

Aus der Pathologischen Abteilung (Leitender Oberarzt: Prof. Dr. E. LAAS)
des Allgemeinen Krankenhauses Heidberg, Hamburg-Langenhorn

Zur Morphologie der Carotispunktion

Von

ARNOLD RIMPAU

Mit 9 Textabbildungen

(Eingegangen am 24. August 1956)

Die systematischen Untersuchungen an der Carotispunktionsstelle wurden nicht durchgeführt, um ein wichtiges diagnostisches Hilfsmittel, das die Hirnchirurgie so wesentlich beeinflusste, zu diffamieren; sie sollten lediglich eine Ergänzung sein zu dem umfangreichen Schrifttum der Arteriographie, in dem der Stichkanal bisher keine Beachtung gefunden hat.

Für die Fragestellung sind die Abwandlungen der Technik der intraarteriellen Injektion im Laufe von 3 Dezennien seit SICARD und FORESTIER und besonders seit EGAS MONIZ von untergeordnetem Interesse; wichtig erscheint lediglich, ob die Injektionen am freigelegten Gefäß oder percutan (SHIMIDZU, WOLFF und SCHALTENBRAND, DUUS und BEHRMANN) durchgeführt, und ob Verfahren geübt wurden, die ein besonders langes Verbleiben der Nadel in der Arterie erforderten.

Es soll hier nicht auf die Wirkung der verschiedenen Kontrastmittel (Jod-Natrium, Thorotrast, Äthyltrijodstearat usw.) auf die Gefäßwand (HÄUSSLER, DÖRING und HÄMMERLI, SCHUMANN, PHILIPPIDES) bzw. das Gehirn (BODECHTEL und WICHMANN, NORDMANN, EKSTRÖM und LINDGREN, MACKH, KENNETH, GAY und GOODALL) eingegangen werden. Lediglich die Veränderungen am Ort des Eingriffs und dessen etwaiger Zusammenhang mit den vereinzelt mitgeteilten Zwischenfällen bei diesem diagnostischen Eingriff sind Zweck und Ziel dieser Arbeit.

Zur Untersuchung kamen die Carotiden von 82 Verstorbenen, an denen in verschiedenen Krankenanstalten 92 percutane Arteriographien durchgeführt worden waren, hiervon 89 in der A. carotis communis, eine im Bulbus caroticus, zwei in der A. carotis int. und eine in der A. carotis ext. Die Zeitspanne zwischen dem Eingriff und dem Tode umfaßte wenige Stunden bis zu 1 Jahr.

Von dem Injektionsgebiet der Arterien wurden meist in Querrichtung, vereinzelt auch in Längsrichtung, Paraffinserienschnitte angefertigt und mit den üblichen Methoden gefärbt (Hämatoxylin-Eosin, Kresylechtviolett, Elastica-van Gieson, Goldner, Fibrin).

Das Krankengut teilte sich nach Alter, Geschlecht und Grundleiden auf wie folgt (Tabelle 1).

Tabelle 1a. *Untersuchte Fälle*¹

	Alter in Jahren							
	0—9	10—19	20—29	30—39	40—49	50—59	60—69	70—75
Anzahl . .	1	2	4	8	23	24	16	4

¹ Gesamt = 82; davon ♂ = 40, ♀ = 42.

Tabelle 1b. *Verstrichene Zeit zwischen Arteriographie und Tod*

	Alter der Punktionen				
	0—7 Tage	2—3 Wochen	1—2 Monate	3—6 Monate	über 6 Monate
Anzahl der Fälle .	62	16	4	5	5

Tabelle 1c. *Aufteilung der Fälle nach Grundleiden*

	Grundleiden												
	Hirntumoren	Hirn-metastasen	Basisart.-Aneurysma	Subdurales Hämatom	Hirn-erweichung	Hirnblutung	Allgemeines Gefäßleiden	Schädelbruch	Hirnabsceß	Meningitis	Hirngumma	Hydrocephalus	Epilepsie
Anzahl .	39	11	5	2	8	3	5	2	2	1	1	1	1

A. Makroskopische Befunde

In der Intima der Arterie an der Stelle des Durchtrittes der Kanüle sieht man nach frischer Punktion einen 1—3 mm, vereinzelt bis 5 mm breiten Querriß. Fast stets sind dessen Ränder etwas abgehoben und gering unterminiert, nicht selten klaffend und in das Lumen vorragend; allerdings sind die beiden letzten Beobachtungen am aufgeschnittenen Gefäß kritisch zu bewerten.

Die Durchstechung der Arterie ist ein so häufiges Ereignis, daß sie als Regel und nicht als Ausnahme angesehen werden muß; so findet man dem Einstich gegenüber fast stets eine korrespondierende Wunde, die — bezogen auf das Gefäß — im folgenden „Ausstich“ genannt werden soll. Letzterer ist nicht nur topographisch, sondern meist auch durch seine geringere Größe leicht erkennbar, da wohl in der Regel nur die Kanülenspitze eindringt und lediglich Intima und innere Mediaschichten verletzt werden. — Nicht selten stehen Ein- und Ausstich nahe beieinander, wenn nämlich das Gefäß seitlich getroffen wurde; einige Male beobachteten wir auch ein Konfluieren der Intimaquerrisse bei fast tangentialer Durchstechung.

Im Verlaufe der Heilung schrumpfen die Stichwunden zu ovalen bis rundlichen Kratern mit etwas erhabenem Randwall und wechselnd tiefer zentraler Einziehung; sie ähneln hierdurch in der 2.—4. Woche einem kleinen Gefäßabgang (Abb. 1). — Von der 5. Woche ab wird die Einziehung meist flacher, der Randwall bleibt jedoch bestehen und ist auch nach Monaten noch als heller Saum gut erkennbar (Abb. 2).

