

Aus der Nervenklinik der Universität München (Prof. Dr. K. KOLLE)

Veränderungen im Ablauf der arteriellen Füllung des Carotisangiogramms bei Gefäßstörungen

Von
K. H. LEUCHS und K. DECKER

Mit 3 Textabbildungen

(Eingegangen am 1. Oktober 1957)

Diagnosen wie „cerebraler Gefäßprozeß“ oder „funktionelle cerebrale Durchblutungsstörungen“ werden in Klinik und Praxis gerne verwendet. Diese Begriffe morphologisch oder pathophysiologisch zu bestimmen, bereitet aber Schwierigkeiten. Eine Arteriosklerose der großen basalen Gefäße des Gehirns kann man nur im Angiogramm sicher erkennen. Die Annahme dieses Leidens aus klinischen Daten allein ist immer mit einiger Unsicherheit behaftet. Von welchem Grad einer morphologisch faßbaren Gefäßstörung ab ist man aber berechtigt, klinische Symptome damit zu erklären? Kann nicht auch eine stärkere Cerebralsklerose klinisch symptomlos verlaufen und zu keinerlei Ausfallserscheinungen am Hirngewebe führen? Welche Rolle spielen allgemeine Kreislauffaktoren für das Entstehen von Ernährungsstörungen am Gehirn? Gibt es überhaupt einen funktionellen Spasmus der Hirngefäße, der in der Lage ist, zu neurologischen Ausfallserscheinungen zu führen? Wieweit geht überhaupt der morphologische Befund am Gefäßsystem und am Gehirn bei geringer Ausprägung von Gewebsveränderungen oder bei leichten herdförmigen Veränderungen mit einem klinischen Befund parallel? Dies sind viele Fragen, deren Lösung nur hypothetisch möglich war oder ist. Es wurde daher versucht, mit Hilfe der raschen Serienangiographie mehr von der arteriellen Durchblutung des Gehirns, vor allem des Carotisgebietes in Erfahrung zu bringen.

1. Ausgangspunkt der Untersuchung

Eine Arteriosklerose der cerebralen Gefäße kann sich in verschiedener Weise im Angiogramm zeigen. Man beobachtet weite, vermehrt gewundene und geschlängelte Gefäße. Die Ursache dieser Befunde ist die Aufsplitterung und Unterbrechung der elastischen Schichten der Gefäßwand. Andere Formen dieser Gefäßerkrankung verlaufen jedoch mit umschriebenen Einengungen oder Verschlüssen der Gefäße durch Wandanhäufungen oder Aufbrüche an der Gefäßinnenhaut. Man prägte für

die Beschreibung des Röntgenbefundes den Ausdruck des starren Gefäßsystems. Eine Minderung der Gefäßpulsation ließ sich aber bisher im



a



b

Röntgenverfahren einschließlich der Röntgen-Kinematographie nur an den großen basalen Gefäßen nachweisen. Auch eine Verlangsamung der ar-

teriellen Durchblutungszeit wird häufiger zusammen mit der Beschreibung eines arteriosklerotischen Gefäßbefundes erwähnt. Ihr Ausmaß wurde fast ausschließlich geschätzt, da zur exakten Messung der arteriellen Durchblutungszeit recht komplizierte serienangiographische Apparaturen erforderlich sind. Aber auch die Angaben über die normale Zeit der Arterienfüllung sind recht spärlich. GREITZ stellt mit seiner Methode der raschen Serienangiographie fest, daß der Ablauf der Füllung der

