

(Aus der Pathologisch-Anatomischen Abteilung des Staatsinstituts für experimentelle Medizin zu Leningrad. — Vorstand: Prof. Dr. N. Anitschkow.)

## Über den Bau und die Altersveränderungen der Gehirnarterien.

Von

Dr. W. M. Hackel.

Mit 5 Textabbildungen.

(Eingegangen am 15. Juli 1927.)

Die systematische Erforschung der Morphologie und Pathologie der Atherosklerose stützt sich in bedeutendem Maße auf die Kenntnis der normalen histologischen Struktur der Arterienwandungen. Von besonderer Wichtigkeit ist die Feststellung der normal vorkommenden Altersveränderungen der Arterien, was notwendigerweise dem Studium der sich hier abspielenden krankhaften Vorgänge vorangehen muß. Die Nichtbeachtung der Altersveränderungen der Arterienwandungen kann zu falschen Schlußfolgerungen über die Bedeutung einiger Strukturgeigenarten der Arterienwandungen und infolgedessen auch zu einer unrichtigen Vorstellung über die Entstehungsweise der hier vorkommenden krankhaften Vorgänge führen. Das bezieht sich besonders auf die Menge, Beschaffenheit und Lokalisation des elastischen Gewebes der Intima, welche bedeutende Veränderungen mit dem Alter zeigen, was eine Abgrenzung zwischen normalen und pathologischen Vorgängen in der Gefäßwand erschwert (*Faber*).

Während einige Untersucher die Aufspaltung der *Lamina elastica interna* für ein kennzeichnendes Merkmal der Atherosklerose halten, meinen die anderen (*Faber*), daß eine Arterie mittleren oder größeren Kalibers ohne Aufspaltung elastischer Fasern der Intima kaum vorkommt. Letzteres wird bestätigt durch die Untersuchungen der Altersveränderungen der Arterien verschiedener Körpergebiete (Aorta — *Jores*, *Grünstein*, *Albert Aschoff*, Aa. carotis comm., subclavia, iliaca comm. — *Grünstein*, *femoralis* — *Alb. Aschoff*, *radialis* — *Hallenberger*, Aa. coronariae cordis — *Wolkoff*).

Während die Altersveränderungen einiger Arterien schon genügend erforscht sind, finden sich in den uns zugänglichen Schriften keine ausführlichen Angaben über den normalen Bau und Altersveränderungen der Gehirnarterien. Aus diesem Grunde habe ich systematische Untersuchungen auf dem betreffenden Gebiete angestellt, welche für die

weiteren Studien der pathologischen Veränderungen der Gehirnarterien das nötige Vergleichsmaterial liefern könnten.

In der Literatur, welche dieser Frage gewidmet ist, finden sich Angaben mehrerer Forscher, daß für Gehirnarterien eine Aufspaltung der Lamina elastica interna auf 2 oder mehrere Lamellen und Fasern besonders charakteristisch ist.

So weist *Heubner* (1874) in seiner Monographie über syphilitische Erkrankung der Gehirnarterien auf die Aufspaltung der Lamina elastica interna als auf eine Besonderheit der normalen Struktur dieser Arterien hin.

*Triepel* (1897) beschreibt eine mit dem Alter entstehende Verdickung der Intima und Media der Gehirnarterien. Nach diesem Verfasser besteht die Lamina elastica interna der Gehirnarterien aus einer oder 2 Schichten. Die mit dem Alter eintretende Elastizitätsverminderung der Arterienwand stellt *Triepel* in Zusammenhang mit einer teilweisen Umwandlung des Elastins in Elazin.

*Nonne* und *Luce* (1903) geben eine allgemeine Beschreibung der Struktur der Gehirnarterien verschiedenen Kalibers, wobei sie die Verdickung und Aufspaltung der Lamina elastica interna als charakteristisch für Atherosklerose und Syphilis betrachten.

