

können in anderen Fällen die Lymphknötchen die einzigen größeren Inseln des Lymphblutbildungsapparates mitten im atrophenischen Fettgewebe sein. Auch können im Fettmark (bei C) gelegentlich ganze Straßen von Lymphozyten vorkommen. Aber bisher kann man wohl nur annehmen, daß die relative Rarefizierung des myeloiden Gewebes die Ausbildung des lymphoiden Gewebes räumlich erleichtert. Unsere Kenntnisse über die biochemische Funktion des lymphatischen Gewebes sind noch nicht so weit vorgeschritten, daß man bereits von einem Antagonismus zwischen ihm und dem myeloiden (myeloischen) Parenchym reden dürfte.

Es braucht zum Schluß nicht weiter ausgeführt zu werden, daß nach der Feststellung vom häufigen Vorkommen der Lymphknötchen im normalen Knochenmark die primäre Wucherung lymphatischen Gewebes im Knochenmark, in der lymphoiden Leukämie, beim lymphozytären bzw. plasmazellulären Myelom viel leichter verständlich wird.

Durch Experimente an geeigneten Tieren ist nun zu untersuchen, wovon die Schwankungen der Lymphknötchen im Markbereiche abhängen.

---

## XIX.

### Die arteriellen Kollateralbahnen der Niere.

Von

Dr. E. Liek, Danzig.

(Hierzu Tafel XV, XVI.)

---

Daß die Niere außer ihrer Hauptarterie weitere arterielle Zuflüsse erhält, wissen wir mit Sicherheit seit den klassischen Versuchen Littens<sup>1)</sup>. Litten unterband im Tierexperiment die Nierenarterie, in einer zweiten Versuchsreihe Nierenarterie und Nierenvene. Beide Male trat zunächst nicht etwa eine Verkleinerung des Organs ein, sondern eine erhebliche Vergrößerung, auf das Doppelte, ja Dreifache des normalen Umfanges. Der Grund liegt in der stärkeren Durchblutung des Organs von Kollateralbahnen her. Der gleiche Vorgang spielt sich bei der Entstehung des hämorrhagischen Infarkts in der menschlichen Niere ab.

Litten folgerte weiter, daß diese Kollateralbahnen im Ureter und in der Nierenkapsel verlaufen. Wurde gleichzeitig mit der Hauptarterie auch der Ureter unterbunden und die Nierenkapsel entfernt, so blieb die Hyperämie der Niere aus.

---

<sup>1)</sup> Litten, Untersuchungen über den hämorrhagischen Infarkt und über die Einwirkung arterieller Anämie auf das lebende Gewebe. Ztschr. f. klin. Med. 1880.

Danach war an der Tatsache, daß die Niere über arterielle Kollateralen verfügt, nicht mehr zu zweifeln, schwierig blieb nur der positive, exakte Nachweis dieser Bahnen. Die Kollateralen haben nämlich ein so winziges Kaliber, daß die gebräuchlichen Methoden — die anatomische Präparation der Gefäße, die Mazeration, das Durchsichtigmachen der Organe, ja auch die Injektion mit Farbmasse — hier versagen oder nur Unzureichendes leisten.

Eine ausgezeichnete Bereicherung unserer Methoden, Verlauf und Stärke von Gefäßen übersichtlich darzustellen, brachte uns die Röntgenphotographie. Die ersten Versuche, Hohlorgane des Körpers durch Einbringen strahlendurchlässiger Masse im Röntgenbilde sichtbar zu machen, stammen von Dutto<sup>1)</sup> (1896) und Stiles<sup>1)</sup> (1897). Um den Ausbau der Methode hat sich weiterhin die Eppendorfer Schule (Rumpel, Sick) große Verdienste erworben. Die schönsten Bilder ergab das stereoskopische Verfahren, dessen Vervollkommnung wir Hildebrand (1900/1901) verdanken. Letzterer gab auch eine ausgezeichnete Injektionsmasse (Quecksilberemulsion) an. Bei meinen eigenen zahlreichen Versuchen habe ich außer dieser Quecksilberemulsion nach dem Vorgang von Stegmann u. a. Wismutaufschwemmungen angewandt.

