

(Aus dem Institut für allgemeine und experimentelle Pathologie an der Militär-Medizinischen Akademie zu Leningrad. — Vorstand: Professor Dr. N. Anitschkow.)

Durchspülungsversuche mit Trypanblau an überlebenden Aorten.

Von

Dr. M. Glasunow.

Mit 10 Textabbildungen.

(Eingegangen am 26. Februar 1926.)

Schon seit langer Zeit wurde die Ansicht geäußert, daß einige im Blute kreisende Stoffe in die Arterienwand unmittelbar vom Lumen her eindringen können (*Virchow, Aschoff, Ribbert*). Jedoch ist erst in der letzten Zeit die Frage über die Durchlässigkeit der Arterienwand wieder in den Vordergrund gerückt, insbesondere bei den Untersuchungen über das Wesen und die Ursachen der Atherosklerose (*Anitschkow, Petroff, Okuneff*). Die experimentellen Untersuchungen der letzten Zeit haben in vollem Maße erwiesen, daß die Lipoidsubstanzen, welche bei der Atherosklerose die Arterienwandungen durchsetzen, in dieselben unmittelbar aus der Gefäßlichtung eindringen.

Von den Letztgenannten wurden auch zahlreiche Beobachtungen über die Durchgängigkeit der Arterienwandungen für die ins Blut eingeführten Stoffe mit Hilfe der kolloiden Vitalfarbstoffe angestellt. Schon lange ist bemerkt worden, daß die Ablagerungsstellen einiger kolloidaler Vitalfarbstoffe im Organismus einerseits und des Cholesterins bzw. seiner Ester und Gemische mit den Lipiden andererseits gewissermaßen die gleichen sind (*Anitschkow*). Als solche Stellen erweisen sich die Zellen des sog. reticulo-endothelialen Apparats. Ungelöst blieb nun die Frage über das Vermögen der erwähnten Farbstoffe, sich auch in den Arterienwandungen anzureichern — ein Prozeß, der für die Lipoidsubstanzen charakteristisch ist.

Petroff hat als erster systematische Untersuchungen angestellt über das Vermögen einiger Kolloidfarbstoffe, in die Arterienwand einzudringen. Die mikroskopische Untersuchung der vital gefärbten Gefäße hat gezeigt, daß das Eindringen der Farbstoffe in ihre Wandung z. T. unmittelbar aus dem Gefäßlumen vor sich geht. In derselben Arbeit betonte *Petroff* die Bedeutung der Schädigungen der Gefäßwand, indem er zeigte, daß die Reizung mit NaCl und AgNO₃ ein gesteigertes Färbungsvermögen resp. eine gesteigerte Durchgängigkeit der Gefäß-

wandung an der Reizstelle hervorruft. *Petroff* gelang es aber in allen seinen Versuchen nur eine diffuse Färbung der Arterienwandungen zu erzielen, während die Lipoides sich bekanntlich fleckförmig an typischen Stellen ablagern. Freilich hat schon *Petroff* gezeigt, daß die Teilungsstellen der Arterien am Frosch- und Rattengekröse sich früher und stärker färben als die übrigen Stellen ihrer Wandungen. In der letzten Zeit hat *Okuneff* bei der Einführung des Farbstoffes Trypanblau durch verschiedene Bahnen (subcutan, intravenös, per os und in die Darmschlinge) eine typische fleckförmige Färbung der Arterienwandungen erhalten mit einer Fleckverteilung, welche der Lokalisation der Lipoidflecke ähnlich ist, wie man letztere z. B. bei der experimentellen Cholesterinatherosklerose am Kaninchen erhält (*Anitschkow*) oder in der Aorta bei Kindern beobachtet (*Zinserling, Kube*).