Derselben Meinung über die Aufspaltung der Elastica interna ist auch *Ranke* (1914), welcher diesen Befund für einen pathologischen Vorgang hält. Nach ihm wird die Aufspaltung von einer Muskelentwicklung in der Intima begleitet, wobei die Muskelfasern aus der Media zwischen die gespalteten Platten in dieselbe eindringen.

*Binswanger* und *Schaxel* (1917) führen in ihren Studien über den Bau der Gehirnarterien bei konstitutionellen Psychosen eine allgemeine Beschreibung von normalen Gehirnarterien von Neugeborenen und im Alter von 30—40 und 50 bis 60 Jahren an und kommen zu folgenden Schlüssen: Die Wandungen der Gehirnarterien zeigen schon bei Neugeborenen einen vollendeten Bau, bei weiterem Wachstum zeigen sie nur Mengenveränderungen der Strukturbestandteile; die einzelnen Gewebe der Arterienwand besitzen eine verschiedene Wachstumsfähigkeit; die Neubildung von Elastin geschieht bis zum Alter von 40 Jahren, zuerst in der Intima, späterhin auch in der Media; die Mengenzunahme des Muskelgewebes geht bis zum Alter von 60 Jahren vor sich; das kollagene Bindegewebe zeigt die größte Wachstumsfähigkeit und wird an denjenigen Stellen neugebildet, wo Veränderungen von elastischem und muskulärem Gewebe stattfinden.

Nach den Angaben von *Reuterwall* (1923) über den Bau der normalen A. basilaris wird die Elastica interna in dieser Arterie in vorgeschrittenem Alter zweier oder mehrschichtig.

*Thoma* (1923) betont als Eigentümlichkeit des Baues der Gehirnarterien außer einer einfachen oder verdoppelten Lamina elastica interna und einer rein muskulären Media eine geringere (im Vergleich mit Arterien anderer Gebiete) Dicke der Adventitia, welche aus Bindegewebe mit spärlichen elastischen Fasern besteht. Dieser Umstand wird von *Thoma* durch das Fehlen von außen kommender mechanischer Einflüsse auf die Gehirnarterien erklärt.

*Ssolowjew* (1923) weist darauf hin, daß die Lamina elastica interna der A. basilaris besonders dick ist und die sie bildenden elastischen Längsfasern sehr deutlich hervortreten. Auf Querschnitten erscheint die Elastica interna aus einzelnen Segmenten bestehend, welche durch chromotrope Substanz verbunden sind; das Auftreten von Zwischensubstanz in Spalträumen der L. el. int. steht nach *Ssolowjew* in Zusammenhang mit der Abspaltung von elastischen Fasern.

*Jores* (1903, 1924) hält die Verdickung der L. el. int. der Gehirnarterien sowie die Abspaltung von elastischen Fasern für einen, im allgemeinen, pathologischen Vorgang, welcher in geringem Grade schon in frühem Kindesalter gesetzmäßig

vorkommt (Aufspaltung der Lam. el. int. der A. fossae Sylvii bei einem Mädchen von 3 Jahren) und am frühesten an den Abgangsstellen der Arterien eintritt.

Aus den angeführten Literaturangaben ist zu ersehen, daß spezielle systematische Untersuchungen über den normalen Bau und die Altersveränderungen der Gehirnarterien fehlen. Es finden sich darüber nur Angaben, deren Wesen von den einzelnen Forschern verschieden gedeutet wird.

Bei der Auswahl des Sektionsmaterials für die vorliegenden Untersuchungen wurden von mir nur diejenigen Fälle beachtet, in welchen keine makroskopisch sichtbaren Veränderungen der Gehirnarterien vorhanden waren. Die Gehirne wurden im ganzen in 10 proz. Formalin gehärtet. In allen Fällen wurden Stücke der folgenden Arterien stets an den gleichen Stellen entnommen: A. vertebralis, basilaris, cerebri posterior, c-ri media (an 2 Stellen), c-ri anterior, cerebelli inf. ant. und c-lli superior. Außerdem wurden Stücke der Gehirnsubstanz aus der Gegend der Membrana perforata anterior untersucht mit den zu den zentralen Ganglien verlaufenden kleineren Ästen der A. c-ri media. Das Material wurde in Paraffin eingebettet und die Querschnitte der Arterien nach *Hart, van Gieson* und mit *Hämalaun-Eosin* gefärbt. Auf diese Weise wurden die Gehirnarterien von 13 Fällen im Alter von 15 Tagen bis 50 Jahren untersucht (siehe Tabelle).