Röntgenbilder von Organen mit injiziertem Gefäßsystem orientieren in überraschend eindrucksvoller Weise über Zahl und Verlauf der versorgenden Gefäße, Art der Aufästelung, Anastomosenbildung usw. Besonders schön und kontrastreich sind, wie gesagt, stereoskopische Aufnahmen. Ich gebe zwei derartige Bilder wieder. Das erste (Taf. XV, Fig. 1) stellt die injizierten Gefäße des Unterarms und der Hand eines achtjährigen Knaben dar, das zweite (Taf. XV, Fig. 2) die Gefäße der Niere einer 82jährigen Frau. Es fällt, besonders bei stereoskopischer Betrachtung, der große Unterschied in der Gefäßverteilung auf: im ersten Bilde zahlreiche und starke Anastomosen (Rete articulare), im zweiten das typische Bild einer Endarterie.

Unter Endarterien versteht man nach Cohnheim solche Arterien, deren Äste nach dem Eintritt in das Organ keine Anastomosen miteinander eingehen. Im Lehrbuch der Anatomie des Menschen von Rauber-Kopsch (1911) werden als Endarterien definiert, „solche größeren Arterienstämmchen eines Organs, zwischen welchen präkapillare arterielle Anastomosen durchaus fehlen“. Es sind dies die Arterien der Hirnrinde und grauen Kerne des Gehirns, der Lunge, Leber (Pfortader), Milz, Niere, Schilddrüse.

Das Röntgenbild (s. Fig. 2) scheint für die Nierenarterie diese Annahme zu beweisen. Jedoch ist hier eine Einschränkung zu machen. Im Röntgenbilde sehen wir auf eine Ebene projiziert, was in Wirklichkeit in vielen verschiedenen Ebenen liegt, hier den Gefäßbaum der Niere. Selbst im stereoskop-

<sup>1)</sup> Nach Hildebrand, Über die Methode, durch Einbringen von schattengebenden Flüssigkeiten Hohlorgane des Körpers im Röntgenogramm sichtbar zu machen. Fortschr. auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen, Bd. 11, 1907.

schen Bilde sind Täuschungen über den Verlauf der Arterien möglich, Anastomosen auch für den Geübten nicht mit Sicherheit erkennbar bzw. auszuschließen. Man sieht ja auch auf diesen Bildern keine arteriellen Kollateralen der Niere. Trotzdem wissen wir aus den Versuchen Littens, daß solche vorhanden sein müssen. Sie sind nur so winzig, daß sie unsere Injektionsmasse nicht eindringen lassen. Daraus zu folgern, sie seien nicht vorhanden, wäre natürlich falsch. Das gleiche gilt von etwa vorhandenen Anastomosen zwischen den einzelnen Ästen der Nierenarterie; auch sie könnten existieren und doch wegen zu geringen Kalibers im Röntgenbilde nicht darzustellen sein. Ich komme auf diesen Punkt noch zurück.

Der zweite Weg der Nachprüfung ist das Experiment. Die Ligatur eines Gefäßes, dessen Äste zahlreiche Verbindungen untereinander und mit anderen Gefäßgebieten eingehen, wird von dem betreffenden Gliede im allgemeinen (von individuellen Schwankungen und Unterschieden je nach dem Ort der Unterbindung sehe ich hier ab) gut vertragen, z. B. die Ligatur der Art. femoralis, der Art. brachialis usw. Das wird auch aus einem Röntgenbilde des injizierten Gefäßes (wie in Taf. XV, Fig. 1) ohne weiteres klar. Ganz anders ist es bei den sogenannten Endarterien. Hier bedeutet die Ligatur des Gefäßes natürlich die absolute Unterbrechung der Zirkulation und folgerichtig den Tod des betreffenden Organs. So fand man sehr bald, daß die Unterbindung der Nierenarterie unweigerlich zur Nekrose der Niere führt. Damit erschien die Auffassung der Nierenarterie als einer Endarterie bewiesen.