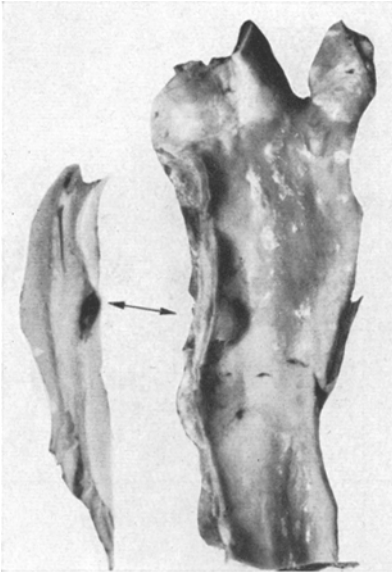


Abb. 1

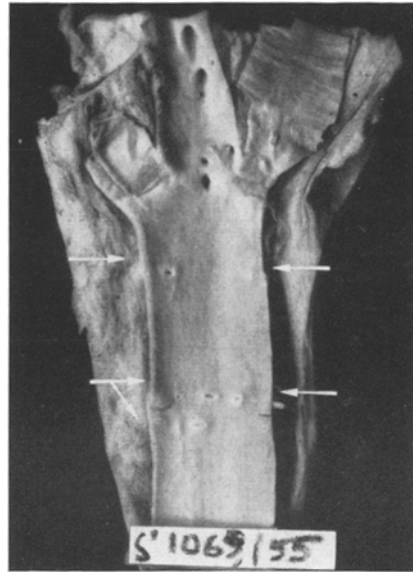


Abb. 2

Abb. 1. Carotispunktionswunden einen Monat nach Arteriographie: Kraterförmige Einziehung der Intimarissee; in der Mitte am linken Rande ein halberbsgroßes dissezierendes Aneurysma, links daneben im Längsschnitt (s. Pfeil). — Geringe Lipoidfleckung der Arterie. S 814/55: ♂ 48 Jahre

Abb. 2. Carotispunktionsnarben 6 Monate nach Arteriographie (s. Pfeile). S' 1069/55: ♂ 18 Jahre

In 11 der 62 frischeren Fälle sahen wir dissezierende Aneurysmen, und zwar sowohl an der Ein- wie an der Ausstichstelle; der Stich befand sich nie mitten in der Dissektion, sondern stets an deren Rande. Während fünf erst nach der Fixation auf Querschnitten auffielen, waren vier schon beim Aufschneiden als linsen- bis erbsgroße rote Vorwölbungen in die Gefäßlichtung gut erkennbar (Abb. 1); einmal (S 184/53, ♂, 40 Jahre; klinische Diagnose: Herdsymptome bei fraglichem Tumor, autoptisch Periarteriitis nodosa) wurde nach beidseitiger Arteriographie wenige Stunden vor dem Tode rechts ein erbsgroßes, links jedoch ein fast mandelgroßes dickpolsteriges Wandhämatom an der aufgeschnittenen A. carotis comm. nahe dem Bulbus festgestellt, so daß man daran

denken mußte, daß es das Gefäß verschlossen haben könnte; ein weiterer Fall schließlich (S 745/54, ♂, 52 Jahre; klinisch und autoptisch Hirntumor in der linken Hemisphäre) zeigte eine breite scheidenförmige Dissektion der Carotis vom Stichfeld herzwärts bis zu ihrem Abgang; außerdem bestand eine Eiterung der Gefäßscheide und eine walnuß-



Abb. 3. Schnitt des Stichkanals (Pfeile) durch V. jugularis und A. carotis communis, 3 Tage nach Arteriographie. S 755/55: ♂ 63 Jahre (Elastica-v. Gieson, Vergr. 10mal)

große Abscedierung zwischen Aortenbogen und Abgang der Carotis; letztere war hier thrombosiert, der Thrombus locker und fadenförmig bis zum Bulbus caroticus fortgewachsen.

In der Umgebung des Stichkanals fanden sich fast immer Hämatome von wechselnder Ausdehnung, zur Hälfte jedoch nur auf die direkte Umgebung beschränkt. Eine besondere Lokalisation größerer Blutungen wurde je 13mal einerseits um die Gefäßscheiden, andererseits im Halsmuskulatur bis zum Unterhautgewebe gefunden; 10mal hatte es bis ins

vordere Mediastinum, an den Zungengrund, entlang der Trachea, bis zum Bulbus oder bis an die Clavicula geblutet. Nur 2mal wurde ausdrücklich das Fehlen von Blutungen vermerkt, in 23 mehr als 2 Wochen alten Fällen waren hierüber keine Aufzeichnungen gemacht.

Erst nach dem histologischen Befunde an Übersichtsschnitten, auf denen sich zeigte, daß die Blutungen bzw. Hämosiderinablagerungen nicht die Arterie, sondern mehr die V. jugularis umschiedeten, widmeten wir dieser unsere besondere Aufmerksamkeit. Hierbei kamen wir zu dem Ergebnis, daß bei größeren Blutungen häufig auch eine Verletzung der Vene vorlag (Durchstechung). Auf einem besonders gut gelungenen Schnitt des Stichkanals durch Venen- und Arterienwand wird dies in Abb. 3 deutlich; in einigen Fällen bestanden Venendurchstiche ohne wesentliche Blutungen in Muskulatur und Gefäßscheide.

B. Mikroskopische Befunde

Der Ein- und Ausstich. Auch bei der histologischen Untersuchung der Gefäßwand ist der Einstich vom Ausstich durch seine größere Weite zu unterscheiden. Während bei ersterem das Auseinanderweichen der Fasern und die Abhebung der Intima auffällt, erscheint diese bei letzteren eher zusammengepreßt, wie Abb. 4 es nebeneinander darstellt; allerdings kommen Abweichungen von dieser Regel vor. — Die Weite des Kanals entspricht etwa dem Kanüldurchmesser ($\varnothing = 1,0-1,5$ mm); dieser Befund wäre kritisch zu bewerten, wenn man ihn nur bei frischen Stichen gesehen hätte, da bei diesen das nachträgliche Auseinanderweichen der Sticheränder bei Herausnahme und Eröffnung des Gefäßes sowie bei der Anfertigung der Paraffinschnitte nicht auszuschließen gewesen wäre. Jedoch auch in den Narbenstadien, in denen es — wie noch gezeigt wird — eher zu einer örtlichen Festigung der Injektionsstellen gekommen ist, sahen wir bei Faserfärbung gleichgroße Defekte (vgl. hierzu Abb. 5 mit Abb. 6: trotz verschiedener Vergrößerung ist der Vergleich der Defektgröße möglich, wenn man die Wanddicke des Gefäßes berücksichtigt).