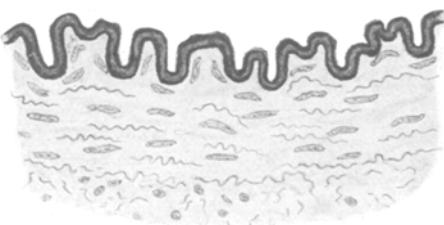
Der Kürze wegen werden einzelne Fälle, welche ähnliche Strukturverhältnisse zeigten, gruppenweise geschildert.

*Die erste Gruppe* umfaßt 5 Fälle im Alter von 15 Tagen bis 1 Jahr 2 Monate.

Abb. 1. Fall 1 (Alter 15 Tage). A. vertebralis. Keine Aufspaltung der Lamina el. int. Vergr. 230mal.

Die Lamina elastica interna der größten Arterien (vertebralis, basilaris, c-ri posterior, media et anterior) dieser Gruppe ist scharf umgrenzt und besteht aus einer schwächer gefärbten Mittelsubstanz, welche von einer stärker gefärbten Scheide umfaßt ist (Abb. 1). (Eine ähnliche Struktur der L. el. int. in der A. radialis schildert *Hallenberger*.) In den kleineren Arterien konnte diese eigentümliche Struktur der L. el. int. nicht wahrgenommen werden. Außerdem werden stets in den größeren Arterien wülstenartige Verdickungen der Lam. el. int. beobachtet, welche gegen das Lumen des Gefäßes vorspringen.

Vom 2. Fall dieser Gruppe an (Alter von 3 Monaten) finden sich in der L. el. int. kleine kreisförmig angeordnete Spalträume, welche als Anfangsstadium einer Aufspaltung der elastischen Schicht zu betrachten sind. Auch ist manchmal eine vollständige Spaltung der Lam. el. int. an kleineren Strecken zu sehen, wobei die subendothiale Schicht schwächer gefärbt, dicker und an Querschnitten wülstenartig erscheint. Hingegen erscheint die der Muscularis anliegende Schicht dünner, stark gefärbt und schärfer umrissen. Die Trennung dieser beiden Schichten kann noch



Nr. des Falles und Geschlecht	1. ♀	2. ♂	3. ♀	4. ♀	5. ♀	6. ♂	7. ♀	8. ♀	9. ♂	10. ♀	11. ♂	12. ♂	13. ♂														
														15 Tg.	3 Mon.	4 Mon.	8 Mon.	1 J. 2 M.	6 Jahre	8 Jahre	13 J.	20 J.	21 J.	32 J.	39 J.	50 J.	Speiseröhrenkrebs
Alter																											
Anatomische Diagnose																											
Kleine Äste der A. cerebri media																											
A. cerebelli inferior anterior																											
A. cerebelli superior																											
A. cerebri anterior																											
A. cerebri media in der Gegend																											
der Insula																											
A. cerebri media neben der Ab-																											
gangsstelle der A. cerebri ant.																											
A. cerebri posterior																											
A. basilaris																											
A. vertebralis																											
Disseminierte eitrige																											
Bronchopneumonie																											
Eitrige Bronchopneumonie																											
Scharlach																											
Septicopyämie																											
Eitrige Pleuritis																											
Eitrige Peritonitis																											

Erklärung der in der Tabelle angewandten Zeichen: — keine Aufspaltung der L. el. int.;  $\square$  nur angedeutete Aufspaltung der L. el. int.;  $\triangle$  umschriebene Spaltung der L. el. int. in zwei Lamellen;  $\square$  umschriebene herartige Intimaverdickung und Aufspaltung der L. el. int. an der Abgangsstelle der Seitenäste; = ausgedehnte Aufspaltung der L. el. int.;  $\equiv$  der höchste Grad der Aufspaltung.

vor der Spaltung der Lam. el. int. beobachtet werden. Zwischen den beiden Lamellen und in den Spalträumen der L. elast. sind stellenweise Zellen mit langgezogenen Kernen zu sehen.