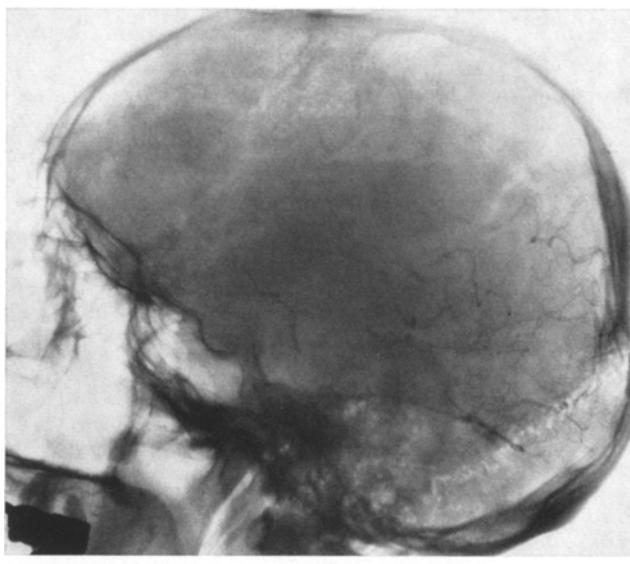


Abb. 1 a—c. 50jähriger Mann. Vor 2 Monaten apoplektiforme Halbseitenlähmung. Nur langsame Besserung mit mehreren Rückfällen. Per-Abrodil-Injektion, Bilder der 2., 4. und 6. sec. Die Füllung in den Endstrecken der A. cer. media hält noch in der 6. sec an. (A. cer. anterior nicht dargestellt)

Arterien mit der Entfernung vom Carotissyphon wechsle. Die Arterien der Frontalregion füllen sich früher als jene der Parietalregion, die etwa gleichzeitig mit den Ästen des Temporallappens gefüllt werden. In seinem Material beträgt die Differenz zwischen dem Ende der arteriellen Füllungsphase im Scheitellappen und den anderen Hirnregionen niemals mehr als 1 sec. Die durchschnittliche Differenz war 0,5 sec, in einzelnen Fällen füllten sich parietale und frontale Arterien gleichzeitig. Er schloß aus diesen Beobachtungen, daß die Arterien des Scheitellappens etwa dem Durchschnitt der arteriellen Füllungszeit einer Hemisphäre entsprechen. Gegenüber dem Beginn der arteriellen Füllung war die Dauer etwas stärker variabel. Es fanden sich Unterschiede von 0,5 sec bis über 2 sec. Der Vergleich des Zeitpunktes der Arterienentleerung zeigte wieder die gleichen Unterschiede im Ablauf wie die Füllungszeit der einzelnen Schlagadern der verschiedenen Hirnlappen.

Unsere eigene Arbeit nahm von Beobachtungen an verschiedenen Serienangiogrammen ihren Ausgang. Wir sahen bei unserer routinemäßigen Serienangiographie, die mit einer Bildfrequenz von 1/sec während der ersten sechs Sekunden nach Injektion des Kontrastmitteldurchgeföhrt wird, gelegentlich ein einprägsames Bild auf den Aufnahmen der 3. oder 4. sec (Abb. 1 a bis c). An diesem sehr ausgeprägten Falle ist die Differenz in Füllungs- und Entleerungszeit der einzelnen Arterien eindrucksvoll. Die hintere Hirnarterie hat sich bereits zu einem Zeitpunkt wieder völlig entleert, zu dem die Gefäße der parietalen Arterien noch mit Kontrast gefüllt sind, und nach weiteren Sekunden sind die Endausläufer dieser parietalen Gefäße immer noch mit Kontrastmittel gezeichnet, während am übrigen Gehirn die Zirkulation schon weit in der venösen Phase ist.