Die frischen Stichwunden des Gefäßes sind verschlossen durch einen fibrinreichen Gerinnungspfropf (Abb. 3), der oft weit bis in die Adventitia reicht; niemals überragt er jedoch das Niveau der Intima, sondern liegt meist etwas unter diesem. — Es sei hier ausdrücklich vermerkt, daß in keinem Falle Thromben oder deren Reste *auf* den Stichstellen gesehen wurden. In der 2. Woche wuchert vom Rande her zellreiches Gewebe in den Pfropf ein (Abb. 6) und hat diesen etwa am Ende des ersten Monats ersetzt. Im Laufe der nächsten Monate nimmt die Zellzahl wieder ab und nun treten feine reiserartige elastinpositive Fasern auf, die bald das Bild beherrschen. Bei dieser Umwandlung bildet sich

manchmal eine trichterförmige tiefe zentrale Einziehung, um die herum sich die neugebildeten elastischen Fasern so anordnen, daß sie senkrecht zur Verlaufsrichtung der Media stehen, wobei sie deren äußeren Rand überragen. In Abb. 7 sind beide Befunde nebeneinander abgebildet. Auch dann, wenn es zu einem glatten Verschluß der Gefäßwandlücke kommt, bleibt diese als Narbe erkennbar, ohne daß die Ränder sich noch wesentlich einander nähern.

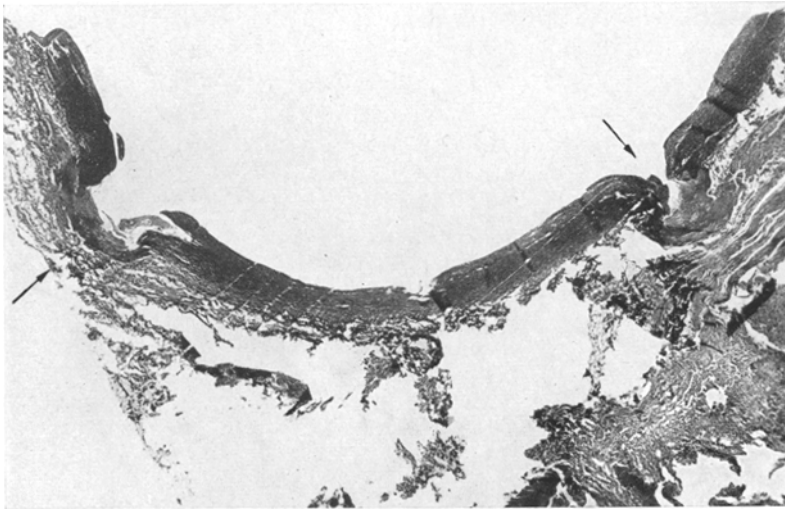


Abb. 4. Ein- (linker Pfeil) und Ausstich (rechter Pfeil) in der A. carotis communis (Pfeile), 4 Tage nach Arteriographie (Querschnitt). S 832/54: ♀ 47 Jahre (Elastica-v. Gieson, Vergr. 10mal)

Diese Narben sind meist schon in der 3.—4. Woche von Endothel überzogen. Nur ganz selten kommt es zu einer geringen Verdickung der Intima; eine größere sahen wir bei einer 64jährigen Frau mit allgemeiner hochgradiger Arteriosklerose. Häufiger und recht umfangreich verbreitert ist dagegen die Adventitia, wie dies schon auf Abb. 7 (linke Stichnarbe) gezeigt ist.

Am Ausstich muß noch auf einige Besonderheiten hingewiesen werden. Oft sind hier die Wanddefekte gröber als makroskopisch vermutet. Auf Übersichtsschnitten sieht man vereinzelt ausgedehntere flache Defekte der Intima und inneren Mediaschichten, die wir auf Schaben mit der Kanülenspitze zurückführen; wir werden hierin bestärkt durch das Vorkommen auch tiefer reichender Ausstiche in solchen Bezirken. — Einmal lagen 2 Stiche nahe beieinander, wodurch ein Stück Wand wie herausgehelt erschien. Die Kanülenspitze war aber offenbar auch hier bis in die Adventitia vorgedrungen, wobei sie einen Fremdkörper

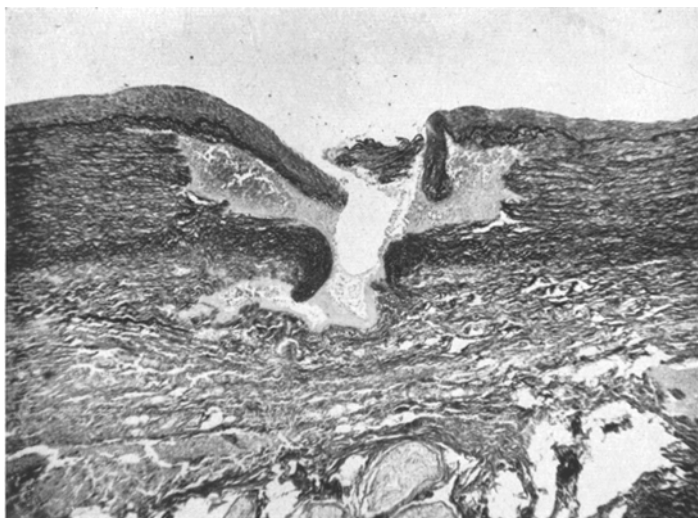


Abb. 5. Unterschiedliches Zurückweichen der Mediafasern am Punktionskanal, 1 Tag nach Arteriographie (Querschnitt). S 107/55: ♂ 47 Jahre (Elastica-v. Gieson, Vergr. 36mal, Leitz, Panphot)