In den größeren Gehirnarterien aller Fälle dieser Gruppe mit Ausnahme des zweiten Falles finden sich an den Abgangsstellen kleinerer Äste bedeutendere umschriebene Intimaverdickungen. Diese letzteren sind auf Kosten einer Aufspaltung der subendothelialen Platte gebildet, welche in mehrere dünne Schichten zerfällt. Beim Vergleich einzelner Fälle dieser Gruppen miteinander kann eine mit dem Alter immer stärker hervortretende Aufspaltung der elastischen Schicht vermerkt werden.

In den kleineren Arterien dieser Gruppe (Aa. cerebelli inf. ant., c-lli sup. und die kleinen Äste der A c-ri media) wurde niemals eine Aufspaltung der Lamina elastica int. beobachtet. Die Media von muskulärem Typus enthält spärliche dünne elastische Ringsfasern.

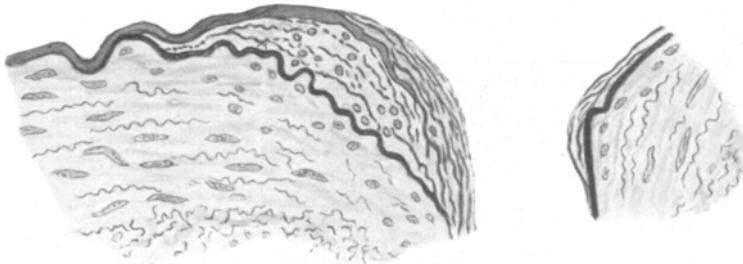


Abb. 2. Fall 8 (Alter 13 Jahre). A. basilaris. Beetartige Verdickung der Intima mit einer umschriebenen Aufspaltung der Lam. el. int. an der Abgangsstelle eines Seitenastes. Vergr. 230mal.

Die Adventitia, welche im allgemeinen dünn ist, besteht aus einer kleinen Menge von Bindegewebsfasern und Zellen. In dieser Schicht findet sich ein dichtes Geflecht von rings- sowie längs- und schräg-verlaufenden elastischen Fasern. Am stärksten ist dieses Geflecht in der A. vertebralis entwickelt.

Die zweite Gruppe umfaßt 3 Fälle im Alter von 6, 8 und 13 Jahren. Die Spaltung der L. el. int. wird hier als Regel in allen größeren Arterien angetroffen, wobei sie sich im Vergleich zur vorhergehenden Gruppe auf größere Strecken ausbreitet. Außer der Verdickung der Intima (Abb. 2) und Aufspaltung der subendothelialen Platte (Abb. 3), wie es in der ersten Gruppe geschildert wurde, begegnet man hier an den Abgangsstellen der Seitenäste einer Aufspaltung der L. el. int. von einem etwas anderen Charakter, und zwar ist diese Aufspaltung mit einer bedeutend stärkeren Verdünnung der äußeren Lamelle verbunden; diese erscheint in Form einer sehr zarten Haut, während die subendothiale Platte fast keine Veränderungen zeigt. An einigen Stellen findet sich ein Zerfall der subendothelialen Platte in einzelne Schollen,

welche durch schmale Streifen miteinander verbunden sind, so daß diese Lamelle rosenkranzähnlich erscheint.

In den kleineren Arterien ist die L. el. int. etwas dicker als in den entsprechenden Arterien der vorhergehenden Gruppe und zeigt eine stärkere Färbung der sie abgrenzenden Scheide, wie es schon an größeren Arterien der ersten Gruppe geschildert wurde.