Für das Ziel der vorliegenden Arbeit ist besonders wichtig die Lokalisation der Lipoidflecke, welche sich im absteigenden Teil der Brust- und in der Bauch- aorta bilden. Hier beobachtet man am experimentellen Material eine Ablagerung der Lipoides unter den Abgangsstellen der Seitenzweige der Aorta, z. B. der Aa. intercostales, in Form von bogen- oder flügelförmigen Figuren, ebenso wie in Form von Flecken und Streifen, welche in der Längsrichtung zwischen den Öffnungen der Aa. intercostales hinziehen (*Saltykow, Anitschkow*).

Die Versuche von *Okuneff* mit Trypanblau ergaben eine so typische Verteilung der Farbstoffflecke in der Aortenwand, daß Verf. sich für berechtigt hält, den Schluß zu ziehen, daß „in topographischer Hinsicht kein wesentlicher Unterschied zwischen der Lipoidablagerung in Versuchen mit experimenteller Atherosklerose von *Anitschkow* und Trypanblauimbibition in seinen Versuchen besteht“. Es ist aber notwendig, den Umstand hervorzuheben, daß es *Okuneff* gelungen ist eine typische Lokalisation der Trypanblauflecke nur bei Katze und Hund zu erzielen, während die Aorten des Kaninchens, des Meerschweinchens, der Ratte und der Maus sich ausschließlich diffus färbten oder gänzlich ungefärbt blieben.

An die Frage nach der Färbung der Arterienwandung bin ich etwas anders getreten, indem ich die Methode der Durchspülung der überlebenden Aorta anwendete, da diese Methode erlaubt, die Bedingungen des Übertretens verschiedener Substanzen in die Wandung der Gefäße in bequemerer und leichter kontrollierbarer Form zu untersuchen.

Die Durchspülung der Aorta mit Tuschesuspension ist bereits von *Ribbert* angewandt worden. Es gelang ihm, das Eindringen der Tuscheteilchen in die Intima zu beobachten, doch waren seine Versuche nicht überzeugend, da er so große Schwankungen des Druckes der Spülflüssigkeit zur Anwendung brachte, daß in der Regel Risse der Intima entstanden, durch welche das Eindringen der Tusche in die Aortenwand geschah. In seiner Arbeit über die Vitalfärbung der Gefäßwandungen erwähnt *Petroff* auch die von ihm angestellten Versuche mit Durchspülung von Rattenaorten mit Lösungen von Trypanblau (1 : 2000) und Lithioncarmin (1 : 4000). Die von ihm beobachtete Färbung der Gefäßwandungen war aber von durchweg diffusum Charakter.

Methodik eigener Untersuchungen.

Die Versuche stellte ich an Ratten, Meerschweinchen und Kaninchen an. Dem chloroformierten Tier eröffnete man schnell die Bauch- und Brusthöhle und führte die zuführende Kanüle durch die linke Herzkammer in die Aorta ascendens ein, die abführende wurde gleich über der Bifurkation in die Aorta abdominalis eingebunden. Als Spülflüssigkeit diente mir eine mit O₂ gesättigte

Trypanblaulösung in Ringer-Lockescher Flüssigkeit, in der Konzentration von 1 : 20 000, die unter einem Drucke von 75 cm Wassersäule für Kaninchen, 50 für Meerschweinchen und 40 cm für Ratten durchgeleitet wurde. Die Temperatur der Spülflüssigkeit betrug 37—40°, die Spüldauer war von 5 Minuten bis zu 1 Stunde. Gleich nach der Durchspülung wurde die Aorta abpräpariert und an der vorderen Oberfläche eröffnet. Die Besichtigung der Aorta geschah sowohl mit unbewaffnetem Auge als auch mit der Lupe. Für die weitere Untersuchung fixierte ich die ganze Aorta in 10proz. Formol. Die Gesamtzahl der auf diese Weise durchspülten Tiere war 30: 23 Ratten, 5 Meerschweinchen und 2 Kaninchen.