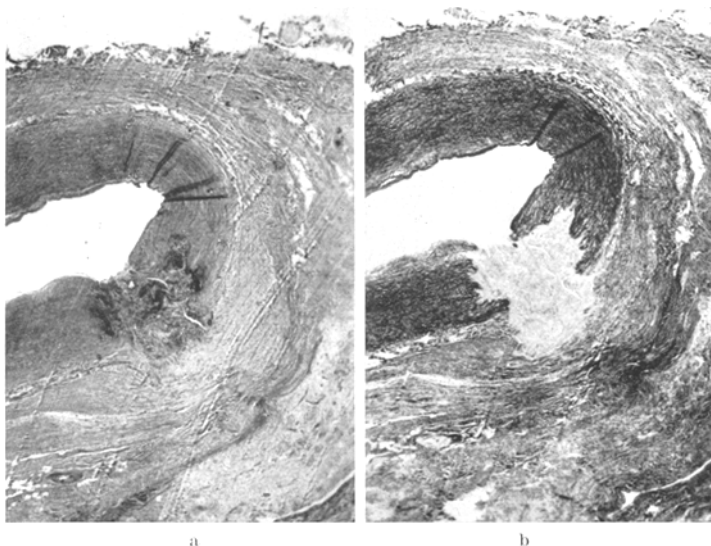


Abb. 6 a u. b. Parallelschnitte eines Stichkanals in der 3. Woche: Zellreiches Gewebe im alten Einstich (a), dessen Ausdehnung die Faserfärbung (b) zeigt; beginnende Verdickung der Adventitia (Querschnitt). S 224/55: ♀ 56 Jahre (a = Hämatoxylin-Eosin, b = Elastica-v. Gieson. Vergr. 12mal, Leitz, Panphot)

mit eingebracht hatte. Diesen konnten wir nicht sicher identifizieren, er leuchtete nicht auf im polarisierten Licht, verhielt sich aber färberisch

wie Blut, so daß an getrocknete Blutreste aus der Kanüle gedacht wurde, die STOCKMANN bei seinen Untersuchungen in den Kanülen-

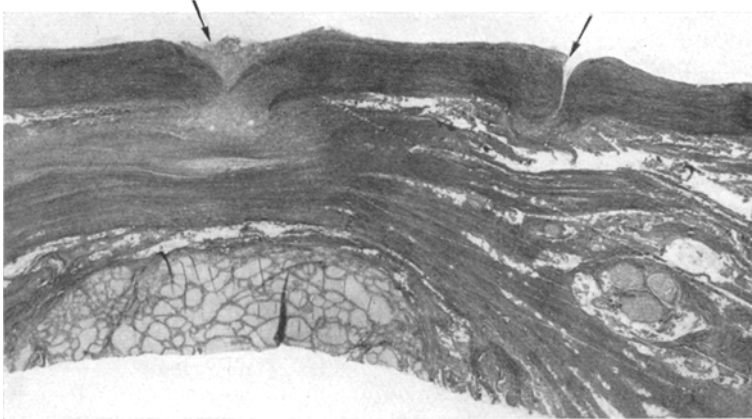


Abb. 7. Längsschnitt durch 2 Ausstichnarben 6 Monate nach Arteriographie (Pfeile). (Gleicher Fall wie in Abb. 2.) (Elastica-v. Gieson, Vergr. 15mal)

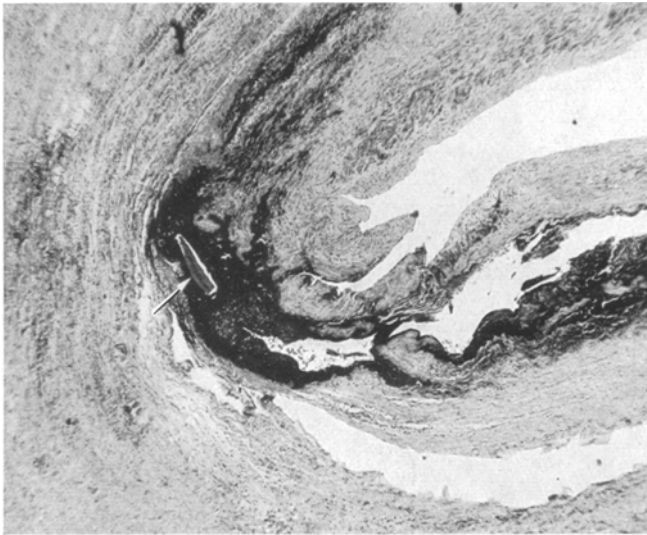


Abb. 8. Fünf Tage alte Gefäßpunktion mit feinen und gröberen Dissektionen; im Blut ein kleiner Fremdkörper (s. Pfeil) (Querschnitt). S 385/55: ♂ 54 Jahre (Elastica-v. Gieson, Vergr. 36mal, Leitz, Panphot)

lichtungen häufig gefunden hat. In einem weiteren Fall lag ein fast gleicher Körper im Blut eines Wandhämatoms (Abb. 8).

Die Gefäßwand. Auf die Intima ist oben bereits eingegangen; sie ist bei frischen Stichen einmal nach innen, das andere Mal nach außen,

später jedoch entsprechend der zentralen Einsenkung der Narbe nach innen abgewinkelt. Örtliche Endothelveränderungen sieht man nicht.

In der Media fällt zunächst besonders das unterschiedliche Zurückweichen der quer verlaufenden Fasern auf, wie alle Querschnittsabbildungen, besonders aber Abb. 5 zeigen. Die Mittelschicht tritt am weitesten zurück und ist auch bei glatten Durchstichen am meisten aufgelockert und fast stets blutig durchtränkt. Auch die Vernarbung ändert an der so entstandenen Defektform nichts (Abb. 6).

Bei den größeren intramuralen Blutungen sind die Mediafasern außerdem noch in der Verlaufsrichtung auseinandergewichen. Wir sahen alle Übergänge von der lockeren Bluteinschwemmung zwischen die Fasern bis zu konfluierenden Blutseen (Abb. 8). Bei derartigen Dissezierungen, die manchmal die Media in mehreren Schichten aufspalten, kommt es dann auch zu Blutungen aus der Arterie in die Gefäßscheide und ihre Umgebung. So lassen sich einige Umgebungsblutungen erklären, bei denen keine Venenverletzung gefunden wurde (s. S. 159).