Aber auch hier, im Tierexperiment, mußten sehr bald Einschränkungen gemacht werden. So lange man sich mit der makroskopischen Untersuchung begnügte, gab es keinen Zweifel: die Folge der Ligatur der Nierenarterie war die Totalnekrose. Ging man jedoch dazu über, das Organ mikroskopisch genau durchzumustern, am besten auf Serienschnitten, so konnte man feststellen, daß gewiß der weitaus größte Teil der Niere unrettbar nekrotisiert war, daß daneben aber doch auch mehr oder weniger umfangreiche Teile erhalten blieben. Ausnahmslos gilt dies für das Nierenbecken und das angrenzende Bindegewebe. Nun, das ist leicht zu erklären; wird das Nierenbecken doch von Untergefäßen versorgt, die nicht aus der Nierenarterie stammen, vielmehr selbständigen Ursprungs (Aorta, Art. spermatica int.) sind. Erhalten bleibt ferner nach Ligatur der Nierenarterie die Capsula fibrosa, zum mindesten größere Teile der Kapsel. Auch das ist verständlich. Treten doch aus den umliegenden Gefäßgebieten (z. B. Art. lumbales, phrenicae, suprarenales, colicae usw.) kleinere Äste zur Fettkapsel und von dort zur eigentlichen Kapsel der Niere.

Soweit bleibt alles noch im Einklang mit der Annahme einer Nierenendarterie. Auffallender war aber schon, daß auch vereinzelte Bezirke des Nierenparenchyms selbst die Unterbindung des Hauptgefäßes gut überstanden. Es bleiben fast ausnahmslos erhalten kleine Rindenbezirke um den Hilus herum. Aber auch in der übrigen Rinde und im Mark finden wir wohlerhaltene epitheliale und bindegewebige

Elemente. Die Zahl und Größe der überlebenden Parenchymanteile wechselt individuell außerordentlich. In meinen früheren Arbeiten<sup>1)</sup> habe ich genügend Beispiele dafür angeführt, auf die ich verweise. Natürlich kommen die erhaltenen Gewebsinseln für die Nierenfunktion, die ein zusammenhängendes, kompliziertes Kanalsystem voraussetzt, nicht in Betracht; ein intakter Keil von Nierengewebe, intakt vom Glomerulus bis zum Ductus papillaris, überlebt die Arterienligatur nur ausnahmsweise.

Interessant ist auch die Tatsache, daß das erhaltene Nierenparenchym deutliche Proliferation aufweist, die z. B. im Mark der Kaninchenniere zur Bildung absonderlicher Epithelzapfen und -zysten führt. In der Kaninchenniere bildet sich außerdem in dem Bindegewebe um das Nierenbecken herum stets echter Knochen und echtes Knochenmark. Doch das nebenbei.

Es ist ohne weiteres klar: die nach Unterbindung der Hauptarterie erhaltenen Parenchymteile müssen das ernährende Blut durch Kollateralen empfangen.

Wie lassen sich nun diese Kollateralen, deren Vorhandensein man nach den vorstehenden Tatsachen annehmen muß, darstellen? Als einfachste Methode erscheint die Injektion. Doch gilt dies nur mit einer gewissen Einschränkung. Die Kollateralen können so winzig sein, daß sie gar nicht oder doch nur sehr unvollkommen zu injizieren sind. Das Mißlingen der Injektion beweist also noch nichts gegen das Bestehen von Kollateralen.