Im weiteren werde ich die Protokolle der einzelnen Versuche nicht anführen, da die Ergebnisse an allen Tieren so ähnlich waren, daß es möglich ist, eine allgemeine Beschreibung der makro- und mikroskopischen Bilder zu geben, hauptsächlich auf Grund der Beobachtungen an Ratten. Die Bilder der Aorten der Meerschweinchen und Kaninchen werde ich einzeln besprechen, soweit sie irgendwelche Eigentümlichkeiten darstellten.

Ergebnisse eigener Untersuchungen.

In allen Versuchen gelang es mir, folgende Tatsache zu vermerken: Unter den oben beschriebenen Versuchsbedingungen färbte sich niemals die Aortenwand überall in gleichmäßiger Stärke. Schon nach kurzdauernder Durchspülung der Aorta mit der Farbstofflösung konnte man Stellen bemerken, welche sich früher und stärker als die anderen färbten und im weiteren am stärksten gefärbt blieben. Im weiteren werde ich nur die Farbbilder der Brust- und Bauchaorta mit Trypanblau berücksichtigen, da die Ergebnisse der Färbung des Arcus aortae bzw. der Aorta ascendens von der Lage der Kanüle und der Tiefe ihrer Einführung in die Aorta abhängig waren.

Am frühesten (Versuchsdauer von 5 und 10 Min. an Ratten und 20 Min. an Kaninchen) färbten sich in meinen Versuchen die Abgangsstellen der Brust- und Baucharterien, und zwar in der Weise, daß die Farbstoffdurchtränkung stets unterhalb ihrer Abgangsstelle begann. Hier zeigten die Farbstoffflecke die Form eines Halbmondes, der mit seiner Konvexität nach unten gerichtet war (Abb. 1). Diese halbmondförmige Figur bestand unter der Lupe betrachtet aus dicht aneinander liegenden Fleckchen von blauer Farbe. In der Mehrzahl der Fälle war außerdem eine schwache blaue Sprenkelung auch der übrigen Aortenoberfläche hauptsächlich zwischen und unter den Abgangsstellen der Aa. intercostales zu beobachten. Bei längerer Spüldauer (bis 20—40 Min. sowie bis zu 1 Stunde) änderte sich das Bild nur hinsichtlich der Menge der blauen Fleckchen. Im Versuche von 20 Min. Dauer (Abb. 2 und 3) ist die Intima schon mit zahlreichen Fleckchen übersät, welche stellenweise in große Gruppen und Längslinien zusammenfließen. Im Versuch von 40 Min. Dauer (Abb. 4) verstärkt sich die Sprenkelung noch mehr, angefangen von 1 Stunde haben wir bei der Ratte schon eine starke diffuse Blaufärbung der ganzen inneren Oberfläche der Aorta. Man muß aber bemerken, daß bis zu einer gewissen Spüldauer die Färbung

immer stärker auf der hinteren Aortenwand als auf der vorderen ausgeprägt war. Auch bei der stark ausgeprägten diffusen Färbung der ganzen Intima bleibt doch die Färbung der Abgangsstellen der Arterien stets stärker als die der übrigen Aortenoberfläche. Dabei verwandeln sich die blauen halbmondförmigen Flecke unter den Gefäßabgangsstellen in kreisförmige Figuren, von deren unterer Peripherie nach beiden Seiten gleichsam Flügel entspringen. Diese blaugefärbten Flügel oder unverschlossenen Dreiecke unmittelbar unter der Abgangsstelle der Arterien waren besonders deutlich in der Bauchaorta des Kaninchens

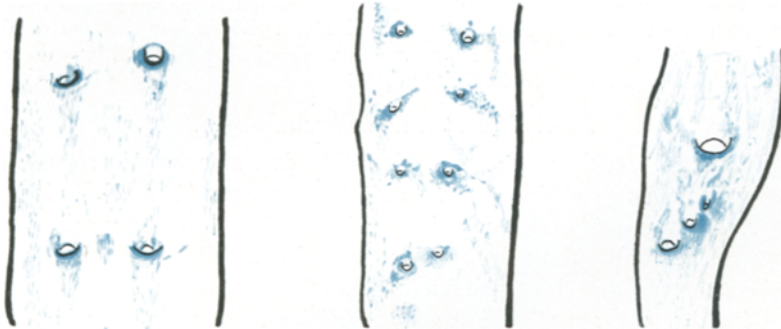


Abb. 1.