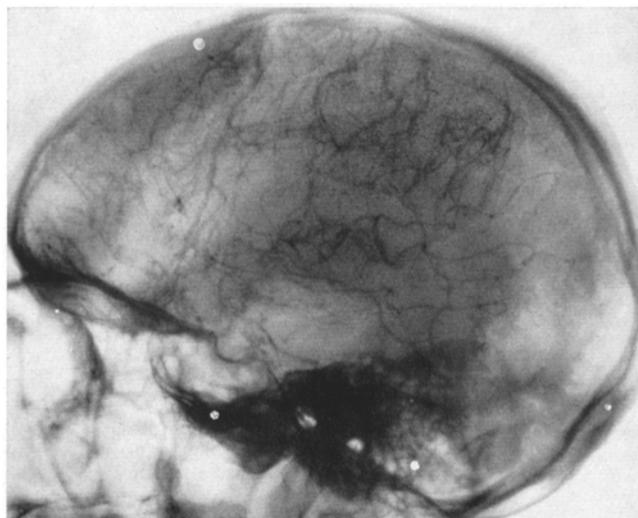


Abb. 2. 48jähriger Mann. Congenitales Herzvitium. Seit 2 Jahren Nachlassen der geistigen Leistungsfähigkeit und langsam zunehmende Schwäche des rechten Armes und des rechten Beines. Urograffin-Injektion, Bild der 5. Sekunde. Während sich der Kontrastmitteldurchfluß in den übrigen Hirngebieten schon weit in der venösen Phase befindet, sind die Endstrecken der A. cer. media immer noch dargestellt

Ein weiteres ähnliches Beispiel ist in Abb. 2 wiedergegeben. Dieses Bild entstammt der 5. sec nach Beginn der Kontrastmittelinjektion. Hier sind die Venen der Frontal- und Parietalregion bereits gut mit Kontrast gefüllt, während die Endausläufer der parietalen Arterien noch immer deutlich zu sehen sind. Venen- und Arterienbild überlagern sich also für einen kurzen Zeitraum. Der erste dieser Patienten hatte einige Wochen vor der Untersuchung unter einem Schlaganfallsbild mit Halbseitenlähmung gelitten, wobei im Laufe der Rückbildung der Erscheinungen häufige Attacken einer Verschlechterung auftraten. Beim zweiten Patienten fanden sich Zeichen eines congenitalen Herzvitiums. Im Laufe

der Jahre kam es zu einem Nachlassen der geistigen Leistungsfähigkeit, in der letzten Zeit trat eine zunehmende Schwäche des rechten Armes und des rechten Beines auf.

Wenn wir diese Dissoziation der arteriellen Durchblutungszeit und die Verlängerung der arteriellen Füllungszeit in einzelnen Gefäßgebieten des Gehirns zu klären versuchen, müssen zunächst die technischen Momente, die mit der Angiographie verbunden sind, als Ursache dieser Erscheinungen ausgeschlossen werden. Da Herzrhythmusstörungen nach der Angiographie, ja sogar schon nach der Palpation der Carotis auftreten können, war der Nachweis notwendig, daß der beschriebene Verzögerungseffekt auch bei ungestörter Herzaktivität während der Angiographie sich beobachten ließ. Es war weiter bekannt, daß nach einer geringen paraarteriellen Injektion von Kontrastmittel am Hals mit einer Drosselung des arteriellen Blutstroms ein ähnliches Auseinanderfallen von arterieller Füllungs- und Entleerungszeit beobachtet werden konnte. Der Halsteil der A. Carotis mußte also in jedem Falle von der Injektionsnadel ab zu übersehen sein (DECKER u. HOLZER). Nach Ausschaltung der technischen Fehlermöglichkeiten mußte dann untersucht werden, welche Patienten bevorzugt eine Dissoziation der Durchblutungszeit zeigen.

