



Б. В. ОГНЕВ, В. Н. САВВИН, Л. А. САВЕЛЬЕВА  
КРОВЕНОСНЫЕ СОСУДЫ СЕРДЦА В НОРМЕ И ПАТОЛОГИИ

Erschienen im Staatsverlag für medizinische Literatur MEDGIS  
Moskau 1954  
Übersetzt aus dem Russischen von Dr. B. Schimkus

Die Herausgabe dieses Werkes wurde vom Kulturfonds der  
Deutschen Demokratischen Republik gefördert

Erschienen im Akademie-Verlag GmbH, Berlin W 8, Mohrenstraße 39  
Lizenz-Nr. 202 · 100/298/58  
Copyright 1958 by Akademie-Verlag GmbH, Berlin  
Alle Rechte vorbehalten  
Satz, Druck und Einband: Druckhaus „Maxim Gorki“, Altenburg  
Bestell- und Verlagsnummer 5299 · ES 17 F 2  
Printed in Germany

## Vorwort des Herausgebers

Die Verfeinerung der klinischen Untersuchungsmethoden am Herzen wie auch die zunehmende Zahl der Herzoperationen erfordern, daß sich unsere Kenntnis nicht nur der nervösen und metabolischen Vorgänge im Herzen, sondern besonders auch der Blutversorgung des Herzmuskels selbst erweitert. Für den Herzchirurgen ist es von Bedeutung zu wissen, welche Varianten der Coronargefäße und seiner Äste vorkommen und wie häufig sie sind; Dinge, die auch in den neuesten Standardwerken noch unzureichend erwähnt werden. Für den Kardiologen sind die Folgen der Coronarverschlüsse, die Möglichkeiten der Entwicklung von Kollateralkreisläufen Fragen, die täglich vor ihm stehen. Eine Verbesserung insuffizienter Coronardurchblutungen zu erreichen, ist ein Problem, das in der ganzen Welt bearbeitet wird. Es muß uns interessieren, hier auch die Meinung der sowjetischen Forscher genauer kennenzulernen.

So erschien es uns angebracht, diese zusammenfassende Monographie von OGNEW und seinen Mitarbeitern zu übersetzen. Die zahlreichen Arbeiten sowjetischer Forscher auf diesem Gebiet sind aus sprachlichen Gründen außerhalb ihres Landes kaum bekannt. Kurze Referate, die in seltenen Fällen erscheinen, können keinen ausreichenden Eindruck vermitteln.

OGNEW und seine Mitarbeiter haben auf Grund von Literaturstudien und zahlreichen eigenen Forschungen an menschlichen und tierischen Herzen interessante Ergebnisse gefunden. Vieles davon ist für den Kliniker sehr wichtig, sei es die Frage der Vasa vasorum und deren Veränderungen, die dann zu Gefäßschäden führen können, seien es Störungen am Klappenapparat des Herzens durch Gefäßverschlüsse, oder die ganz nebenbei erwähnte Beobachtung, daß das Verkalken der Narben bei Hunden von der Art der Ernährung abhängig ist. Das sind nur einige Beispiele.

Bei den Literaturangaben war es mir nicht immer möglich, das Original einzusehen, so daß in einigen Fällen durch die „Hin- und Zurückübersetzung“ sich Fehler eingeschlichen haben können.

Ich glaube, daß das Bändchen Anatomen und Pathologen, Kardiologen und Herzchirurgen neues Wissen und Grundlagen zu weiterer Arbeit geben wird. Ich hoffe, daß es nicht nur ein Beitrag zur Fortentwicklung, sondern auch zur Zusammenarbeit in der Medizin sein wird.

WOLFRAM KÖRNER

## Inhaltsverzeichnis

Vorwort . . . . .	VII
Einleitung . . . . .	1
Zur Geschichte des Studiums der normalen und pathologischen Blutversorgung des Herzens . . .	4
Anatomie und Pathologie der Gefäßversorgung des Myokards . . . . .	19
Blutversorgung des Hisschen Bündels . . . . .	63
Die Vasa vasorum cordis . . . . .	79
Veränderung des Myokards und Entwicklung von Kollateralgefäßen nach Myokardinfarkten und nach Unterbindung von Gefäßen des dritten Blutkreislaufs (Experimentelle und klinische Untersuchungen)	114
Schlußbemerkung. . . . .	125
Literaturverzeichnis . . . . .	127

## Einleitung

Das Problem der Blutversorgung des Herzens ist von einer Lösung noch weit entfernt, obwohl sich Forscher innerhalb und außerhalb der Sowjetunion in zahlreichen Arbeiten mit dieser Frage beschäftigt haben.

Meistens wurden nur die Hauptäste und nicht alle vorhandenen Äste der Herzkranzarterien einschließlich der Capillaren und der Vasa serosa untersucht. Das kommt daher, daß die Füllung der Herzgefäße mit Kontrastmassen für die nachfolgenden einfachen oder stereoskopischen Röntgenaufnahmen hauptsächlich am ganzen Herzpräparat gemacht wurde. Einige Autoren zerschnitten das Herz in 0,5 cm, 1 cm und 2 cm dicke Schnitte und machten dann von jedem einfache oder stereoskopische Röntgenogramme. Dann wurden, je nach der gestellten Aufgabe, bei der Gefäßuntersuchung einer bestimmten Herzregion die Schnitte in verschiedenen Richtungen geführt (sagittal, frontal, schräg und horizontal). Um Einzelheiten zu untersuchen, stellte man von diesen Röntgenfilmen Mikrophotogramme her. In der Regel erhielt man dabei aber sehr begrenzte Felder, auf denen der Verzweigungscharakter nur eines einzigen kleinen Gefäßes zu erkennen war. Außerdem gelangten die injizierten Kontrastmassen nur in Gefäße bis zu 30  $\mu$  Durchmesser. Die feinste Blutversorgung des Herzens, sowohl die normale wie die pathologische, die durch die kleinsten Äste der Aa. coronariae erreicht wird, blieb bis jetzt unerforscht.