Abb. 2.

Abb. 3.

Sämtliche Abbildungen stellen halbschematische Abbildungen der verschiedenen Abschnitte der mit Trypanblau durchspülten Aorten bei Lupenvergrößerung dar. Die Lage und Form der Trypanblauflecke ist möglichst genau wiedergegeben.

Abb. 1. Partie der Brustaorta eines Kaninchens nach 30 Min. Durchspülung mit Trypanblaulösung. Typische halbmondförmige Flecke unterhalb der Abgangsstellen der Intercostalarterien. Zahlreiche blaue Fleckchen und Streifen zwischen den benachbarten Arterienpaaren, welche das Aussehen einer blauen Sprengelung der Aortenwand verursachen.

Abb. 2. Ratte. Partie der Brustaorta nach 20 Min. Durchspülung mit Trypanblaulösung. Blaugefärbte Ringe um die Abgangsstellen der Intercostalarterien mit beginnenden „Flügelbildung“.

Abb. 3. Partie der Bauchaorta von derselben Ratte wie auf Abb. 2. Blaue Flecke unterhalb der Abgangsstellen der Arterien und Sprengelung an der inneren Oberfläche der Aorta.

wahrnehmbar, indem sie hier schon in den frühesten Stadien der Durchspülung auftraten (Abb. 5).

Die fleckförmige Färbung der Intima außerhalb der Abgangsstellen der Seitenzweige tritt nicht überall gleich rasch ein. Vor allem treten Fleckchen an der hinteren Oberfläche der Aorta auf, und zwar in den Zwischenräumen zwischen den Abgangsstellen der Aa. intercostales, unter den gefärbten Halbmonden, welche von unten die Mündungen der entspringenden Arterien umsäumen, oder etwas nach außen von ihnen. Im weiteren fließen diese Fleckchen in Längslinien zusammen. Besonders gut ist die Linienform der Flecke an den Aorten der Ratten und Meerschweinchen ausgeprägt, wo diese Linien so ständig sind, daß man sie sogar für charakteristisch halten darf (Abb. 6, vgl. auch Abb. 4).

Wie aus der Abb. 6 ersichtlich, lagern sie sich gewöhnlich in der Form zweier paralleler Streifen in der unmittelbaren Nähe der Abgangsstellen der Aa. intercostales. Die Gesamtlänge dieser Linien ist großen Schwankungen unterworfen — in gut ausgeprägten Fällen beginnen sie im Anfangsteile der Pars descendens aortae und setzen sich bis zum Ende der Brustaorta fort. In den früheren Stadien sind sie bisweilen doppelt konturiert, in den weiteren einzeln und stark umrissen. Wenn man die Aorta in situ eröffnet, so sieht man, daß diese Linien den Rändern der Anheftung der lockeren Fettzellgewebeschicht entsprechen, die an der Wirbelsäule liegt, sowie der Stelle, an welcher die Pleura der Aorta am nächsten liegt.

Bei der mikroskopischen Untersuchung der Aortenwand an der Stelle der beschriebenen „Linien“ konnte

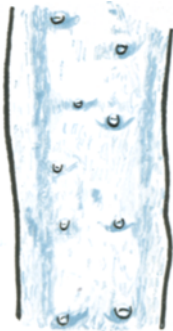


Abb. 4.



Abb. 5.



Abb. 6.

Abb. 4. Partie der Brustaorta einer Ratte nach 40 Min. Durchspülung mit Trypanblaulösung. Blaue Ringe mit flügel förmigen Vorsprüngen unterhalb der Mündungen der Intercostalarterien. Stark ausgeprägte Sprenkelung der Aortenoberfläche und Bildung von 2 Längsstreifen, die aus zahlreichen länglichen Streifchen bestehen.