Wir wissen z. B., daß zwischen den Ästen der Art. femoralis Anastomosen bestehen müssen; denn nach Unterbindung dieses Gefäßes bleibt ja in der Regel das Glied erhalten. Aber der Nachweis der Kollateralen, sagen wir durch Injektion, gelingt nicht unmittelbar nach der Ligatur. Dazu haben diese Gefäße ein zu winziges Kaliber. Erst wenn sie sich infolge der stärkeren Inanspruchnahme erweitern, werden sie der Injektion und damit dem objektiven Nachweis zugängig. Nothnagel z. B. gelang die Injektion dieser Bahnen nach Unterbindung der Art. femoralis erst nach 5 Tagen, Katzenstein<sup>2)</sup> nach Ligatur der Aorta unter Anwendung sehr subtiler Untersuchungsmethoden frühestens nach 9 Stunden.

Dasselbe gilt natürlich auch für die Kollateralen der Niere. Daß man früher ihre Existenz leugnete, also mit anderen Worten die Nierenarterie für eine reine Endarterie erklärte, lag an der fehlerhaften Versuchsanordnung. Ich habe in früheren Arbeiten (a. a. O.) zahlreiche derartige Injektionsversuche angestellt, nach folgendem Schema: am frisch getöteten und entbluteten Tier wurde im heißen Wasserbad das Gefäßsystem mit physiologischer Kochsalzlösung ausgewaschen, dann die Arteria renalis auf einer oder beiden Seiten hart an der Aorta

<sup>1)</sup> Liek, Experimenteller Beitrag zur Frage der heteroplastischen Knochenbildung, Arch. f. klin. Chir. Bd. 80, H. 2. — Ein weiterer Beitrag zur heteroplastischen Knochenbildung in Nieren. Arch. f. klin. Chir. Bd. 85, H. 1. — Experimentelles über Kollateralkreislauf der Niere, D. Ztschr. f. Chir. Bd. 93, 1908.

<sup>2)</sup> Katzenstein, Die Unterbindung der Aorta, Arch. f. klin. Chir. Bd. 76, 1905.

doppelt unterbunden und durchschnitten; jetzt Injektion warmflüssiger Quecksilber- bzw. Wismutemulsion vom Arcus aortae aus, Röntgenphotographie der Nieren in situ, der herausgeschnittenen, entkapselten Nieren usw.

Auf der Röntgenphotographie der Organe in situ sieht man zwar vereinzelte Gefäße, die an die Niere heran und scheinbar auch in sie hineinziehen, also Kollateralen. Photographiert man aber ein zweites Mal derartige Nieren isoliert und gar nach Entfernen der Fettkapsel, eventuell auch der Capsula fibrosa, so muß man feststellen, daß alles nur angelagerte Gefäße sind, daß in die Niere selbst nicht ein einziges Gefäß hineinzieht.

Aus solchen Versuchen — ich habe sie sehr häufig und an verschiedenen Tieren (Kaninchen, Katze, Hund) wiederholt und in meiner letzten ausführlichen Arbeit ein Paradigma abgebildet — etwa schließen zu wollen, die Niere hätte keine Kollateralen, wäre durchaus falsch. Das Fehlerhafte derartiger Versuche liegt darin, daß die Injektion unmittelbar im Anschluß an die Unterbindung der Nierenarterie erfolgt ist.

Ganz andere Resultate erhält man, wenn zwischen Ligatur und Injektion einige Zeit verstrichen ist. Einer letzthin veröffentlichten ausführlichen Arbeit<sup>1)</sup> entnehme ich einige Beispiele.

Versuch 21. Großer, kräftiger Wolfshund.

Ligatur und Durchschneidung der linken Nierenarterie per laparotomiam; 4 Wochen später die gleiche Operation an der rechten Nierenarterie. Beide Eingriffe wurden gut vertragen.

Aus bestem Wohlbefinden heraus wird, 44 Tage nach der letzten Operation, das Tier getötet.