Wir wissen wenig über Veränderungen der Blutgefäße des Herzens unter pathologischen Bedingungen, weil die normalen Verhältnisse noch nicht genügend bekannt sind. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, mit kombinierten makro-mikroskopischen Methoden das gesamte Gefäßsystem des Herzens zu untersuchen, von den Hauptästen einer jeden Kranzarterie bis zu den Capillaren und den aller kleinsten Gefäßgebilden (Vasa serosa), die im Herzmuskel vorhanden sind. Dabei wird der von uns vorgeschlagene Ausdruck benutzt, von jedem Blutgefäß „das gesamte Büschel zu untersuchen“. Wir richten darauf unsere besondere Aufmerksamkeit, weil viele Autoren (LAPIN u. a.) in der Mehrzahl ihrer Arbeiten über die normale und pathologische Blutversorgung des Herzens ihre Schlüsse aus „amputierten Blutgefäßbüscheln“ ziehen (d. h. ohne das Gefäßsystem in toto zu untersuchen). Das führt stets zu fehlerhaften Verallgemeinerungen.

In unserer Arbeit haben wir uns bemüht, möglichst vollständige Angaben über das Blutgefäßsystem mit Hilfe der erwähnten kombinierten Methoden der Gefäßuntersuchung zu gewinnen, und zwar sowohl durch Tierversuche, wobei wir verschiedene Äste der Kranzarterien unterbanden und in gewissen Zeitabständen Untersuchungen vornahmen, als auch bei pathologischen Zuständen (Herzinfarkten).

Besondere Aufmerksamkeit wurde der bisher wenig bekannten feinsten Blutversorgung des Herzens sowie dem Studium der Gefäße für das Reizleitungssystem (Hissches Bündel) geschenkt. Selbstverständlich hätte in diesem Zusammenhang auch das Studium des Herznervensystems und besonders der Angioreceptoren das Verständnis pathologischer Zustände des Herzens bedeutend erweitert. Wir beschränkten uns vorläufig jedoch auf das Gefäßsystem des Herzens; dazu gehörten auch die Vasa vasorum des Herzens, die bisher überhaupt nicht untersucht wurden.

Die letztere Frage wurde unter normalen und pathologischen Bedingungen auf der Grundlage feinsten Injektionsmethoden von W. N. SAWWIN untersucht und (zugleich mit Angabe der einschlägigen Literatur) in der vorliegenden Arbeit beschrieben.

Die Blutversorgung des Hisschen Bündels beschrieb eingehend die Kandidatin der medizinischen Wissenschaften L. A. SAWELJEWA. Prof. B. W. OGNEW bearbeitete die Frage der normalen und pathologischen Blutversorgung des Herzens, auch unter experimentellen Bedingungen.

Unsere neu gewonnenen Erkenntnisse werden dem Kliniker und dem Physiologen neue Gesichtspunkte über eine Reihe von Fragen geben, die mit der Physiologie und Pathologie des Kreislaufs allgemein in Zusammenhang stehen.

Bis zum heutigen Tage ist immer noch die feinste Topographie der im Herzmuskel verlaufenden Blutgefäße unbekannt. Wir kennen noch nicht deren Wechselbeziehungen zu den Muskelbündeln dieses Organs. Auch die Topographie der Muskelbündel des Herzens, besonders der Trabekel und der Mm. papillares ist noch fast unerforscht. In der Literatur findet man Angaben, daß in 1 mm<sup>2</sup> des Herzmuskels bis zu 5000 Capillaren enthalten sind. Das widerspricht jedoch den Tatsachen. Das Herz enthält keine Endcapillaren, sondern nur ein weit ausgedehntes, schlingenförmiges Capillarnetz vom Typ „Continua“. Die Seiten jeder Capillarschlinge liegen entweder in einer Ebene oder in drei Dimensionen. Außerdem gibt es bestimmte Gesetzmäßigkeiten in der Anordnung der interfasciculären Arterien- und Venenstämme und der Verteilung des Gefäßsystems in der Masse der Muskelbündel.

Sehr wichtig sind auch die von uns entdeckten vereinzelt oder mehrfachen Mikroinfarkte in den Papillarmuskeln des Herzens und der Vorhöfe (besonders am Papillarmuskel der das Foramen ovale verschließenden Klappe) sowie die Mikroinfarkte in den Trabekeln der Vorhöfe, Herzohren und der Ventrikel und sogar in einzelnen Muskelbündeln. Nicht weniger wichtig ist das Vorhandensein

zahlreicher Mikroinfarkte in solchen Muskelbündeln des Herzens, die zwar verschiedene Verlaufsrichtungen haben, aber von ein und demselben Arterienästchen versorgt werden, das während seines Verlaufs im interfasciculären Bindegewebe durch einen Thrombus oder Embolus verschlossen wird.

Beim Studium der feinsten Herzgefäße gelingt es also, selbst Mikroinfarkte zu entdecken, sogar solche, die in Muskelbündeln und in Papillarmuskeln vorhanden sind. Klinisch können derartige Infarkte zuweilen unbemerkt bleiben, namentlich wenn das Reizleitungssystem vom Krankheitsprozeß verschont bleibt. Diese Infarkte werden selbst mit den besten neuzeitlichen Apparaten nicht registriert.