Die Media und Adventitia zeigen außer einiger Verdickung keinen Unterschied im Vergleich mit den geschilderten Arterien der ersten Gruppe.

In der *dritten Gruppe* können alle übrigen von mir untersuchten Fälle (Alter von 20—50 Jahren) zusammengefaßt werden. In allen Fällen dieser Gruppe konnte eine bedeutendere Aufspaltung der L. el. int. vermerkt werden, welche sich auf alle, auch auf die kleineren Arterien ausbreitete mit Ausnahme der kleinsten Arterien im Fall Nr. 10.

In den kleineren Arterien dieser Gruppe findet sich eine Spaltung

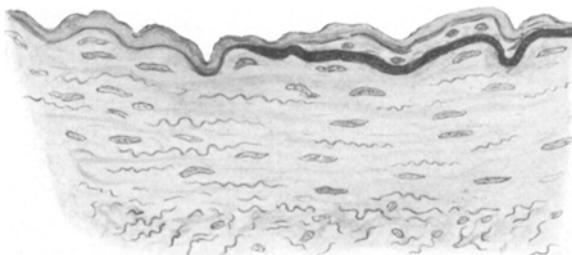


Abb. 3. Fall 8 (Alter 13 Jahre). A. vertebralis. Umschriebene Spaltung der Lam. el. int. in zwei Lamellen. Vergr. 230mal.

der L. el. int. in zwei Platten in der Art, wie es für die größeren Arterien der vorhergehenden Gruppe beschrieben wurde.

In den größeren Arterien sind die Intimaverdickungen mit Aufspaltung der elastischen Lamellen stärker ausgesprochen (Abb. 4). Im Unterschied von der vorhergehenden Gruppe wird hier die Aufspaltung nicht nur an den Abgangsstellen der Seitenäste, sondern auch entfernt von denselben beobachtet.

Ihrem Charakter nach erscheint die Aufspaltung der inneren elastischen Platte nicht nur in den oben geschilderten Formen, sondern es können in dieser Gruppe auch andere Abarten der Aufspaltung beobachtet werden. So wird z. B. ein Bündel feiner stellenweise sich unterbrechender Platten von den dickeren subendothelialen und Grenzschichten abgegrenzt, oder es liegen dünne Schichten von beiden Seiten einer einzigen Hauptlamelle. Schließlich wird eine Abspaltung einer dritten Membran von der subendothelialen oder von der äußeren Platte beobachtet, wobei jene zwischen den beiden letzteren liegt und alle

drei Schichten sich noch in mehrere feinere kollaterale Bündel spalten. In den Zwischenräumen zwischen den erwähnten Lamellen findet sich gewöhnlich ein Geflecht feiner elastischer Fasern. Diese sowie auch die

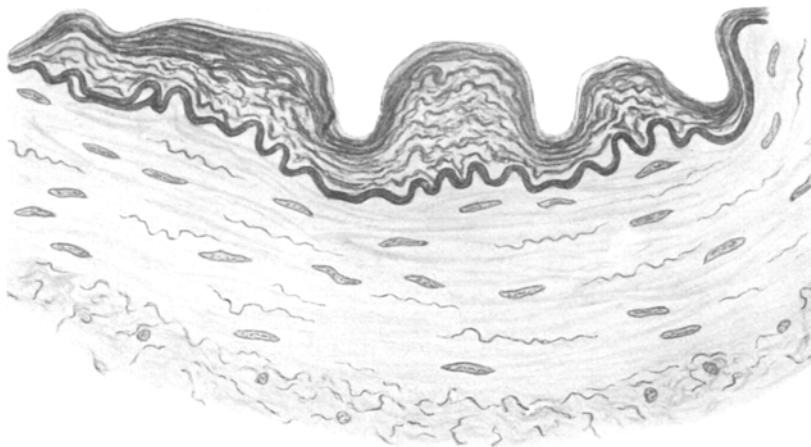


Abb. 4. Fall 11 (Alter 32 Jahre). A. cerebri media neben der Abgangsstelle der A. c-ri. anterior. Ausgedehnte Spaltung der Lam. el. int. Vergr. 230mal.