Abb. 5. Partie der Bauchaorta eines Kaninchens nach 30 Min. Durchspülung mit Trypanblaulösung. Flügel förmige Figuren unter den Abgangsstellen der Bauchartern sowie zahlreiche kleinere Fleckchen.

Abb. 6. Gesamtbild der Aorta einer Ratte nach 40 Min. Durchspülung mit Trypanblaulösung. Erklärung siehe im Text.

ich keine besonderen Strukturen nachweisen im Vergleiche mit den benachbarten Abschnitten. Das Auftreten der Linien hing hier ausschließlich von der stärkeren Färbung der elastischen Häute ab. Ebenso war auch die Färbung der Wandung unter der Abgangsstelle der Seitenäste durch die stärkere Färbung der elastischen Häute bedingt, wovon ich mich mehrmals bei der mikroskopischen Untersuchung der mit Trypanblau durchspülten Aorten überzeugen konnte.

Eine Streifung von einem ganz anderen Charakter beobachtet man neben der oben beschriebenen an Meerschweinenaorten. Beim Betrachten der inneren Oberfläche mit dem unbewaffneten Auge oder noch

besser mit der Lupe und unter schwacher Vergrößerung des Mikroskops sieht man hier deutlich zahlreiche, einander parallel verlaufende doppelt konturierte Längsstreifen von ungefähr gleicher Breite. Deutlicher sind sie in dem Bauchteil, schwächer in der Brustaorta ausgeprägt. Sehr schön treten in diesen Fällen die Abgangsstellen der Seitengefäße in Form eines Fächers oder eines gewellten Trichters hervor (Abb. 7). Das Auftreten der Streifen dieser Art hängt ausschließlich von der starken Zusammenziehung der Aortenwand ab, da bei ihrer Ausdehnung in der Querrichtung die Streifen verschwinden. Bei der Untersuchung der Querschnitte aus der Wandung dieser Aorten unter dem Mikroskop sieht man gleichfalls, daß die *Elastica interna* hier in große gleichmäßige Falten zusammengelegt ist. Die Erklärung dieser Tatsache sehe ich in dem

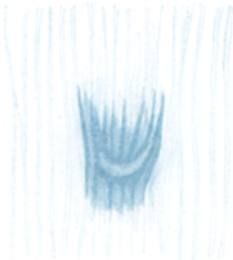


Abb. 7. Mündungsstelle einer Intercoastalarterie der mit Trypanblaulösung durchspülten Meerschweinchenaorta unter stärkerer Lupenvergrößerung. Die mit Trypanblau gefärbte halbmondörmige doppelt konturierte Figur unterhalb der Mündungsstelle der Intercoastalarterie sowie die blauen Längsstreifen sind deutlich zu erkennen.

Reichtum der Aortenwand des Meerschweinchens an glatter Muskulatur, welche bei ihrer Zusammenziehung die beschriebene Erscheinung hervorruft.

In allen übrigen Beziehungen gaben die Meerschweinchenaorten genau ebensolche Bilder wie die Aorten der Ratte und des Kaninchens. An den letzteren gelang es aber keinmal, die beiden oben beschriebenen mit Trypanblau gefärbten Längsstreifen zu beobachten. Der letztere Umstand hängt vielleicht von der verhältnismäßig kurzen Spüldauer der Kaninchenaorten in meinen Versuchen ab. Im allgemeinen ist zu vermerken, daß, je dünner die Aorta, desto schneller sie gefärbt wird, so daß man bei Durchspülung typische Bilder an den Rattenaorten schon nach 10 Min., an Meerschweinchen nur nach 20 Min. und beim Kaninchen erst nach der 30. bis 40. Min. erhält.