Dem Studium der feinsten Herzgefäße haben wir 25 Jahre gewidmet. Die Erkenntnisse, die dabei gewonnen wurden, wollen wir in diesem Buch so vollständig wie möglich wiedergeben. Die Untersuchungen wurden an normalen und an pathologisch veränderten Herzen wie auch im Experiment an Hunden gemacht.

## Zur Geschichte des Studiums der normalen und pathologischen Blutversorgung des Herzens

Das Studium der kardialen Reizleitungswege und nervösen Knoten hat zwar eine große Vergangenheit aufzuweisen, die Frage, wie diese beiden Systeme mit Blut versorgt werden, fand jedoch bis heute keine genügende Beachtung. Soweit Untersuchungen der Blutversorgung des Herzens durchgeführt wurden, hatten sie keine Beziehung zur Funktion oder zur Entwicklung, sondern sie besaßen in der Regel nur einen rein beschreibenden Charakter (BARDINA). Meistens befaßten sich solche Beschreibungen nur mit den beiden Coronararterien und ihren Verzweigungen erster Ordnung. Man kann das auch in den modernen Handbüchern feststellen.

Der Blutversorgung des Herzens dienen zwei Coronararterien, eine rechte und eine linke, die von der Aorta auf der Höhe der Semilunarklappe abgehen. Die rechte liegt in der Kranzfurche, verläuft nach rechts, biegt um den rechten Herzrand und zieht dann in der hinteren Längsfurche als hinterer R. descendens abwärts. Die linke wendet sich in der Kranzfurche nach links als R. circumflexus und entsendet in die vordere Längsfurche den vorderen R. descendens. In der Herzspitze anastomosieren beide Rami. Über die Blutversorgung der einzelnen Herzabschnitte, namentlich des Hisschen Bündels, wird weiter nichts gesagt.

Bei W. N. TONKOW finden wir eingehendere Angaben. Ohne auf die Topographie der Coronararterien näher einzugehen, wollen wir uns nur mit den von diesem Autor angegebenen Verzweigungsgebieten befassen. Danach ernährt die rechte Coronararterie die rechte Herzhälfte, die hintere Hälfte der Herzscheidewand und teilweise auch die Hinterwand des linken Ventrikels sowie dessen medialen Papillarmuskel. Die linke Coronararterie versorgt nach TONKOW den übrigen Teil des linken Ventrikels, die vordere Hälfte der Herzscheidewand und ferner einen schmalen Streifen des an das Septum grenzenden rechten Ventrikels. Beide Coronararterien anastomosieren in den Vorhofswänden, im Septum und in der Papillarmuskulatur der Herzspitze. Außerdem anastomosieren die Arterien der Herzwände mit den Arterien des Herzbeutels, der Bronchien und des

Zwerchfells. Die Blutversorgung des Hisschen Bündels bleibt jedoch bei TONKOW ungeklärt.

Nach W. SPALTEHOLZ kommen für die Ernährung des Herzens die beiden Coronararterien in Frage: die rechte wendet sich in der Herzkranzfurche nach rechts, biegt um den rechten Herzrand und verläuft dann in der hinteren Längsfurche, wo sie im hinteren R. descendens endet. Sie sendet größere Äste zum rechten Ventrikel, kleinere zum rechten Vorhof und linken Ventrikel. Die linke Coronararterie ist nach den Angaben dieses Autors stärker entwickelt als die rechte. Sie teilt sich in den vorderen R. descendens und den R. circumflexus, wobei sie stärkere Äste zum linken Ventrikel und schwächere zum linken Vorhof sendet. Beide Arterien anastomosieren vielfach miteinander durch Verästelungen, deren Durchmesser sich dem der Capillaren nähert, sowie auch durch ein Capillarsystem; diese Verästelungen liegen größtenteils in der Muskulatur selbst, seltener an der Oberfläche unter dem Perikard.

Diese Angaben über die Blutversorgung des Herzens werden fast stereotyp während vieler Dezennien von Lehrbuch zu Lehrbuch weiter vererbt. Sie entsprechen keineswegs mehr dem heutigen Wissensstand.

Einzelne, hauptsächlich von russischen Autoren publizierte Arbeiten und Untersuchungen der letzten Jahre befassen sich ziemlich eingehend mit dem System des coronaren Blutkreislaufs (W. W. ALEXANDROWITSCH, R. A. BARCHINA, W. A. DONSKOW, G. F. IWANOW, I. W. ISMAILOW, A. W. KUSMINA-PRIGRADOWA, M. S. LISSIZYN, B. W. OGNEW, P. A. SOKOLOW, M. A. TICHOMIROW, M. S. TOLGSKAJA). Zwar hat die Mehrzahl dieser Untersuchungen keine direkte Beziehung zur Frage der Blutversorgung des Hisschen Bündels, aber nichtsdestoweniger sind die in ihnen enthaltenen Angaben vollständiger als die in den heutigen Lehrbüchern.

Vor allem wird durch diese Untersuchungen eine bedeutende Veränderlichkeit der Herzkranzarterien aufgedeckt.

B. W. OGNEW machte experimentelle Arbeiten auf diesem Gebiet. Dabei untersuchte er die Veränderungen des Herzmuskels und die Entwicklung von Kollateralen nach der Unterbindung von Herzgefäßen dritter Ordnung. Er beschrieb eingehend den Aufbau der Herzgefäße und stellte fest, daß recht ausgedehnte Verzweigungen, besonders im Gebiet des hinteren Sulcus coronarius, vorhanden sind.