Bei größeren Dissektionen kommt es zu aneurysmatischer Ausbuchtung der Wand sowohl in die Lichtung wie auch nach außen, wie auf dem Längsschnitt der betreffenden Stelle in Abb. 1 zu sehen. Der Inhalt aller Wandhämatome bestand nur aus Blut; injiziertes Kontrastmittel war nicht erkennbar. — Restzustände von Dissezierungen kamen nur 2mal in Betracht. Im ersten Fall war es fraglich, ob der Detritus unter der verdickten Intima als Rest einer Dissektion angesehen werden konnte. Im zweiten Fall war das winzige Hämatom vernarbt, die Narbe enthielt noch keine elastischen Fasern.

B. Besprechung der Ergebnisse

1. Die Blutung. Etwa in der Hälfte der von uns beobachteten frischeren Fälle bestand eine gröbere Blutung, die meist auf Gefäßscheide und umgebende Muskulatur beschränkt war. Diese Blutung beruhte in der Regel, wie die Befunde zeigten, auf einer Durchstechung der V. jugularis. Nur bei Wanddissektionen der Arterie wurden Blutaustritte auch aus dieser gesehen. Lebensbedrohliche Ausmaße hatte das Hämatom in keinem Falle angenommen.

In einer ausführlichen Arbeit berichten FISCHER und SUNDER-PLASSMANN, daß es bei Punktionen der freigelegten Arterie aus dieser fast nie und wenn, dann nur gering blutete; nur in einem Falle bei mehrfacher Benutzung der gleichen Stelle trat Blut aus der punktierten Arterie. Die von ihnen gesehenen Spätblutungen (bei freigelegtem Gefäß) 4 Std post operationem waren stets parenchymatös oder stammten aus kleinen Venen. LÖHR, RIECHERT u. a. bestätigen dies. Dem entspricht unsere Beobachtung, daß Bluterguß oder Siderinspeicherung in

der Umgebung der V. jugularis viel häufiger gefunden wurde als in der Umgebung der Carotis.

Zu geringer arterieller Blutung könnte es zwar kommen, wenn ein größerer Wanddefekt durch mehrere Ein- oder Ausstiche auf kleinem Raum entstände; doch auch in diesem Falle dürfte es nach dem von JONES schon 1813 mitgeteilten Experimenten am Pferde sowie nach den Erfahrungen der Kriegschirurgie schnell zum Blutstillstand durch das Hämatom kommen, da der enge Punktionskanal durch die Muskulatur keinen Abfluß bietet.

Blutungen bis ins vordere Mediastinum sah RIECHERT in 2 Fällen. KENNETH et al. warnen vor antithrombotischer Behandlung; sie erlebten hierbei einmal ein so großes paratracheales Hämatom bei percutaner Arteriographie, daß eine Tracheotomie notwendig wurde. LÖHR verlor einen Patienten mit Hämophilie. Die meisten Untersucher jedoch sehen weder im Hämatom noch in der Venenpunktion Gefahren, auch nicht die der Luftembolie bei offenem System (BROBEIL).

Aus den Hämatomen können falsche Aneurysmen entstehen; die Beobachtung eines solchen nach Arteriographie verdanken wir einer mündlichen Mitteilung von Herrn Prof. P. REDAELLI† (Mailand). — Auch arteriovenöse Fisteln sind bei MONIZ (1940) erwähnt. Wir sahen keine derartigen Fälle, jedoch veranschaulicht Abb. 3 die Entstehungsmöglichkeit.

Über Funktionsstörungen, die auf eine Reizung des N. vagus bei blutiger Durchtränkung der Gefäßscheide zurückgeführt werden könnten, fanden wir keine Angaben im klinischen Schrifttum; uns sind einige Male besonders grobe Endokardblutungen und Magendilatationen als möglicher Ausdruck solcher Störungen aufgefallen; jedoch sei dies nur ein Hinweis, da unsere Feststellungen schon zahlenmäßig zu gering sind.

2. Der Einstich. Der Einstich hinterläßt einen Wanddefekt von der Größe des Kanülenumfanges. Er wird durch einen fibrinreichen Gerinnungspfropf verschlossen, der zunächst durch zellreiches, später durch filzartiges elastinfaserreiches Gewebe ersetzt wird. Thromben oder deren Reste wurden nie gesehen, obgleich nach etlichen Schnitten vermutet werden durfte, daß die Intima während des Lebens im Blutstrom flottiert hatte (s. besonders Abb. 5 und 8). Auf das unterschiedliche Zurückweichen der Mediaschichten wird unten näher eingegangen.

Auch nach 6 Monaten ist die kontinuierliche Verbindung der Media nicht wieder hergestellt, während die Endothellücke sich bereits ab 3.—4. Woche schließt. Es verbleibt somit eine Medianarbe, unter der sich häufig die Adventitia verdickt (Abb. 6 und 7).

Für die Arterienpunktion gibt es kaum vergleichbare Angaben im Schrifttum. Die Wandzerstörungen, die AMMICH nach Quetschung mit der Arterienklemme beschrieb, sowie jene, die KÜTTNER und WILDEGANS

im Kriege bei Geschoß- und Splitterverletzungen sahen, sind zu umfangreich, um hier herangezogen zu werden; auch Tangential- und Rinnenschüsse bieten keinen verwertbaren Anhaltspunkt.

Die Entstehung von Thromben am Injektionsort wird schon von MONIZ und nach ihm von vielen anderen erwähnt; und CHRISTOPH (zitiert nach KENNETH et al.) hält deren Embolisierung für eine der wichtigsten Komplikationen bei der Arteriographie; er glaubt — wie auch HUGUES und ROSKAM —, daß schon kleinste Thromben gleich abgerissen werden, da sie im arteriellen Strom nicht haften können, und erklärt so die Symptome, die erst Stunden nach dem Eingriff auftreten. Anatomische Befunde, die diese Behauptung stützen könnten, sind jedoch nicht mitgeteilt.