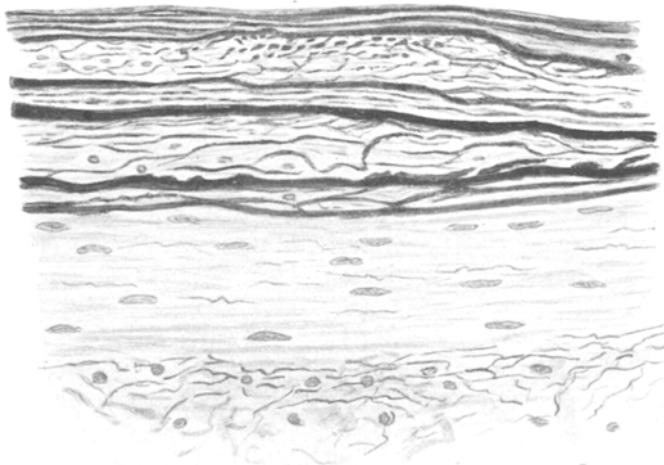


Abb. 5. Fall 13 (Alter 50 Jahre). A. cerebri posterior. Höchster Grad der Aufspaltung der elastischen Lamellen. Vergr. 230mal.

dicke Platten zeichnen sich gegenüber den der vorhergehenden Gruppen durch ihre eckigen wie gebrochenen Umrisse sowie manchmal durch ihre Unterbrochenheit aus (Abb. 5). Im Gegensatz dazu tritt in den vorhergehenden Gruppen eine regelmäßige Schlängelung der elas-

stischen Gebilde auf. Auch die rosenkranzartige Verdickung der Schichten dieser Gruppe sind nicht so regelmäßig, wie in den Fällen der vorhergehenden Gruppen. Mehr abgerundete Linien zeigen die elastischen Schichten nur im Falle 10. Im allgemeinen erreicht der Prozeß der Aufspaltung der elastischen Platten, welcher in allen Fällen dieser Gruppe ein deutliches Anwachsen zeigt, seine höchste Stufe im Falle 13. Außerdem kann in dieser Gruppe das Auftreten von kollagener Substanz in der Intima festgestellt werden, welche entweder zwischen den elastischen Platten oder nach innen von diesen eingelagert ist. Die größte Menge kollagener Fasern finden wir im 13., dann im 11. Falle.

Die Media und Adventitia zeigt in den Fällen dieser Gruppe keinen Unterschied in ihrem Bau gegenüber den Fällen der vorhergehenden Gruppen.

Auf Grund der angeführten Beobachtungen können folgende Schlüsse über den Bau und die Altersveränderungen der Gehirnarterien gezogen werden. Alle Gehirnarterien können ihrem Bau nach den Arterien vom rein muskulären Typus zugerechnet werden. Ihr Hauptunterschied von den übrigen Arterien des muskulären Typus ist die sehr dicke Lamina elastica interna, welche in den größeren Arterien schon vor Anfang der Aufspaltung verwickelt gebaut ist und aus einer schwächer färbbaren Mittelsubstanz und zwei stärker färbbaren Grenzschichten besteht. Solch eine Struktur der L. el. int. ist schon früher an anderen Arterien beschrieben worden.

Weiterhin ist für die Gehirnarterien die Abwesenheit der Elastica externa und eine schwach entwickelte Adventitia charakteristisch, worauf schon *Thoma*, *Triepel* u. a. hingewiesen haben.