2. Methodik der angiographischen Untersuchung

Im seitlichen Strahlengang wird während der ersten 6 sec je ein Bild exponiert. Weitere Aufnahmen folgen während der 9. und 12. sec. Injiziert wurden für diese Aufnahmen entweder 8 ccm Per-Abrodil M 45% oder 4 ccm Urografin 60%. Ergaben sich nach Kenntnis der ersten Serie spezielle Fragestellungen, wurde die Injektion wiederholt und je nach den Ergebnissen der ersten Serie eine Geschwindigkeit von 4 Aufnahmen pro Sekunde in der 2. bis 5. sec gewählt. Anschließend wurde zu den Bildern im sagittalen Strahlengang erneut Kontrastmittel injiziert. War nach der klinischen Fragestellung das Vorliegen einer Gefäßkrankung wahrscheinlich, dann wurde die Serie im seitlichen Strahlengang bereits unter den geschilderten Bedingungen mit rascher Geschwindigkeit begonnen. Die technischen Daten für die Aufnahme mit einer Geschwindigkeit von 4 pro Sekunde sind 76 KV und 0,08 sec Belichtungszeit. Die Qualität der Bilder ist trotz der raschen Wechselgeschwindigkeit etwa die gleiche wie bei langsamem Wechsel. Die Hirndurchblutung, wie die Angiographie sie erfaßt, hängt von Faktoren des allgemeinen Kreislaufes, aber auch von der Länge der Injektionszeit des Kontrastmittels ab. Man kann nur Bilder mit gleichmäßig guten Injektion des Kontrastmittels in die Carotis interna miteinander vergleichen. Wenn die Spitze der Injektionsnadel noch in der A. carotis comm. liegt, ist es möglich, daß sich ein Teil des Kontrastmittels in die A. carotis externa ergießt. Dies mag dann Störungen der intracranialen Zirkulation vortäuschen. Der Vergleich der einzelnen Aufnahmen untereinander ist besonders auch deshalb schwierig, weil die genaue Kontrastmittelmenge, die die Hirngefäße erreicht, nicht bekannt ist. Wird das Kontrastmittel sehr langsam injiziert, ist dies ohne Schwierigkeit am durchschnittlichen Serienangiogramm zu erkennen, denn bei einer Aufnahme geschwindigkeit von 1/sec läßt sich die Dauer der Kontrastmittelinjektion noch an der Füllung der A. carotis int. am Halse abschätzen. Nur für Differenzen in der Injektionsgeschwindigkeit, die unter einer Sekunde liegen, ist eine elektrische Registrierung notwendig.

Während der Angiographie wurden mit einem EKG mit 4 Kanälen und 2 eingebauten Elektromanometern folgende Werte registriert:

1. Beginn und Ende der Injektionszeit
2. Zeitpunkt der Exposition der einzelnen Aufnahmen
3. Blutdruck in der A. carotis
4. EKG in Ableitung II.

Die Signale der Injektionszeit wurden von einem an der Spitze angebrachten Schalter geliefert, die Expositionszeiten wurden vom Schalterrelais des Röntgenapparates als 50 hz.-Schwingungen abgenommen. Der Carotisdruck wurde über ein Elektromanometer im Nebenschluß zur Injektionskanüle gemessen. Bei dieser Anordnung konnte wegen der erheblichen Größenunterschiede der Injektionsdruck nicht gleichzeitig mit dem Carotisdruck gemessen werden. Der Blutdruck wurde vor der Kontrastmittelinjektion gemessen und die Pulswelle für einige Minuten geschrieben. Unmittelbar vor der Injektion wurde der Nebenschluß zum Elektromanometer für die Dauer derselben geschlossen und anschließend rasch wieder geöffnet. Die Pulskurve konnte daher nach kurzer Unterbrechung weiter verfolgt werden. Die Ableitung des EKG ist schwierig, da Störströme sowohl vom Filmwechsler als auch von den Röntgengeräten zu erwarten sind. Nur bei sorgfältiger Isolierung des Patienten ist es möglich, eine brauchbare Kurve zu schreiben.