Sektion: Blase mit Urin gefüllt, Urin stark eiweißhaltig. Beide Nieren erscheinen etwas geschrumpft (abgeflacht) mit Einziehungen der Oberfläche.

Injektion von Wismutgelatine in den Arcus aortae.

Die Röntgenphotographie (Taf. XVI, Fig. 3) zeigt auf beiden Seiten gut gelungene Injektion der Nierengefäße. Links ist — ein Befund, den auch die nachfolgende Präparation bestätigt — nur ein Ast der Nierenarterie, und zwar der obere, unterbunden. Trotzdem ist der ganze Gefäßbaum der Niere in normaler Weise injiziert. Dasselbe war bei einem zweiten Versuch (Vers. 9) der Fall. Es müssen demnach auch nach Aufteilung der Arterie in ihre Hauptäste Anastomosen zwischen den sekundären Ästen bestehen, die die Füllung des ganzen Gefäßbaumes von einem Aste aus ermöglichen. Daß hier die Füllung des Gefäßbaums durch solche Anastomosen zwischen den Ästen der Nierenarterie und nicht durch peripheren Kollateralen erfolgt ist, entnehme ich vor allem dem mikroskopischen Befunde: in beiden Fällen war das Nierengewebe auffallend gut und fast durchweg erhalten. Die peripheren Kollateralen sind fast immer sehr geringen Kalibers, ihre nach Unterbindung der Hauptarterie einsetzende Erweiterung kommt bei dem gegen Anämie überaus empfindlichen Nierengewebe zu spät. Es

<sup>1)</sup> Liek, Ein weiterer experimenteller Beitrag zur Frage des arteriellen Kollateralenkreislaufs der Niere, Arch. f. klin. Chir. Bd. 106, 1915.

bleiben daher durch die Kollateralen nur relativ kleine und meist zusammenhanglose Bezirke der Niere erhalten.

Ähnlich liegen die Verhältnisse beim Vorhandensein von Nebenarterien, d. h. ungefähr gleich starken und der Nierenarterie parallel gerichteten Gefäßen. Ich konnte solche Nebenarterien bei 27 Versuchstieren (Hunden) 7 mal beobachten. Stets erwies sich auch hier (nach Unterbindung der Hauptarterie) der ganze Gefäßbaum der Niere mit Injektionsmasse gefüllt. Nur der Versuch 12 bildete eine Ausnahme. Hier versorgte eine unterhalb der ligierten Hauptarterie abgehende Nebenarterie den unteren Pol der linken Niere. Die Injektion, ausgeführt 40 Stunden nach doppelter Ligatur und Durchschneidung der Hauptarterie, mit nachfolgender Röntgenphotographie zeigte, daß die Nebenarterie beim Eintritt in die Niere in vier Äste zerfiel, die den kaudalen Pol der Niere versorgten. Der kraniale Anteil des Gefäßbaumes war nicht injiziert.

Ich kehre zum Versuch 21 zurück. Auf der rechten Seite ist die Nierenarterie dicht an der Aorta völlig einwandfrei doppelt unterbunden und durchschnitten. Wie das Röntgenbild (Taf. XVI, Fig. 3) zeigt, ist der ganze Gefäßbaum — auf dem Wege der Kollateralen — ausgezeichnet injiziert.

Es sind hier zwischen der Unterbindung der Hauptarterie und der Injektion 72 Tage vergangen, die Kollateralen haben demnach reichlich Zeit gehabt, sich zu erweitern und so der Injektion zugängig zu werden.

Der nächste Versuch soll zeigen, wie rasch diese Erweiterung erfolgt oder, mit anderen Worten, wieviel Zeit nach der Unterbindung verstreichen muß, um die Kollateralen nachweisbar zu machen.

#### Versuch 32. Mittelgroßer Schäferhund.

Doppelte Unterbindung und Durchschneidung der linken Nierenarterie; die gleiche Operation 24 Stunden später an der rechten Niere. 12 Stunden nach dem letzten Eingriff wird das Tier getötet. Sorgfältige Entblutung, Auswaschung des Gefäßsystems, Injektion von Wismutgelatine in den Arcus aortae.