Schließlich ist in den Gehirnarterien noch die mit dem Alter vor schreitende Spaltung der inneren elastischen Platte in zwei oder mehrere Platten besonders hervorzuheben. Die Anfangsstadien dieses Vorganges erscheinen schon in frühem Kindesalter und lokalisieren sich zuerst in den größeren Arterien an den Abgangsstellen der Seitenäste. Mit dem Alter gewinnt die Aufspaltung der Platten immer mehr an Ausbreitung und tritt außerdem in schwächerem Grade auch in den kleineren Arterien auf. Somit schreitet mit dem Alter der Prozeß der Aufspaltung der L. el. int. von den größeren zu den kleineren Arterien des Gehirns vor. Im späteren Alter ist dieser Vorgang in den größeren Arterien sehr scharf ausgeprägt, in den kleineren nur angedeutet.

Die Aufspaltung der inneren elastischen Lamelle beginnt mit ihrer Differenzierung in eine schwächer färbbare innere dickere subendotheliale und eine äußere dünneren sich stärker färbende Schicht.

Im weiteren zeigt der Aufspaltungsvorgang der elastischen Platten einige Abarten. Am häufigsten kommt eine Abspaltung der subendothelialen inneren von der abgrenzenden äußeren Schicht vor, indem sich

zwei morphologisch unterscheidbare elastische Platten bilden, von denen die subendothiale ihrerseits in eine kleinere oder größere Menge elastischer Schichten zerfällt. Die Aufspaltung dieser Platte geschieht manchmal schon vor der Spaltung der Elastica interna in zwei Lamellen, wenn diese nur eine Differenzierung in zwei Schichten zeigt. Diese Abart der Aufspaltung der inneren elastischen Platte kommt, wie gesagt, am häufigsten vor und wird auch in frühem Kindesalter beobachtet.

Die zweite Abart der Aufspaltung der inneren elastischen Schicht besteht in einer Spaltung der äußeren Lamelle in eine Reihe von elastischen Platten oder Fasern, wobei die subendothiale Membran ungespalten bleibt. Diese Abart kommt seltener vor (A. basil. Fall 3 u. A. vertebr. Fall 9).

Die dritte Abart besteht darin, daß die erhalten gebliebene subendothiale (innere) sowie die äußere Platte eine Reihe der von ihnen sich abspaltenden elastischen Fasern umgeben (A. c-ri media Fall 9).

Manchmal begegnet man einem Abgang feiner elastischer Fasern auch von der äußeren Seite der äußeren Lamelle (A. c-ri ant. Fall 11).

Schließlich kann zwischen der äußeren und der subendothelialen (inneren) Schicht eine dritte Platte beobachtet werden, welche sich von einer der ersten abspaltet. Die mittlere Schicht wie die beiden übrigen können ihrerseits noch in mehrere feinere Platten zerfallen. Diese Abart der Aufspaltung konnte nur im Falle 13 festgestellt werden.

Es ergibt sich somit, daß die Altersveränderungen der Gehirnarterien hauptsächlich in einer Hyperplasie des elastischen Gewebes der Intima bestehen. Da diese Veränderungen schon vom frühen Kindesalter beginnen und mit dem Alter allmählich zunehmen, indem sie in ihrer gesetzmäßigen Entwicklung typische morphologische Merkmale zeigen, so sind sie als normale Altersveränderungen der Gehirnarterien anzusehen, welche jedoch bald mehr, bald weniger stark ausgeprägt sein können. Zu gleichen Schlüssen führt auch der Vergleich dieser Altersveränderungen mit denjenigen, welche von verschiedenen Untersuchern (*Jores, Hallenberger, Wolkoff*) an den Arterien anderer Körpergebiete beschrieben sind.

*Kuczynski* hält zwar dieses Bild der Aufsplitterung der elastischen Lamelle (in den Nierenarterien eines 119-jährigen Greises) für ein scheinbares, welches von der Richtung des Schnittes und der Faltung der Schicht abhängen soll, — wir können jedoch diese Vermutung auf Grund einer Untersuchung von Serienschnitten in Abrede stellen.