Zweck dieser Erweiterung der Serienangiographie durch die Hinzunahme einzelner Kreislaufdaten war eine eingehende Analyse der arteriellen Durchblutungszeit. Die Injektionszeit dauert um eine Sekunde, wechselt jedoch etwas mit den einzelnen Ärzten, die die Untersuchung durchführen. Von einer geringfügigen Änderung der Injektionszeit war aber die differente Arterienentleerung in den einzelnen großen Stromgebieten des Gehirns nicht abhängig, da bei der Injektion von Per-Abrodil, die etwa dreimal solange dauert, sich keine unterschiedlichen Verhältnisse zeigten. Blutdruck in der Carotis und Herzfrequenz können in einem gewissen Zusammenhang stehen. Die Punktation der Carotis z. B. bringt häufiger Rhythmusstörungen mit sich, wenn eine kurzdauernde Kompression durch die Spitze der Nadel vor ihrem Eindringen in das Gefäßlumen erfolgt. Auf die Injektion von Urografin erfolgt kaum je eine Störung des Herzrhythmus, nie aber eine tiefgreifendere. Diese Tatsache ist inzwischen von SJÖGREN bestätigt worden. Auch mehrfache Injektionen führen nicht zu zunehmenden Veränderungen. Ein sicherer Effekt auf die arterielle Durchblutungszeit besteht bei einer ausgeprägten Bradycardie. Hier ist eine ausgeprägte Arterienfüllung erst in der 4. und 5. sec nach Beginn der Injektion durchaus nicht selten.

Die Druckkurve wurde vor allem geschrieben, um auszuschließen, daß ein Verzögerungseffekt durch das zufällige Zusammentreffen einer Endstreckenfüllung der Mediagefäße mit einer Diastole hervorgerufen wird. Es zeigt sich aber, daß die isolierte Darstellung der arteriellen Endstrecken im Mediagebiet zu verschiedenen Phasen der Pulswelle auftreten und auch eine Herzaktion überdauern kann. Eine Abhängigkeit der Füllungszeit aller Arterien vom Injektionsdruck besteht nicht. Nach den Messungen von BAKAY u. SWEET erreicht der Injektionsdruck nicht die

Hirngefäße. Bereits distal von der Injektionsstelle ist keine Druck erhöhung mehr zu registrieren.

Um die Verhältnisse der arteriellen Durchblutung gut übersehen zu können, ist es wünschenswert, einzelne Daten des Ablaufes des Kontrast mitteldurchgangs festzuhalten. Auf einer Skizze nach dem Muster von GREITZ wird der Zeitpunkt des Endes der Füllung der Anterior, der Media und evtl. der Posterior festgehalten und gleichzeitig die beginnende Venenzeichnung der frontalen und temporalen evtl. auch der inneren Hirnvenen aufgetragen (Abb. 3).

3. Ergebnisse

Im Angiogramm lassen sich mehrere Formen einer gestörten arteriellen Durchblutung unterscheiden. Die arterielle Füllung und Entleerung kann in allen Gefäßen eines Versorgungsgebietes verzögert sein. Es kann aber auch nur in einzelnen Teilen des Versorgungsgebietes der Carotis entweder die Füllung einer umschriebenen Gefäßpartie gegenüber dem benachbarten verzögert sein, oder es kann sich die Entleerung des Kontrastmittels bei normaler Füllung aus einem Arteriengebiet verzögern.

a) Wenn die Füllung der Arterien und die Entleerung derselben im Carotisgebiet gleichmäßig verlangsamt sind, ist ein Unterschied der einzelnen Arterienbezirke der verschiedenen Hirnlappen nicht zu erkennen. Auch die Füllung der einzelnen Randvenen der Hirnlappen erscheint gleichmäßig, wenn auch zu einem späteren Zeitpunkt als durchschnittlich. Diese allgemeine Verlangsamung der Zeichnung sämtlicher großer Arterien wird dann als krankhaft zu werten sein, wenn sie in den Bildern der 4. sec nach Beginn der Kontrastmittel injektion noch erkenntlich ist. Die Übersicht über diese Fälle zeigt einen Zusammenhang mit allgemeinen arteriosklerotischen Veränderungen an den cerebralen Gefäßen und einer Verlangsamung der Herzaktion überhaupt.