Da wir in keinem unserer Fälle Ansätze oder Reste von Thrombosen sahen, möchten wir diesen keine große Bedeutung beimessen. Schon STICH erwähnt, daß er — wie auch KÜTTNER — bei je 600 Gefäßverletzungen nie arterielle Embolien erlebte; auch die Erfahrung bei der Thromboendariektomie obliterierter Bein- und Beckengefäße zeigte, daß selbst sehr große postoperative Endotheldefekte relativ selten zu Thrombosen und so gut wie nie zu Embolien führen (KAUTZKY 1953 und persönliche Mitteilung). Daß allerdings ein vorhandener Thrombus durch den Einstich mobilisiert werden und dann zur Verlegung von Basisarterien führen kann, ist leicht verständlich; ein solches Vorkommnis mit letalem Ausgang beschreibt NORDMANN. — Thrombosen in den Halsarterien sitzen vorzugsweise im Bulbus und am Abgang der A. carotis interna, weshalb Injektionen in diesem Gebiet bei älteren Menschen nicht ratsam sind (DEI POLI und ZŮCHA).

3. Der „Ausstich“. Ausstichwunden oder deren Narben sind ein fast regelmäßiger Befund. Für sie gilt im wesentlichen das gleiche wie für den Einstich. Sie sind jedoch meist kleiner, da die Nadel häufig nur in die inneren Schichten eindringt; nicht selten jedoch erreicht sie auch die Adventitia. In einem Falle sahen wir dort eingespritzte Fremdkörper, in einem zweiten eine Eiterung in der Gefäßscheide, die sich bis an den Aortenbogen gesenkt und am Abgang der Carotis zu einem Absceß geführt hatte; letztere war an dieser Stelle (nicht am Injektionsort!) thrombosiert. — Mäßige periarterielle Vernarbung mit Thorotrasteinschlüssen von einer 12 Jahre zurückliegenden Arteriographie fanden wir einmal; hierauf gehen wir jedoch nicht ein, da EKSTRÖM und LINDGREN, SCHUMANN u. a. über die besonderen Verhältnisse bei paravasaler Injektion von Thorotrast ausführlich berichtet haben, und dieses bei intraarterieller Diagnostik kaum noch Verwendung findet. Sichere Reste anderer Kontrastmittel fanden wir nicht, auch nicht in den bekannten Speicherorganen.

Auf einigen Längsschnittserien von Ausstichnarben waren die neugebildeten elastischen Fasern nach Art einer funktionellen Struktur um tiefe trichterförmige endothelisierte Narbeneinziehungen angeordnet (Abb. 7); diesen merkwürdigen Befund möchten wir wie folgt erklären: Die im Schnitt sehr schmal erscheinende Lücke wird während des Lebens durch den Blutdruck breit trichterförmig gespannt; der Druckanstieg des Pulses staucht die Ausbuchtungen derart, daß die elastischen Fasern in funktioneller Ordnung angelegt werden. Bei Herausnahme des Gefäßstückes wird die Spannung aufgehoben, die intakten Fasern schnurren zusammen und die Wandlücke wird so passiv zu jenem dünnen Schlauch, den wir histologisch sehen.

Es gibt somit 2 Formen des endgültigen Gefäßwand-Defektverschlusses, und zwar a) die starre glatte Ausfüllung mit Elastinfaserfilzbildung und Verdickung der Adventitia sowie b) der auch funktionell elastische Ersatz ohne Verdickung von Wandschichten. In keinem Falle kommt es also zu einer echten *Restitutio ad integrum*.

Ganz ähnliche Bilder beschrieb jüngst DEMBOWSKI am Venentransplantat. An der Nahtstelle zwischen A. femoralis und Venenstück (Saphena) „gehen Media und Adventitia nicht ineinander über“, während die Intima sich „ohne Grenze von der Arterie auf die Vene fortsetzt“. In der Intima fand er einen Filz von elastischen Fasern, die subendothelial ebenfalls „fast gestreckt“ parallel verliefen.

4. Das Gefäßwandhämatom. Sowohl am Ein- als auch am Ausstich kann es durch Blutergüsse zu Aufspaltungen der Media in ihrer Verlaufsrichtung kommen, und zwar vorzugsweise in deren Mitte, manchmal auch ziemlich dicht unter der *Elastica interna*.

Mit bloßem Auge sahen wir solche Blutergüsse 7mal bei 6 Fällen; 5 davon waren linsen- bis erbsgroß (Abb. 1), ein weiterer etwa mandelgroß. Ob dieser die A. carotis communis völlig verlegt hatte, war am aufgeschnittenen Gefäß nicht zu entscheiden — jedenfalls hatte er deren Lichtung beträchtlich verengt. Dieser Fall hatte beiderseits die größten von uns gesehenen Wandhämatome; daß eine *Periarteriitis nodosa* bestand, ist wohl ein zufälliges Zusammentreffen¹.

Mit Sicherheit konnte die oben erwähnte Dissektion, bei der sich eine periarterielle Eiterung mit Abscedierung zeigt, auf eine intramurale Injektion zurückgeführt werden; es bestand hier eine scheidenförmige Trennung der Wandschichten von den Punktionsstellen bis zum Abgang der Carotis. Sonst fanden wir nur noch in einem Fall einen Hinweis auf intramurale Injektion, und zwar in Gestalt von Fremdkörpern im Blut der Aussackung, die aus der Kanüle stammen mußten (Abb. 8).

¹ *Nachtrag bei der Korrektur:* Inzwischen sahen wir weitere grobe Wandhämatome auch bei Fällen ohne allgemeines Gefäßleiden.

Für die anderen Wandhämatome ist der Entstehungsmechanismus nicht ohne weiteres aus den makroskopischen und mikroskopischen Befunden ablesbar. Es handelt sich um winzige dissezierende Aneurysmen, bei denen das Blut in der Wand mit dem der Gefäßlichtung durch den Stichkanal in Verbindung steht. Daß sie auf intramuraler Injektion beruhen, ist für den Ausstich eher wahrscheinlich als für den Einstich. Jedenfalls spielen aber auch noch andere Faktoren hierbei eine Rolle, wie sich aus den histologischen Bildern ergibt.