Ein Unterschied vom gewöhnlichen Typus der Altersveränderung der Intima besteht in den Gehirnarterien darin, daß hier keine Bildung der typischen Schichten von *Jores* stattfindet. Wenn auch die subendothiale Schicht mit der Grenzlamelle von *Jores* verglichen werden kann, so kann jedoch keine elastisch-muskuläre Schicht in den Gehirnarterien

festgestellt werden; es findet sich hier nur eine hyperplastische Schicht im Sinne von *Jores*. Auch fehlt hier als selbständige Schicht die regenerative bindegewebige Schicht. Eine Neubildung von kollagenem Bindegewebe findet nur in geringem Maße statt, wobei dieses letztere hauptsächlich zwischen den Fasern und Lamellen des hyperplasierten elastischen Gewebes der Intima verteilt ist.

Im allgemeinen sind die Altersveränderungen der Intima in den Gehirnarterien ganz deutlich ausgeprägt, jedoch erreichen sie keinen so großen Grad wie z. B. in den Kranzarterien des Herzens (*Wolkoff*). Die Dicke der hyperplastischen Intima entspricht hier nur einem Teile der Mediabreite, und nur im letzten der von mir beschriebenen Fälle erreichte sie stellenweise die Dicke der letzteren.

Einige morphologische Befunde, so die weniger gleichmäßige Schlängelung bzw. eine Gebrochenheit der elastischen Fasern der Gehirnarterien im vorgerückten Alter erlauben die Vermutung auszusprechen, daß neben einer Hyperplasie des elastischen Gewebes mit dem Alter auch Veränderungen ihrer elastischen Eigenschaften stattfinden.

#### Literaturverzeichnis.

- <sup>1</sup> *Aschoff, Albert*, Über Entwicklungs-, Wachstums- und Altersvorgänge an den Gefäßen vom elastischen und muskulären Typus. Jena 1909. — <sup>2</sup> *Binswanger O.*, und *J. Schaxel*, Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkrankh. **59**, 141. 1917. — <sup>3</sup> *Faber Arno*, Die Arteriosklerose, ihre pathologische Anatomie, ihre Pathogenese und Ätiologie. Jena 1912. — <sup>4</sup> *Grünstein*, Arch. f. mikroskop. Anat. u. Entwicklungsgesch. **47**, 583. 1896. — <sup>5</sup> *Hallenberger*, Dtsch. Arch. f. klin. Med. **87**, 62. 1906. — <sup>6</sup> *Heubner, O.*, Dieluetische Erkrankung der Hirnarterien nebst allgemeiner Erörterung zur normalen und pathologischen Histologie der Arterien sowie zur Hirnzirkulation. Leipzig 1874. — <sup>7</sup> *Jores, L.*, Wesen und Entwicklung der Arteriosklerose auf Grund anatomischer und experimenteller Untersuchungen. Wiesbaden 1903. — <sup>8</sup> *Jores, L.*, Handbuch der speziellen pathologischen Anatomie und Histologie von F. Henke und O. Lubarsch. Bd. II, S. 608. 1924 — <sup>9</sup> *Kuczynski*, Krankheitsforschung **1**, H. 2, S. 85. 1925. — <sup>10</sup> *Nonne, M.*, und *H. Luce*, Handbuch der pathologischen Anatomie des Nervensystems. S. 203. 1903. — <sup>11</sup> *Ranke, O.*, Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psychiatrie **27**, H. 3/4, S. 221. 1914. — <sup>12</sup> *Reuterwall, Olle P. son*, Über bindegewebiggeheilte Risse der Elastica interna der Arteria basilaris. Stockholm 1923. — <sup>13</sup> *Ssolowjew, A.*, Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. **241**, 1. 1923. — <sup>14</sup> *Thoma, R.*, Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. **245**, 78. 1923. — <sup>15</sup> *Triepel*, Merkel-Bonnets anat. Hefte, Ergebn. d. Anat. u. Entwicklungsgesch. **6**, 100. 1897. — <sup>16</sup> *Wolkoff, K.*, Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. **241**, 42. 1923.