Es ist leicht verständlich, daß bei allgemeiner Zunahme des Gefäß querschnittes und einer Verlängerung des arteriellen Weges durch die

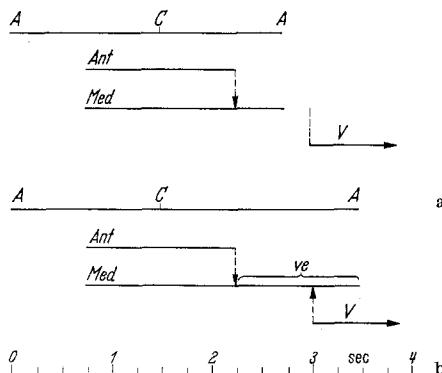


Abb. 3 a u. b. Darstellung der arteriellen Durchflußzeiten nach GREITZ. A—A gesamte arterielle Füllungszeit, C Ende der Carotisfüllung, V venöse Phase.

a Normalfall: die Füllungen der A. cer. media (Med) und der A. cer. anterior (Ant) enden annähernd gleichzeitig — Differenz 0,5 sec.

b Verzögerungseffekt (Ve): Die Füllung der A. cer. media überdauert die der A. cer. anterior um 1,25 sec und reicht 0,5 sec in die venöse Phase hinein. Gesamte arterielle Durchflußzeit entsprechend verlängert

Schlängelung eine längere Zirkulationszeit bedingt ist. Man wird andererseits aber vorsichtig sein müssen, eine verzögerte allgemeine arterielle Durchblutung als krankhaft zu deuten, wenn bei der gleichzeitigen Registrierung der Herzaktion auf dem EKG-Streifen die Frequenz unter 60 liegt. Es kann unter diesen Umständen auch eine vorhandene vorübergehende Verlangsamung der Zirkulation durch die Eigenheiten des Eingriffs (von der Punktions bis zur medikamentösen Vorbereitung mit Synpen und Atropin) vorliegen.

b) Die Füllung eines einzelnen Arteriengebietes kann behindert sein. Es handelt sich meist um die mittlere Hirnarterie. Man sieht dann in den frühen arteriellen Bildern der 1. und 2. sec bereits die langen Äste der vorderen Hirnarterie, etwa das Endgebiet der A. pericallosa oder A. callosomarginalis, mit Kontrast gefüllt, während in der mittleren Hirnarterie erst der Anfang der Gefäßgruppe, etwa der Truncus orb. frontalis oder die ersten dezendierenden Temporaläste, sich darstellen. Besonders eindrucksvoll wird dieses Bild, wenn neben der Anterior auch die Posterior vollgefüllt ist und die Füllung eines großen Gebietes der mittleren Hirnarterie zwischen diesen beiden Arterien nicht erfolgt ist. Dieser Ablauf der Kontrastfüllung ist recht selten und auf eine Einengung der Media oder nicht genau lokalisierbare Teilverschlüsse einzelner Mediaäste zurückzuführen. Es scheint jedoch auch ohne diese Ursachen eine verlangsamte Arterienfüllung vorzukommen. Wichtig für ihre Annahme ist es, bei einer raschen Serienangiographie zu verfolgen, ob die Aufteilung des Kontrastmittels in den Mediaästen gleichmäßig weiter vor sich geht und nicht etwa eine rückläufige Füllung des Mediabgebietes, vor allem aus der Anterior, stattfindet. Dieses Verhalten spricht für eine Kollateralfüllung bei einem ausgedehnten, aber nicht mit der üblichen Aufnahmetechnik erkennbaren Mediaverschluß.

c) Eine dritte Möglichkeit ist, daß die Füllung der Arterien im Gebiet der Anterior, Media oder Posterior gleichmäßig erfolgt, die *Entleerung* eines Arteriengebietes aber verzögert ist. Um diese Verzögerung zu erkennen, muß ein Vergleich mit den im Seitenbild benachbarten Arteriengebieten möglich sein. Man wird dabei berücksichtigen, daß der Füllungsvorgang nicht in einer Ebene, sondern auf einem räumlichen Gebilde erfolgt. Es ist aber ungefähr durch den Umweg der Anterior über die vorderen Balkenabschnitte und die Biegung der Media um die Insel die Entfernung der einzelnen Arterienäste gleichlang.