In den mikroskopischen Befunden wurde darauf hingewiesen, daß die Mediafasern regelmäßig mehr oder minder stark zurückweichen. Zwischen dem einfachen Zurückweichen der Fasern und der Bildung eines größeren Wandhämatoms bestehen nur Gradunterschiede. Bei stärkerer Retraktion der Mittelschicht entsteht eine Lücke, in die das Blut hineingesogen wird, besonders beim Zurückziehen der Nadel. Es kommt nun auf die Festigkeit der Faserbindung an, ob sich lediglich eine flache Blutdurchtränkung oder ein knotiges Wandhämatom bildet.

Vielleicht sind auch mechanische Verhältnisse an der Kanüle von Bedeutung. Vor der Durchschneidung kommt es zu Abhebung und Trennung der Fasern; dies wird um so mehr geschehen, wenn die Nadel nicht ganz scharf ist oder Widerhäkchen hat. Die aufgeführten Mechanismen zur Entstehung eines dissezierenden Aneurysma bei Arterienpunktion erläutert die Abb. 9.

Für die Annahme, daß die Aneurysmen durch Blutungen aus Rissen der Vasa vasorum entstehen (KRUKENBERG und TYSON, zitiert bei STAEMMLER), fanden wir auf unseren Serienschnitten keinen Hinweis.

Auf intramurale Injektionen wird schon im älteren Schrifttum über Arteriographie vereinzelt hypothetisch hingewiesen, ohne daß solche Komplikationen näher ausgeführt werden. Bei der percutanen Methode kommen diese aber in wechselnder Ausdehnung häufiger vor, wie manchmal röntgenologisch festgestellt wurde; KENNETH, GAY und GOODALL führen sie mit auf, berichten jedoch auch nichts über die Symptomatik eines solchen Vorkommnisses.

In unserem mehrfach erwähnten Falle war die grobe Dissektion mindestens 13—17 Tage alt, und der Patient hatte noch eine perivasale Abscedierung mit anschließender Carotisthrombose erlebt. Entscheidend für die Bedeutung derartiger Befunde ist also lediglich die ausreichende Versorgung des Hirnkreislaufes. Der Sitz eines solchen Aneurysma (Carotis communis oder interna) dürfte nach den Untersuchungen von WIETING von Bedeutung sein.

Paravasale Injektionen werden von RIECHERT, KENNETH et al. und einigen anderen aufgeführt. WOLFF und SCHALTENBRAND sahen sie 2mal ohne Komplikation und MONIZ kam sogar durch ein solches unerwünschtes Erlebnis auf den Gedanken einer röntgenologischen Darstellung des

Mediastinums und Aortenbogens. Bei Verwendung von Thorotrast entstehen dabei sog. Thorotrastome, die oben schon erwähnt sind. Von neueren Kontrastmitteln ist in dieser Richtung nichts bekannt.

Auf den Gefäßkrampf und dessen Beziehungen zu unserem Thema soll noch kurz eingegangen werden. Diesen sah schon JONES 1813 an

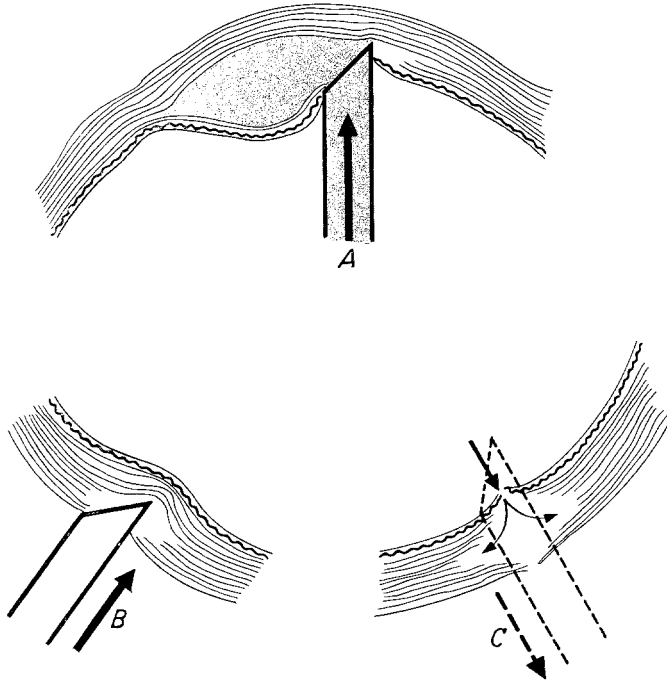


Abb. 9. Schematische Darstellung der Entstehung von Gefäßwanddissektionen und -hämatomen bei der Arteriographie. A: Beim Durchstechen der Arterie dringt die Kanüle in die gegenüberliegende Wand ein; bei der Injektion in dieser Lage werden die Wandschichten disseziert. — Liegt die Spitze nur teilweise intramural, kann die injizierte Flüssigkeit sowohl in die Schichten als auch in die Lichtung des Gefäßes gelangen. B: Schon beim Einstechen können Wandschichten auseinandergedrängt werden, besonders bei stumpfer Kanüle oder Widerhaken. C: Durch die stärkere Retraktion der mittleren Mediaschichten bei der Gefäßverletzung dringt Blut nach dem Herausziehen der Kanüle in die entstandene Lücke ein. Es kommt zu stärkerer Durchtränkung dieser Schicht bis zu Spaltbildungen

verletzten Carotiden beim Pferd, nach ihm wies PIROGOFF darauf hin. Jedoch erst im und nach dem 1. Weltkriege wurde diese Gefäßreaktion und ihre Bedeutung für die Blutstillung aufgegriffen (VIANNEY, LERICHE, HAHN, CONRAD, KÜTTNER, WIETING, KIRSCHNER, STEGEMANN u. v. a.). Es zeigte sich dabei, daß schon geringe mechanische, thermische oder chemische Reize den örtlichen Krampf einer Arterie auszulösen vermögen und selbst „Irritationen des umliegenden Gewebes“ sowie „auch blutige Suggillationen der Adventitia und Gefäßscheide können zum

Krampf führen“ (WILDEGANS). Er ist demnach auch bei der Arteriographie zu erwarten und wird von vielen Operateuren erwähnt. Für seine Bedeutung ist der Blutbedarf des Erfolgsorganes ausschlaggebend; da das Gehirn sehr schnell auf Minderdurchblutung reagiert, sind sog. „Frühsymptome“ sehr wohl auf einen Gefäßkrampf beziehbar, da dieser sofort einsetzt und mehrere Stunden andauern kann. Besonders verhängnisvoll muß sich dabei auswirken, wenn zusätzlich eine intramurale Injektion die Gefäßlichtung einengt.

