die Häufigkeit der jungen Formen der Mikroglia beim Huhn (wo wir sie wiederholt nachgewiesen haben, der Entwicklungsprozeß der Mikroglia, der von den embryonalen kugelartigen Formen an bis zu den definitiven, sehr verzweigten, ein dauernder ist) erlaubt ohne jeden Zweifel alle möglichen Abstufungen zwischen der perivaskulären Mikroglia, die von *Urtubey* für echte Pericyten gehalten wird, und den typischen ausgewachsenen mikroglialen Formen zu sehen. Unserer Meinung nach besteht zwischen beiden Elementen kein Unterschied, und die Pericyten der Capillaren des Nervengewebes sind nichts anderes als mikrogliale perivaskuläre Formen, wenigstens zum großen Teil.

Zusammenfassung.

Im Nervensystem des normalen ausgewachsenen Huhns existieren Anhäufungen von Mikroglia um die Capillaren und feinen Gefäße von ziemlich beträchtlicher Größe. Diese „Ersatzkolonien“ geben mit der Schnelligkeit, welche die Umstände erfordern, Mikrogliazellen oder Mikrogliablasten ab, die mit fortschreitender Abwanderung die embryonale Form verlieren und sich in typische Hortegazellen umwandeln. Man sieht auch Zellen der Mikroglia mit embryonalen Formen, die sich von der vaskulären Adventitia und besonders von den Capillaren lösen. Um die letzteren herum findet man beim Huhn eine große Menge von Mikrogliazellen mit laminären Formen und membranförmigen Fortsätzen, die den Pericyten und Gefäßhautzellen anderer Organe entsprechen.

Bibliographie.

- Belezky, W. R.*: Virchows Arch. **284**, 295—311 (1932). — *Benninghoff, A.*: Die Capillaren. Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen von *W. v. Möllendorf*, Bd. 6/1, S. 18—37. 1930. — *Clark, E. R. u. E. L. Clark*: Amer. J. Anat. **35**, 265—282 (1925). — *Gozzano, M.*: Riv. Neur. **4**, 225—265 und 374—448 (1931). — *Juba, A.*: Z. Anat. **103**, 245—258 (1934). — Arch. f. Psychiatr. **101**, 577—592 (1933); **102**, 225—232 (1934). — *Kubie, L. S.*: J. of exper. Med. **46**, 615—626 (1927). — *Loeschke, H. u. E. Loeschke*: Z. mikrosk.-anat. Forsch. **35**, 533—550 (1934). — *Maximow, A.*: Bindegewebe und blutbildende Gewebe. Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen, Bd. 2/1, S. 232—549. 1927. — *Plenk, H.*: Anat. Anz. **66**, 369—377 (1929). — *Rio-Hortega, P.*: Bol. Soc. españ. Hist. Nat. **8**, 154—166 (1919); **27**, 198—210 (1927). — Trab. Labor. Invest. biol. Univ. Madrid **17**, 1—46 (1920). — Mem. Soc. españ. Hist. Nat. **11**, 213—268 (1921). — *Santha, K.*: Arch. f. Psychiatr. **96**, 36—67 (1932). — *Santha, K. u. A. Juba*: Arch. f. Psychiatr. **98**, 598—613 (1933). — *Schaltebrand, G. u. P. Bailey*: J. Psychol. u. Neur. **35**, 199 bis 278 (1928). — *Urtubey, L.*: Rev. españ. Biol. **1**, 25—39 (1932). — *Wertham, F.*: Arch. of Neurol. and Psych. **28**, 1117—1138 (1932). — *Zimmermann, K. W.*: Z. Anat. **68**, 29—109 (1923).