Die Feststellung einer verzögerten Entleerung ist weiter durch den Vergleich mit dem Auftreten einer frühen Venenzeichnung möglich. Bekannt ist, daß auch im normalen Serienangiogramm sich die frontalen Randvenen und die inneren Hirnvenen recht früh mit Kontrast füllen. Die zuführenden Arterienäste sind kurz und ihre Entfernung vom Carotis-syphon nicht weit, nämlich die A. frontopolaris und die kurzen

perforierenden Arterien der Stammganglienengebiete. Es ergeben sich also Kreislaufsegmente im Gehirn, in denen die Passage des arteriellen Kontrastmittels relativ rasch zu den ersten venösen Blutsammelstellen erfolgt. Demgegenüber finden sich andere Abschnitte des Kreislaufs, in denen der Abtransport des kontrastmittelbeladenen Blutes über eine deutlich längere Arterienstrecke und über eine etwa gleichlange venöse Gefäßpartie zur Sammelstelle des intracranialen Blutes führt.

Diese Beobachtung führt dazu, anzunehmen, daß im Gehirn arterio-venöse Versorgungseinheiten verschieden langer Zirkulationszeit nebeneinander liegen. Die Differenz in der Entleerungszeit dieser langen und kurzen arteriellen Abschnitte beträgt — wie eingangs erwähnt — normalerweise höchstens 0,5 sec. Eine Differenz bis zu gleicher Größe findet man nicht selten auch zwischen den Entleerungszeiten der langen Gefäßstrecken.

Grenzgebiete zwischen diesen Abschnitten verschiedener Durchblutungszeit finden sich demnach nicht nur im Bereich der tiefen Hirnabschnitte der Stammganglien, sondern auch cortical. Dieses verschiedene Ausmaß der Arterienzirkulationszeit mag einer der Gründe für die verschiedene Anfalligkeit des Gehirns sowohl in bezug auf Oligämie als auch Hypoxämie sein.

In 100 wahllos aufeinanderfolgenden Angiogrammen (Tumoren und Gefäßmißbildungen ausgenommen) fanden wir die Differenz in der Entleerungszeit in 36 Fällen abnorm verlängert. In diesen Fällen zeigte die A. cer. media einen Verzögerungseffekt von 1 bis 2 sec — in Einzelfällen auch noch länger — gegenüber der A. cer. anterior. Die letzten Endstrecken der Media waren noch nachweisbar, während sich der übrige Kontrastmitteldurchfluß schon in der venösen Phase befand (Abb. 3 b).

Interessant sind die klinischen Daten der Kranken mit dieser beobachteten Auffälligkeit der Zirkulation. Ein Teil derselben zeigt gleichzeitig im Angiogramm allgemeine arteriosklerotische Veränderungen. Bei einem anderen Teil sind die Gefäße, soweit ihre Beurteilung im Angiogramm möglich ist, unauffällig. Klinisch hat eine große Anzahl (etwa 70%) dieser Patienten eine Halbseitenlähmung vorübergehend durchgemacht, oder es wiederholen sich im Abstand von kürzerer oder längerer Zeit vorübergehende Paresen oder Sensibilitätsstörungen als umschriebene lokale Ausfallserscheinungen. Wenn nun in der vorhergehenden Arbeit von J.-E. MEYER eine bestimmte Lokalisation der herdförmigen Ernährungsstörungen bei verschiedenen Formen der Arteriosklerose gefunden wird, dann zeigen die angiographischen Beobachtungen, daß diese bestimmte Lokalisation in den anatomischen Grenzgebieten gesehen wird.