In seiner Arbeit „Dynamik der Veränderungen in Gefäßen dritter Ordnung bei Myokardinfarkten“ gibt B. W. OGNEW an, welche Quellen den Atrioventrikularknoten und den rechten und linken Schenkel des Hisschen Bündels mit Blut versorgen und wie viele Variationen der Kranzgefäße vorkommen können. Zu den Atrioventrikularknoten verlaufen die Gefäße in den Wänden der Vorhöfe, zu den Schenkeln des Hisschen Bündels ziehen sie von vorn nach hinten — vom vorderen R. descendens — und von hinten nach vorn — vom hinteren R. descendens. Der hintere R. descendens kann ein Ast der rechten und in einigen

Fällen auch der linken Coronararterie sein. Diese Varianten haben eine große Bedeutung: da die Äste des vorderen und hinteren R. descendens miteinander anastomosieren, entstehen in dem einen Fall Anastomosen zwischen beiden Arterien, im anderen Fall Anastomosen nur innerhalb einer einzigen Arterie. Das kann bei einer Embolie eines großen Astes der linken Coronararterie zu einem verhängnisvollen Ausgang führen.

M. S. LISSIZYN untersuchte die Frage, bis zu welchem Grade von der Gestalt des Herzens die Richtung der Kranzarterien und die Winkel abhängen, unter denen ihre Äste abgehen. Nach seinen Angaben verlaufen die Kranzarterien in schräger, fast vertikaler Richtung, falls das Herz schmal und schlank ist. Die Äste gehen dann also unter einem spitzen Winkel ab. Bei einem operativen Eingriff müssen folglich nach seiner Meinung an einem solchen Herzen die Schnitte schräg, fast vertikal geführt werden.

Ist das Herz dagegen breit und kurz, dann verlaufen die Kranzarterien fast horizontal, und ihre Äste gehen unter einem rechten oder fast rechten Winkel ab. Operative Eingriffe erfordern demnach in diesem Falle quere, fast horizontale Schnitte.

M. S. LISSIZYN unterscheidet folgende drei Grundformen in der Blutversorgung des Herzens: 1. die linke Coronararterie ernährt die Herzscheidewand, die linke Herzhälfte sowie den hinteren Abschnitt der rechten Herzhälfte, falls sie kräftig entwickelt ist; 2. die linke Coronararterie ernährt nur die vordere Hälfte der Herzscheidewand und die linke Herzhälfte, während die rechte Coronararterie die übrigen Herzabschnitte versorgt; 3. unterscheidet er eine Zwischen- oder Übergangsform.

P. A. SOKOLOW unterschied ebenfalls drei Formen der kardialen Blutversorgung: 1. eine Form mit gleichmäßiger Verteilung, 2. eine linkscoronare und 3. eine rechtscoronare Form. Er entdeckte Anastomosen zwischen mittleren und kleinen Ästen der Coronararterien. Bei der rechtscoronaren Form traf er allerdings fast niemals solche Anastomosen an.

A. W. KUSMINA-PRIGRADOWA gibt in ihrer Arbeit ebenfalls drei Variationen der kardialen Blutversorgung an: 1. die rechtscoronare Variante mit einem gut entwickelten rechten R. circumflexus; dieser läuft als hinterer R. descendens in der hinteren Längsfurche und erreicht die Herzspitze; 2. die linkscoronare Variante mit gut entwickeltem linken R. circumflexus; dieser setzt sich als hinterer R. descendens fort, liegt dabei in der hinteren Längsfurche und erreicht dann die Herzspitze; 3. eine Form mit gleichmäßiger Verteilung; hierbei sind beide R. circumflexi gleichmäßig entwickelt; jeder R. circumflexus setzt sich in einen R. descendens fort; hierbei können in der hinteren Längsfurche entweder beide Rami liegen oder einer der beiden; der andere R. descendens läuft in diesem Falle dann dicht daneben.

Nach den Untersuchungen von KUSMINA-PRIGRADOWA findet sich die rechtscoronare Variante in 67,74% der Fälle, die linkscoronare in 8,87% und die gleichmäßig verteilte Form in 23,39% der Fälle.

E. S. SCHACHBASJAN beobachtete bei der operativen Behandlung der Angina pectoris folgende Quellen für die Blutversorgung des kardialen Reizleitungssystems: der Atrioventrikularknoten und die Anfangsteile beider Schenkel des Hisschen Bündels erhalten ihr Blut von der Arterie, die den fibrösen Septumabschnitt ernährt. Sie ist ein Ast der linken Kranzarterie. Der Rest des linken Schenkels des Hisschen Bündels wird vom vorderen R. descendens und von der rechten Kranzarterie versorgt.

W. A. DONSKOW stellte in seiner Arbeit über die Varianten und Anomalien der Kranzarterien und deren Bedeutung für das Herz und den Gesamtorganismus auf Grund vieler Literaturangaben sowie eigener Beobachtungen fest, daß der Durchmesser der Hauptkranzarterien und ihrer Ostien zwischen 1,5 mm und 5 mm schwankt. Außerdem pflegen die Arterien ihre Lage zu ändern; es kommen zusätzliche Arterien vor und mitunter entspringen beide Arterien von einem gemeinsamen Stamm.

M. A. TICHOMIROW bemerkt in seinem Bericht über anomale Abgänge der Kranzarterien, daß diese zu hoch oder auch zu tief entspringen können. Ihre Zahl kann sich ändern. Es können mehr als zwei vorkommen; mitunter wird das Herz sogar nur von einer einzigen kräftig entwickelten Coronararterie mit Blut versorgt. Es kommen auch zusätzliche Gefäße vor, die von der A. anonyma und der A. carotis communis abgehen.

M. S. LISSIZYN berichtet, daß die Ostien der Kranzarterien sich auf der Höhe des freien Klappenrandes befinden können, aber auch tiefer (im Sinus Valsalvae) oder höher (jenseits des Sinus). Das ist bedeutungsvoll zur Entscheidung der Frage, ob das Herz während der Systole oder der Diastole ernährt wird. Wie der Autor angibt, ändert sich die Lage des linken Ostiums am häufigsten.