Die Röntgenphotographie (s. Taf. XVI, Fig. 4) zeigt auf beiden Seiten einwandfreie Injektion der Nierengefäße. Rechts ist die Injektion etwas schwächer, hier sind aber auch erst 12 Stunden seit der Verlegung der Hauptarterie verstrichen. Links dagegen haben die Kollateralen 36 Stunden Zeit gehabt, sich den veränderten Zirkulationsverhältnissen anzupassen. Hier ist die Injektion der Nierengefäße geradezu ideal und kaum von der einer normalen Niere (mit intakter Arterie) zu unterscheiden. Ich betone ausdrücklich, daß hier nicht etwa ein ähnlicher Versuchsfehler vorliegt wie im vorherigen Experiment. Die genannte Präparation bestätigte die einwandfreie doppelte Unterbindung und Durchschneidung der Nierenarterien beiderseits hart an der Aorta. Nebenarterien, auf die man sehr achten muß (bei etwa 22 % meiner Versuchstiere wurden gut ausgebildete Nebenarterien der Niere gefunden) konnten nicht nachgewiesen werden.

Um Mißverständnissen vorzubeugen, ist noch hervorzuheben, daß die gut gelungene Injektion der Nierengefäße (bei unterbrochener Hauptarterie) nicht

das geringste aussagt oder beweist über die Erhaltung des Nierengewebes. Im vorliegenden Versuch (Nr. 32) z. B. war das Nierenparenchym in großer Ausdehnung nekrotisiert, desgleichen die rechte Niere im Versuch 21.

Es ist dieser Kontrast zwischen ausgezeichneter Gefäßinjektion und nahezu vollständiger Gewebsnekrose unschwer zu erklären. Die Ligatur der Hauptarterie bedeutet für ein gegen Anämie sehr empfindliches Gewebe wie das Nierenparenchym einen zu schweren Eingriff, die Zellen sterben ab. Die nach der Ligatur der Hauptarterie einsetzende Erweiterung der Kollateralen kommt zu spät. Abgesehen von dem widerstandsfähigen bindegewebigen Anteil der Niere sind es nur vereinzelte, kleine Bezirke, die dann noch der Nekrose entgangen sind.

Versuche, wie die beiden hier wiedergegebenen, beweisen einwandfrei, daß die normale Niere, wenigstens die Hundenniere, über ausgiebige Kollateralen verfügt, Kollateralen, die bereits 12 Stunden nach Ligatur des Hauptgefäßes imstande sind, die Füllung der Nierengefäß zu gewährleisten.

Es bleibt noch kurz die Frage zu erörtern, woher diese Nierenkollateralen stammen. Daß sie im Ureter und in der Nierenkapsel verlaufen, zeigten schon die eingangs erwähnten Experimente Littens. Um Zahl, Stärke, Verlauf der Kollateralgefäße genauer zu studieren, dazu reicht nach meiner Erfahrung das Röntgenbild allein nicht aus.

Am besten dazu geeignet erscheint mir neben der Untersuchung in Serienschnitten die sorgfältige Präparation am injizierten Objekt. Man kann dabei — immer wieder vorausgesetzt, daß die Ligatur der Nierenarterie am lebenden Tier zum mindesten um 12 Stunden der Injektion vorausgegangen ist — eine ganze Reihe von Gefäßchen nachweisen, die als Kollateralen zur Niere treten. In erster Linie vom Hilus her. Ich sehe dabei völlig ab von eigentlichen Nebenarterien. Am meisten auffallend und sicher von großer Bedeutung sind Gefäße, die den Ureter begleiten; sie entspringen entweder direkt der Aorta oder der Art. spermatica interna. Man kann sie schon makroskopisch weit in die Niere hinein verfolgen, bisweilen auch Anastomosen mit Ästen der Nebenarterie nachweisen:

Daß die Uretergefäße wohl sehr wichtige, aber nicht die einzigen Kollateralen der Niere darstellen, beweist der Versuch 27 meiner ausführlichen Arbeit. Hier wurden bei sonst gleicher Versuchsanordnung vor der Wismutgelatine-Injektion beide Ureteren doppelt ligiert und durchschnitten. Beide Nieren zeigten auf dem Röntgenbilde Injektion der Gefäße. Links war allerdings eine Nebenarterie nachzuweisen, diese Niere scheidet daher aus. Rechts war jedoch keine Nebenarterie vorhanden, und trotzdem eine, wenn auch erheblich schwächere Injektion der intrarenalen Gefäße erzielt.

Neben den Uretergefäßen zeigt die genaue Präparation noch eine große Anzahl kleiner und kleinster Gefäßchen, die aus der Aorta entspringen und zum Hilus der Niere und zur Fettkapsel hinziehen.

Andere Kollateralgefäße, meist schwächer entwickelt wie die am Hilus, treten

von der Peripherie an den konvexen Nierenrand und senken sich in die Niere ein. Es sind dies Gefäßchen, die, individuell außerordentlich variierend, aus den Art. lumbales, suprarenales, phrenicae, gelegentlich auch aus der Art. meseraica sup., der Art. colica usw. stammen. Auch ihnen ist eine gewisse Bedeutung für den kallateralen Kreislauf zuzusprechen.

In einem Falle (Vers. 11) waren es zwei sehr deutlich nachweisbare *Vasa vasorum*, die zwischen den durchschnittenen und weit retrahierten Stümpfen der Art. renalis die Kommunikation herstellten; es war hier die Ligatur und Durchschneidung der Nierenarterie 31 Tage vor der Injektion erfolgt.

Aus den vorstehend kurz skizzierten Versuchsergebnissen ist mit Sicherheit zu schließen, daß die Niere, und zwar zunächst die Niere des Hundes, über ziemlich beträchtliche arterielle Kollateralen verfügt. Allerdings sind diese Kollateralen — von richtigen Nebenarterien ist abzusehen — nicht entwickelt genug, um die Hauptarterie ersetzen zu können. Daß hierbei die große Empfindlichkeit des Nierenepithels gegen Anämie eine erhebliche Rolle spielt, hob ich schon hervor.

Ferner müssen wir aus den Versuchen folgern, daß auch zwischen den Ästen der Nierenarterie Anastomosen vorhanden sind, freilich geringen Kalibers und für die Erhaltung des Parenchyms nach Verlegung der Hauptarterie von durchaus untergeordneter Bedeutung. Mit anderen Worten, die Nierenarterie ist höchstens in funktioneller Beziehung eine Endarterie, nicht aber eine Endarterie in streng anatomischem Sinne.

Was hier zunächst von der Hundeniere gesagt wurde, gilt auch für die Niere der Katze und des Kaninchens. Freilich erwiesen sich bei diesen Versuchstieren die arteriellen Kollateralen der Niere weit weniger ausgebildet als beim Hunde.

Für die menschliche Niere werden wir ebenfalls, schon aus der Tatsache des hämorragischen Infarkts, das Vorhandensein von arteriellen Kollateralen annehmen können. Genauere Kenntnisse über Stärke, Verlauf, Bedeutung dieser Kollateralen stehen aber zur Zeit noch aus.