Die Entstehung der herdförmigen Ernährungsstörungen ist durch die Verlangsamung der arteriellen Zirkulation bedingt, die einer Drosselung funktionell gleichkommt. Dies ist eine der Voraussetzungen zum Auftreten von umschriebenen herdförmigen Störungen bei arteriosklerotisch

verändertem Gefäßgebiet ohne Lumeneinengung. Die zweite Voraussetzung muß aber in allgemeinen Gegebenheiten der Zirkulation, von der Herzfrequenz, dem Minutenvolumen bis zur zirkulierenden Blutmenge und ihrer Steuerung, gesehen werden. Der Mechanismus ist damit für die Entstehung der herdförmigen Ernährungsstörung nicht so verschieden von den Verhältnissen bei Gefäßverschlüssen, besonders im Gebiet der mittleren Hirnarterie. Hier kommt es, wenn der Gefäßverschluß nicht zu ausgedehnt ist, zu einem Kollateralkreislauf. Da Umwege des Blutes notwendig sind und eine Drosselung im Capillargebiet vordem erkrankten Gefäßgebiet besteht, ist die zugeführte Blutmenge herabgesetzt, die Blutversorgung im geschädigten Gebiet verlangsamt. Progredienz oder Rückgang örtlicher Hirnstörungen und ihres klinischen Korrelates ist durch den gleichen Mechanismus bedingt, denn auch in dem von uns ermittelten Hergang finden wir eine Verzögerung der arteriellen Zirkulation um 2 oder mehr Sekunden in bestimmten Arteriengebieten. Von welcher Größe des Verzögerungseffektes an es aber zu klinischen Erscheinungen kommen muß, ist noch unklar. Die Übertragung der Verhältnisse auf Gefäßverschlüsse, vor allem im Mediagebiet, ist nur mit größter Vorsicht erlaubt. Wir wissen, daß bei Verzögerung der Durchblutung infolge des Umweges des Kollateralkreislaufes um bis zu 4 sec noch leidlich eine funktionelle Rückbildung eintreten kann. Schlechte Ausbildung des Kollateralkreislaufes und Bestehenbleiben klinischer Symptome müssen aber keineswegs immer miteinander verbunden sein.

Zusammenfassung

Besonderheiten der arteriellen Durchblutung, die sich im raschen Serienangiogramm zeigen, wurden eingehender analysiert und ihr Zusammenhang mit allgemeinen Kreislaufdaten erörtert. Für das Auftreten herdförmiger Ernährungsstörungen am Gehirn und des entsprechenden klinischen Zustandsbildes wird bei intaktem oder allgemein arteriosklerotischem Gefäßsystem ein Verzögerungseffekt der Durchblutung im Endgebiet, vor allem der mittleren Hirnarterie, verantwortlich gemacht. Die Unterlage für diese Hypothese bilden Beobachtungen im Angiogramm, wobei die Füllung der Endäste der mittleren Hirnarterie die gleichlaufende Füllung der benachbarten Arterien um mehrere Sekunden überdauert.

Literatur

- BAKAY, L., and W. H. SWEET: Cervical and intracranial intra-arterial pressures with and without vascular occlusion. *Surg., etc.* **95**, 67 (1952). — DECKER, K., u. E. HOLZER: Gefäßverschlüsse im Carotis und Vertebralisangiogramm. *Fortschr. Röntgenstr.* **80**, 565 (1954). — GREITZ, T.: A Radiologic study of the brain circulation by rapid serial angiography of the carotid artery. *Acta radiol. (Stockh.) Suppl.* **140**, 1956. — SJÖGREN, S. E.: The effect of different contrastmedia on the heart rate in cerebral angiography. V. *Symposium neuroradiologicum*, Brüssel 1957.