Nach der Meinung von M. S. TOLGSKAJA wird in 75% aller Fälle ungeachtet der Variabilität der Herzgefäßverzweigungen der größte Teil des Herzens, d. h. fast seine gesamte Vorderfläche bis zur hinteren Längsfurche (stumpfe linke Kante, ein Teil der Hinterfläche, die vorderen zwei Drittel des Septum interventriculare und fast der gesamte linke Vorhof) von der linken Coronararterie ernährt. Die rechte Coronararterie ernährt einen kleinen Abschnitt der rechten Herzvorderfläche, die rechte scharfe Kante, die Hinterfläche des Herzens bis zum linken Ventrikel, das hintere Drittel des Septum interventriculare, den gesamten rechten Vorhof und das Septum atriorum. Die Papillarmuskeln werden von beiden Kranzarterien mit Blut versorgt.

Diese Angaben von M. S. TOLGSKAJA über die Rolle der beiden Coronararterien bei der Blutversorgung des Herzens stimmen mit den Beobachtungen von M. J. ARJEW, W. I. WETUSCHINSKI und anderen Autoren überein, die die kollaterale Blutversorgung des Herzens unter pathologischen Bedingungen studierten. Diese Autoren meinen, daß die rechte Kranzarterie häufiger geschädigt wird als die linke, weil das linke Ostium wegen des stärkeren Blutstromes schwerer obliteriert. Zum Beweis für diese Annahmen führten sie Unter-

suchungen am Hund durch. Da ergab sich, daß etwa 75% des Blutes durch die linke Kranzarterie fließt.

In etwas anderer Weise ging P. A. BARDINA an die Untersuchung der Kranzgefäße heran. Nach ihrer Meinung liefert die beschreibende Anatomie nur ein morphologisches Bild, ohne die Ursachen aufzuklären, weshalb dieses Bild entsteht. Um diese Ursachen zu begreifen, ist es nach ihrer Meinung unerlässlich, nicht allein die Form, sondern auch die Funktion und die Entwicklungsbedingungen der Organe zu studieren. In jedem Organ entspricht das Gefäßsystem dem Bau, der Funktion und der Entwicklung dieses Organs. Als Beispiel erwähnt P. A. BARDINA die Blutversorgung der Lungen; wenn die Lunge zwei arterielle und zwei venöse Systeme besitzt, so entspricht das völlig der Atmungsfunktion. Die Leber besitzt zwei venöse und ein arterielles System; das entspricht ihrer Aufgabe, als Barriere zu wirken. Die Herzgefäße muß man daher im Zusammenhang mit der Entwicklung und der Funktion dieses Organs studieren, um hierbei etwaige Gesetzmäßigkeiten festzustellen. Am wichtigsten ist es nach der Meinung von BARDINA, die Muskelschicht zu studieren, weil sie die eigentliche Voraussetzung für die Herztätigkeit ist. Sie zu studieren, hat auch eine große Bedeutung für die Klinik.

P. A. BARDINA untersuchte nun die Herzen von 292 Leichen in der Weise, daß sie die Herzgefäße mit einer Kontrastmasse füllte und dann von ihnen ein Röntgenbild aufnahm. Außerdem benutzte sie die Sektionsmethode. Sie stellte fest, daß von der Aorta zwei Kranzarterien abgehen, von denen jede einen R. circumflexus und einen R. descendens hat. Von den Kranzarterien laufen wiederum Äste zu den verschiedenen Herzabschnitten, und zwar zu den Vorhöfen, den Herzohren, den Scheidewänden und den Kammern. Außerdem beschreibt sie die Blutversorgung der einzelnen Schichten des Myokards und geht dabei auf Größe und Richtung der Gefäße näher ein.

W. W. ALEXANDROW studierte an 200 Leichen den coronaren Blutkreislauf. Er füllte ebenfalls die Gefäße mit einer Kontrastmasse und nahm von ihnen ein Röntgenbild auf. Er kommt zu folgenden Ergebnissen. Zu den Vorhöfen gehen mitunter zwei bis drei Äste von der Arterie der anderen Seite ab. Die Fossa ovalis hat eine sehr geringe Anzahl von Gefäßen und zählt zu den gefäßärmsten Herzabschnitten. Die Vorderwand des rechten Ventrikels wird in 100% der Fälle von Ästen beider Kranzarterien mit Blut versorgt. Das gleiche ist in 66% der Fälle bei der Hinterwand des rechten Ventrikels der Fall. In 33,5% der Fälle wird sie aber nur von der rechten Kranzarterie und in 0,5% der Fälle nur von der linken Kranzarterie versorgt. Die linke Kranzarterie versorgt in 100% der Fälle die Vorderwand des linken Ventrikels mit Blut, während die Hinterwand in 84,5% der Fälle von beiden Kranzarterien ernährt wird, von der linken Arterie allein dagegen in 10,5% der Fälle und nur von der rechten in 5% der Fälle. Das Septum interventriculare wird in 88,5% der Fälle von beiden Kranzarterien

ernährt, dagegen in 11% der Fälle nur von der linken, in einem Fall aber nur von der rechten Kranzarterie.

Bis in die letzte Zeit blieb die Frage ungelöst, ob sich zwischen den Herzkranzarterien Anastomosen befinden.

Im Jahre 1668 untersuchten LOWER und VIEUSSENS als erste die Herzgefäße und stellten das Vorhandensein von Anastomosen fest. Im Jahre 1872 veröffentlichte COHNHEIM seine Theorie von den Endarterien des Herzens. Diese Theorie herrschte lange Zeit.