Zusammenfassung

An 92 Arterien wurde der Stichkanal nach percutaner Arteriographie und seine Heilung untersucht.

1. Die Punktionswunde der Arterie schließt sich zunächst durch einen Gerinnungspfropf, der in den ersten Wochen vom Rande her durch zellreiches Gewebe ersetzt wird; im Laufe der nächsten Monate entsteht hieraus eine zellarme Narbe mit mehr oder minder dichten elastischen Faserneubildungen, die manchmal in funktioneller Ordnung quer zum Verlauf der Media angelegt werden. Die Intima über der Narbe verdickt sich nur selten, die Adventitia dagegen oft.

2. Die Durchstechung der Arterie bei percutaner Punktion ist die Regel.

3. Thromben oder deren Reste wurden auf den Punktionsstellen nie gesehen.

4. An Hand von 11 Fällen wird die Entstehung intramuraler und perivasaler Hämatome besprochen.

5. Der traumatische segmentäre Gefäßkrampf und seine mutmaßliche Bedeutung bei der Punktion wird an Hand des Schrifttums erörtert.

Literatur

- AMMICH, O.: Zbl. Chir. **1944**, 1207—1215. — BODECHTEL, G., u. F. W. WICHMANN: Z. Neur. **151**, 673—682 (1934). — BROBEIL: Dtsch. med. Wschr. **1947**, 257—258. — CONRAD, F.: Diss. med. Fac., Jena 1925. — DEI POLI, G., u. J. ZUCHA: Zbl. Neurochir. **1940**, 209—238. — DEMBOWSKI, U.: Frankf. Z. Path. **64**, 542—548 (1953). — DUUS, P., u. W. BEHRMANN: Nervenarzt **1940**, 350—353. — EKSTRÖM, AG., u. A. LINDGREN: Zbl. Neurochir. **1938**, 227—248. — FISCHER, E., u. P. SUNDERPLASSMANN: Zbl. Neurochir. **1940**, 85—111. — FLÖRKEN, N.: Dtsch. med. Rdsch. **1947**, 201—204. — HÄUSSLER, G.: Zbl. Neurochir. **1938**, 313—316. — HÄUSSLER, G., G. DÖRING u. F. HÄMMERLI: Zbl. Neurochir. **1940**, 116—123. — HAHN, O.: Bruns' Beitr. **124**, 241—314 (1921). — JONES, J. F. D.: Abhandlung über den Prozeß, den die Natur einschlägt Blutungen aus zerschnittenen und angestochenen Arterien zu stillen. Hannover: Helwingsche Hofbuchhandlung 1813. — KAUTZKY, R.: Erg. inn. Med. **1**, 98—138 (1949). — KAUTZKY, R., u. A. SCHRADER: Dtsch. med. Wschr. **1953**, 464—467. — KAUTZKY, R., u. K. J. ZÜLCH: Neurologische und Neurochirurgische Röntgendiagnostik. Berlin: Springer 1955. — KENNETH, H. A. A., J. R. GAY and R. J. GOODALL: J. of Neurosurg. **9**, 258—274 (1952). — KIRSCHNER u. H. STEGEMANN: Klin. Wschr. **1925**, 729—733. —

KÜTTNER, H.: Verh. dtsch. Ges. Chir. **1921**, 120—124. — KÜTTNER, H., u. M. BARUCH: Bruns' Beitr. **120**, 1—24 (1920). — LÖHR, W.: Neue Deutsche Klinik, Bd. **14**, S. 653—694. 1937. — Zbl. Neurochir. **4**, 65—72 (1939). — MACKH, E.: Dtsch. Zschr. Chir. **252**, 145—176 (1939). — MAGNUS, G.: Med. Klin. **1924**, 993—995. — MONIZ, E.: Die cerebrale Arteriographie. Berlin: Springer 1940. — NORDMANN, M.: Verh. dtsch. path. Ges. **1936**, 12 ff. — PHILIPPIDES, D.: Chirurg **1943**, 583—586. — REICHLE, R.: Bruns' Beitr. **124**, 650—654 (1921). — RIECHERT, TR.: Die Arteriographie der Hirngefäße. München u. Berlin: J. F. Lehmann 1943. — Handbuch der inneren Medizin, Bd. V/1, S. 1161 ff. Berlin: Springer 1953. — SCHUMANN, H. D.: Chirurg **1943**, 199—204. — SHIMIDZU, K.: Arch. klin. Chir. **188**, 295—316 (1937). — STEGEMANN, H.: Bruns' Beitr. **127**, 657—673 (1922). — Klin. Wschr. **1924**, 1163—1164. — STICH, R.: Verh. dtsch. Ges. Chir. **1930**, 279—324. — STOCKMANN, H.: Dtsch. med. Wschr. **1952**, 980. — WICKBOM, I.: Acta radiol. (Stockh.) Suppl. **72** (1948). — WIETING, J.: Dtsch. Z. Chir. **164**, 92—135 (1921). — Bruns' Beitr. **126**, 1—40 (1922). — WILDEGANS, H.: Chirurg **1943**, 33—38. — WOLFF, H., u. G. SCHALTENBRAND: Zbl. Neurochir. **1939**, 233—239.

Dr. ARNOLD G. RIMPAU, Hamburg 20, Beim Andreasbrunnen 2