#### Erklärung der Abbildungen auf Tafel XV, XVI.

- Fig. 1. Unterarm und Hand eines 8 jährigen Knaben. Injektion der Gefäße mit Quecksilberemulsion von der Art. brachialis aus. Ausgedehnte Anastomosenbildung, *Rete articulare*.
- Fig. 2. Niere einer 82 jährigen Frau. Injektion der Arteria renalis mit Quecksilberemulsion. Direkte Gefäßauffästung ohne Anastomosenbildung.
- Fig. 3. Unterbindung und Durchschneidung beider Nierenarterien eines Hundes in vierwöchentlichem Intervall. 44 Tage nach dem letzten Eingriff Tier getötet. Injektion von Wismutgelatine in den Arcus aortae. Links ist nur der obere Ast der Nierenarterie unterbunden, rechts der Stamm der Nierenarterie dicht an der Aorta (das längere Gefäß über der ligierten Nierenarterie ist eine Art. lumbalis). Auch diese Niere zeigt sehr gute Gefäßinjektion. Besonders schön sind die rechten Uretergefäße injiziert.
- Fig. 4. Unterbindung und Durchschneidung beider Nierenarterien eines Hundes in 24 stündigem Intervall. Tier 12 Stunden nach der letzten Ligatur getötet. Keine Nebenarterien, trotzdem ausgezeichnete Injektion der Nierengefäße, rechts etwas schwächer. Zahlreiche Kollateralen injiziert, besonders um den Hilus herum.

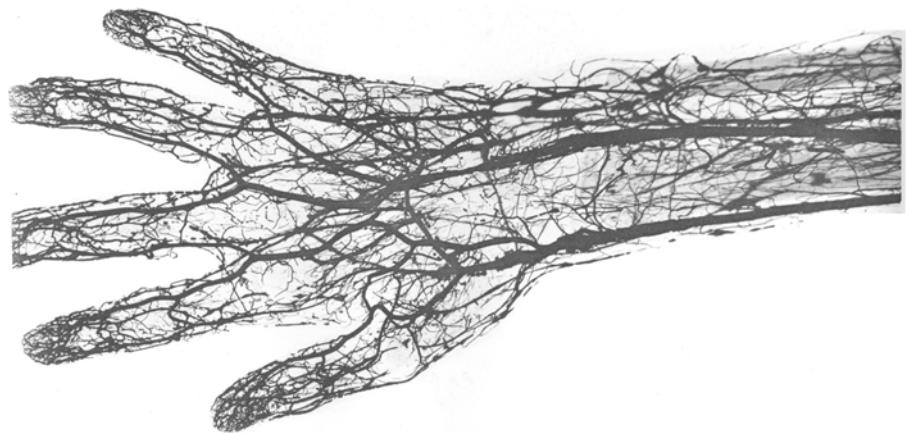


Fig. 2.





Fig. 3.

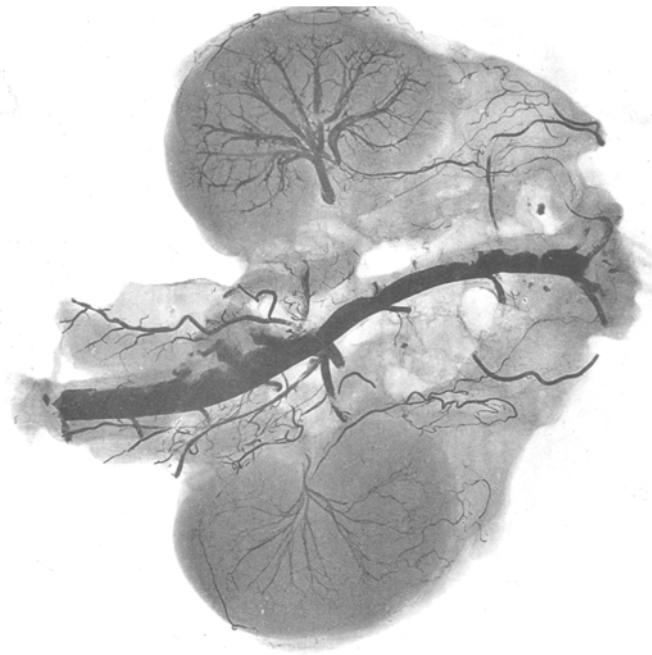


Fig. 4.