Die Frage der Anastomosen im Herzen verschwand nicht aus der medizinischen Literatur. J. I. ARKUSSKI, K. W. KOTSCHIJEW und A. E. CHALJAWIN (1936) und SCHLESINGER bestritten in ihren Arbeiten, daß sie vorhanden seien. B. W. OGNEW, einer der Verfasser dieses Buches, arbeitete eine Methode aus, die Gefäße mit Tusche und Kontrastmasse zu füllen und die so gewonnenen Präparate zu durchleuchten. Er beschrieb den Feinbau der Herzgefäße und konnte an Hand der Aufnahmen ein ausgedehntes Anastomosennetz demonstrieren, und zwar mit unbewaffnetem Auge sichtbare Anastomosen, wie auch allerfeinste bis hinunter zu den Capillaren. OGNEW studierte eingehend das Anastomosensystem zwischen den Coronararterien. Nach seinen Angaben entspringen von den Ästen zweiter Ordnung der Kranzarterien, die in die Tiefe des Myokards eindringen, normalerweise weitere acht Äste, die Präcapillaren und Capillaren mitgerechnet. Alle bilden untereinander Anastomosen.

Lediglich der Unvollkommenheit der Untersuchungsmethoden, die zu widerspruchsvollen Ergebnissen führten, ist es zuzuschreiben, daß die Frage, ob die Herzgefäße Anastomosen bilden, fast 300 Jahre ungelöst blieb.

Die von OGNEW ausgearbeitete und vervollkommnete Methode, die Präparate nach der Gefäßinjektion zu durchleuchten, gestattet es, unwiderlegbare Befunde zu gewinnen, die so überzeugend für das Vorhandensein von Anastomosen sprechen, daß schwerlich jemand an ihrer Richtigkeit zweifeln kann. Daher können auch die Arbeiten von ARKUSSKI, KOTSCHIJEW und anderen Autoren nur noch eine historische Bedeutung haben, obwohl sie vor gar nicht so langer Zeit veröffentlicht wurden.

Die Mehrzahl der Autoren ist jetzt von dem Vorhandensein von Anastomosen sowohl zwischen den Hauptstämmen der Coronararterien wie auch zwischen deren Ästen einschließlich der Capillaren überzeugt. Außerdem herrscht die Meinung vor, daß ein Teil der anastomosierenden Arterien nur zur Aushilfe dient und erst dann benutzt wird, wenn der Herzmuskel stärker arbeiten muß (A. I. ABRIKOSSOW).

In der beigelegten Literaturübersicht fehlen völlig Mitteilungen über die allerfeinste Blutversorgung der Reizleitungswege des Herzens. In den Arbeiten ausländischer Autoren wurde diese Frage ebenfalls nicht geklärt.

Im Jahre 1911 zeigte HAAS, welche Quellen den Atrioventrikularknoten und den Sinusknoten mit Blut versorgen. Er glaubte, daß das Hissche Bündel über

ein eigenes Gefäßsystem verfügt, dessen Blut aus der rechten Kranzarterie stammt. Nach seinen Angaben sind bei den Tieren für die Blutversorgung der Reizleitungswege reichliche Anastomosen in Gestalt von Kollateralen zwischen rechter und linker Kranzarterie vorhanden. Völlig entgegengesetzte Behauptungen finden sich in Arbeiten von JOHNSON, WAKEFIELD und CURREY aus viel späterer Zeit. Nach ihren Angaben wird das Hissche Bündel bzw. der Atrioventrikularknoten viel schlechter mit Blut versorgt als die übrigen Abschnitte des Herzmuskels.

Diese einander widersprechenden Angaben lassen sich durch die Unvollkommenheit der benutzten Methoden erklären.

Im Jahre 1922 schrieb CRAINCIANU, daß der Atrioventrikularknoten hauptsächlich von der rechten Kranzarterie ernährt wird und nur in 10% der Fälle von der linken Kranzarterie. Nach seinen Angaben ernähren Ramuli perforantes des R. descendens anterior die oberen zwei Drittel des rechten Schenkels, während Ramuli perforantes der A. coronaria sinistra den linken Schenkel mit Blut versorgen. Die A. coronaria dextra schließlich versorgt die Endverzweigungen des Hisschen Bündels. Der Autor fand Anastomosen zwischen den Ästen der Kranzarterien, die jedoch unmöglich durch das Präparieren allein entdeckt werden konnten.

Im Jahre 1926 studierte MOUCHET die Blutversorgung des Herzens. In 3% der Fälle entdeckte er keine sichtbaren Anastomosen; 35% hatten schwach ausgebildete Anastomosen zwischen den Kranzarterien; in 39% der Fälle fand er mittlere Anastomosen und in 14% der Fälle größere; in 9% der Fälle sah der Autor direkte Anastomosen zwischen rechter und linker Kranzarterie. Im Jahre 1928 benutzte CAMPBELL stereoskopische Aufnahmen mit Barium gefüllter Herzgefäße. Dabei entdeckte er Anastomosen zwischen rechter und linker Coronararterie mitten im Septum interventriculare cordis. Im Jahre 1942 untersuchte LASCANO die Blutversorgung des Hisschen Bündels und gab eine grob schematische Beschreibung der Gefäße des gesamten Reizleitungssystems. In der Arbeit wird über eine besondere vom Autor entdeckte Arterie im linken Schenkel berichtet (R. limbi sinistri.)

Nach unseren Befunden wird das Hissche Bündel von den gleichen Gefäßen wie das Myokard versorgt; eigene Gefäße besitzt es nicht.

Mit dem Studium der Herzvenen beschäftigten sich viele Forscher. Bereits im Jahre 1706 entdeckte VIEUSSENS die Öffnungen der Venae Thebesii, er hielt sie jedoch nicht für Öffnungen zum Abfluß des venösen Blutes. Im Jahre 1708 entdeckte THEBESIIUS ebenfalls diese Öffnungen und stellte fest, daß es sich hier um Venenöffnungen handelt. MORAWITZ und ZAHN fanden im Jahre 1914, daß durch die Vv. Thebesii 40% des gesamten Herzvenenblutes hindurchfließen. Schließlich kam CRAINCIANU im Jahre 1922 zu dem Schluß, daß die Vv. Thebesii eine Hauptrolle beim Abfluß des venösen Blutes aus dem Herzen spielen, weil 90% des gesamten Venenblutes des Herzmuskels hindurchfließen.

Klarheit in diese Frage kam erst durch den sowjetischen Forscher N. S. MECHANIK. In seiner im Jahre 1941 veröffentlichten Arbeit ging er an die Untersuchung der Herzvenen vom genetischen Standpunkt heran. Der Autor stellte drei Systeme von Herzvenen auf: 1. Venen, die in das venöse Hauptsammelbecken des Herzens (den Sinus venosus) münden; 2. intramurale Venen erster Ordnung, die in den rechten Vorhof fließen und weit mit epikardialen Venen anastomosieren; 3. intramurale Venen zweiter Ordnung (Vv. Thebesii), die aus den vorigen hervorgehen, d. h. mikroskopische Venen, die in die Herzhöhlen fließen (durch sie fließen insgesamt 14% des venösen Herzblutes).

B. W. OGNEW fand, daß im Septum interventriculare außer zahlreichen Venenstämmen zwei mächtige „Venenbündel“ vorhanden sind; sie bilden sich in den vorderen oberen und hinteren oberen Abschnitten des Septums an der Grenze zu den Vorhöfen. Es handelt sich hier um venöse Hauptsammelbecken, zu denen das Blut aus dem Septum und den Schenkeln des Hisschen Bündels fließt.

Im Jahre 1882 veröffentlichte NACHALICHIN eine Arbeit über das lymphatische System des Herzmuskels. Den Autor interessierten die Ursachen der unermüdlichen Herzarbeit. Er sah diese Ursachen in dem besonders leichten Zustrom von Nährstoffen zu den Zellen des Herzmuskels und im unbehinderten Abfluß der verbrauchten Stoffe. Er goß eine zusammengesetzte Flüssigkeit in die interstitiellen Räume und kam zu dem Schluß, daß sich die Lymphe in den perimuskulären und perivascularären Räumen verbreitet; sobald die Diastole eintritt, wird die Lymphe in die lymphatischen Räume filtriert, im Moment der Systole aber wird sie ausgepreßt (wie aus einem Schwamm).

I. DOGEL untersuchte die Abflußwege der Lymphe aus dem Herzen. Er gibt an, daß aus der rechten Herzhälfte die Lymphstämmchen durch die Lymphknötchen zur Aorta herangehen, dann weiter unter dem Aortenbogen zur Trachea und zum Ductus lymphaticus dexter verlaufen. Aus der linken Herzhälfte ziehen sie zur Teilungsstelle der Lungenarterie, zum Aortenbogen, zu den Lymphknoten und zum Ductus thoracicus.

In der Weltliteratur fehlen Angaben über die feinste Blutversorgung eines der wichtigsten Herzabschnitte, nämlich des Reizleitungssystems, welches das Herz in unermüdlichem Automatismus während des ganzen Lebens steuert. Dieser Umstand veranlaßte B. W. OGNEW, die Blutversorgung des Hisschen Bündels mit der von ihm ausgearbeiteten Untersuchungsmethode des Gefäßfeinstbaues aller Organe und Systeme zu studieren.

Was das Studium der Vasa vasorum und besonders der Gefäße dritter Ordnung des Blutkreislaufs betrifft, so ist zu sagen, daß bereits W. COWPER in seinem Buch „The anatomy of the human body“, das im Jahre 1698 gedruckt wurde, zwei Zeichnungen wiedergibt, die eine Venen- und Arterienwand darstellen. Bei der ersten Abbildung handelt es sich um Gefäße, die in der Venenwand unter dem Mikroskop zu sehen sind. Auf der zweiten Abbildung ist die

äußere Arterienwand mit einem gut erkennbaren Gefäß- und Nervennetz zu sehen. F. RUYSCHE druckt in seinem, aus dem Jahre 1704 stammenden Buche „Thesaurus anatomicus“ zwei Zeichnungen ab, auf denen die Vorder- und Hinterflächen des Herzens zu sehen sind. Auf den Zeichnungen sind die arteriellen und venösen Herzgefäße sowie die Vasa vasorum der Aorta und der Lungenarterie gut wiedergegeben. Nach den Angaben von A. I. GOLOWINSKI gibt RUYSCHE in seinem, im Jahre 1695 (nach N. F. JANOWSKAJA im Jahre 1743) gedruckten Werke „Epistulae anatomicae“ bei der Beschreibung der Herzgefäße an, daß die Aorta ascendens von Gefäßen ernährt wird, die entweder aus den Kranzarterien oder aus der Aorta selbst stammen.

REYMAN gibt bei der Beschreibung der Herzgefäße (1737) an, daß der erste Ast der A. coronaria dextra, der aus einer deutlich erkennbaren Öffnung in der Arterienwand entspringt, in die Aortenwand eindringt und ihrem Verlauf in der Tunica muscularis und Tunica interna folgt. Sollte dieser Ast fehlen, so übernimmt ein zweiter Ast seine Aufgaben. Dieser verläuft zum Anfang der A. pulmonalis, verzweigt sich gabelförmig und geht dann auf die Aorta über. Die A. coronaria sinistra gibt zwei Ästchen ab, von denen das eine zur Aorta zieht, während das kleinere zweite Ästchen zur Lungenarterie geht.

HAHN (1739) gibt an, daß bereits LANCISIUS bei der Beschreibung der Tunica reticularis der Gefäßwand bemerkte, daß in dieser ein Geflecht sehr feiner Blutgefäße und Nerven enthalten ist. DOUGLAS wiederum glaubte, daß die Vasa vasorum in gesonderten, unterschiedlichen Falten der Zellmembran eingeschlossen sind, solange die Präparate frisch sind.

In bezug auf die Frage, wie die Gefäßwand gebaut ist, bemerkt HAHN daß man erst nach Entfernung des Wachsgewebes (worunter er offenbar das perivasculäre Zellgewebe verstand) die Gefäße durch die Tunica externa hindurchschimmern sehen kann. Er unterschied in der Gefäßwand sowohl arterielle wie auch venöse Gefäßchen. Es gelang ihm jedoch nicht, deren Lage zu bestimmen, weder durch Präparieren noch unter dem Mikroskop.

Interessant ist die Erklärung für die Entstehung der Gefäßsklerose, die REINHOLD im Jahre 1740 gab. In seinem Werk „Observatio de arteria coronaria cordis instar ossis indurata“ schreibt er, daß sich die Gefäße der Aortenwand allmählich verengen und dadurch den Zufluß der in ihnen befindlichen Flüssigkeit verringern. Schließlich oblitieren die Gefäße, die die Aortenwand ernähren, sämtliche Gefäßschichten flachen sich stark ab und werden knochenhart.

SCHAARSCHMIDT schrieb im Jahre 1749, daß die Gefäßwand aus vier Schichten besteht. Die erste heißt Tunica vasculosa, weil sie aus Netzen arterieller und venöser Gefäße besteht, die aus benachbarten Arterien stammen. In der zweiten Schicht, die bereits WILLIS Tunica glandulosa nannte, verlaufen ebenfalls Blutgefäße, nämlich Arteriolen, und feine Lymphgefäße. Was die Quellen für die Ernährung der Aortenwand anbetrifft, so bemerkt SCHAAR-

SCHMIDT, daß die arteriellen Gefäße für die Tunica vasculosa der Aorta aus den Coronargefäßen stammen und das der Arcus aortae von der A. mammaria interna ernährt wird.

Daß Vasa vasorum in der Gefäßwand vorhanden sind, erwähnt auch HEISTER (1757).

Eingehender beschreibt HALLER die Vasa vasorum. In seinem Werk „Elementa physiologiae corporis humani“, das im Jahre 1757 veröffentlicht wurde, gibt er an, daß die Arterien ihrerseits kleine Arterien, Venen und Nerven besitzen. Er gibt einen kurzen historischen Überblick über diese Frage, wobei er an die Verdienste von WILLIS erinnert, der die kleinen, der Ernährung der Tunica vasculosa und glandulosa dienenden Arterien in der Arterienwand selbst beschrieb. Nach WILLIS schrieb hierüber VIEUSSENS, aber sorgfältige und genaue Zeichnungen der Vasa vasorum gab erst RUYSCH.

Bei der Beschreibung der Aortenwandgefäße behauptet HALLER, daß sie aus verschiedenen Quellen entspringen. Viele dieser Gefäße, die sich in Herznähe befinden, kommen aus der A. coronaria dextra und sinistra und bilden untereinander vielfache Geflechte. Häufig jedoch handelt es sich bei diesen Aortenwandgefäßen um besondere Ramuli, die unweit vom Ostium der A. coronaria dextra entspringen. Diesen zusätzlichen Ramulus nennt HALLER A. coronaria tertia, VIEUSSENS dagegen A. adiposa. HALLER konnte eine derartige Arteriole nahe bei der A. coronaria sinistra sehen. Ein Teil der Aorta empfängt Äste von verschiedenen kleinen Arterien, die aus den Aa. bronchales, mammaria interna, subclaviae, oesophagica, diaphragmatica, spermatica interna und ferner von der Aorta selbst und anderen Arterien in ihrer Nachbarschaft entspringen. Die A. pulmonalis ernährt Gefäße aus den Aa. coronariae und bronchales, die miteinander anastomosieren. Die Gefäße mit einem kleineren Durchmesser werden von Arterien ernährt, die entweder aus ihnen selbst entspringen oder aus benachbarten kleinen Arterien. Außer diesem Netz von Arteriolen in der Aortenwand beobachtete HALLER auch ein venöses Netz. Hierüber schreibt er, daß die Venen den Arteriolen ähneln, weil sie Blut von den Arterien fortführen; aus den Venulae der Aorta fließt das Blut in die oberen Intercostal- und Oesophagusvenen; das Venennetz ist mehr ausgebildet als das der Arteriolen. Hinsichtlich der Vasa vasorum bemerkt HALLER, daß ihre Verzweigung in der Gefäßwand beim Fetus und bei jüngeren Personen ohne Injektion einer gefärbten Flüssigkeit sichtbar ist. Sie bilden ein deutliches Netz in der Wand der Aorta und A. pulmonalis. Bei Erwachsenen und Greisen kann man dieses Netz jedoch nur nach Injektionen sehen.

MAYER (1777) und PLENK (1796) trugen nichts Neues dazu bei, um die Frage zu klären, wie die Gefäßwand ernährt wird, und bestätigten nur die Angaben früherer Autoren hinsichtlich der Existenz von Vasa vasorum in der Gefäßwand.

WALTER (1789) bestätigt ebenfalls, was frühere Autoren über die Existenz von Vasa vasorum in der Gefäßwand berichteten, er weist aber auch noch auf