Die Abweichungen von den oben beschriebenen Bildern an den durchspülten Aorten, die ich in einzelnen Fällen beobachtete, waren unbedeutend und betrafen fast ausschließlich die Länge und die Ausprägung der beiden Längslinien in den Aorten der Ratten und Meerschweinchen. Diese Linien waren in einigen Fällen selbst bei langdauernder Durchspülung (20—30 Min. bei der Ratte) nur sehr schwach ausgeprägt.

Wie man aus der obigen Darstellung ersieht, waren in meinen Durchspülungsversuchen die Bilder der Trypanblaudurchtränkung der Aortenwand verschiedener Tiere sehr regelmäßig und zeigten folgende charakteristische Züge:

1. Die Farbstoffdurchtränkung ist immer fleckförmig und tritt an gewissen typischen Stellen hervor, die sich immer am frühesten und stärksten färben.

2. Als solche Stellen erweisen sich in der absteigenden Aorta:

a) die Teile gleich unter den Abgangsstellen der Seitenzweige, welche sich in Form eines Halbmondes bzw. einer exzentrischen Kreisfigur sowie in Form von Flügeln färben.

b) Die Abschnitte zwischen den Abgangsstellen der Aa. intercostales, in welchen die Farbstoffimbibition in Form von Pünktchen und Fleckchen hervortritt, die sich später in Längslinien umwandeln.

3. In der Bauchaorta findet man ebensolche Bilder an den Abgangsstellen der Seitenzweige mit dem Unterschiede, daß hier gewöhnlich die Streifung und die Sprenkelung der übrigen Intima etwas stärker ausgeprägt ist als in der Brustaorta.

Über das Bild der Farbstoffdurchtränkung des Anfangsteils der Aorta und des Arcus kann ich nur auf Grund eines einzigen einwandfreien Versuchs urteilen, in welchem die Kanüle in die linke Herzkammer eingeführt und unter den Aortenklappen eingebunden war. In diesem Fall zeigte die Färbung des Anfangsteils der Aorta mit Trypanblau folgende Besonderheiten: Man konnte vor allem eine ununterbrochene Reihe gefärbter Punkte unmittelbar über dem Rand der Sinusse ohne Färbung der Sinusränder selbst vermerken. Dann war in der A. ascendens ein blaues Fleckchen von dreieckiger Form zu sehen, dessen Basis zwischen der rechten und mittleren Klappe lag, und dessen Spitze sich ziemlich weit in die Aorta descendens fortsetzte. Außerdem war in demselben Versuch eine bogenförmige Linie über dem linken Ansatzwinkel der linken Klappe zu bemerken, welche in die Pars ascendens emporstieg und dort allmählich verschwand.

Vergleichen wir die Bilder der Trypanblauflecken, welche ich bei der Durchspülung der Aorta mit dieser Farbe erhielt, mit den Bildern der Lipoidablagerung in der Aorta (*Anitschkow, Zinserling*), so können wir für die Brust- und Bauchaorta in beiden Fällen eine weitgehende Übereinstimmung feststellen. Besonders überzeugend war in dieser Beziehung ein Versuch mit der Durchspülung der Kaninchenaorta, wo die Analogie zwischen der Topographie der Lipoidablagerung und den Stellen der Imbibition der Wandung mit Trypanblau außerordentlich deutlich hervortrat (Abb. 8).

Aus meinen Versuchen leuchtet ein, daß die Bedeutung der Blutdruckschwankungen (Pulsweite, Atembewegungen, Kontraktion der Arterienwandungen) für das Eindringen des Farbstoffs in die Arterienwand nicht ausschlaggebend ist, da in meinen Versuchen das Eindringen des Farbstoffs in die Aortenwand beim Fehlen aller dieser Einflüsse zustande kam. Doch ist es wohl möglich, daß unter pathologischen Bedingungen diesen Einflüssen eine größere Rolle zukommt.



Abb. 8. Gesamtbild der Brust- und Bauchaorta eines Kaninchens nach 30 Minuten Durchspülung mit Trypanblaulösung.



Abb. 9. Partie der Brustaorta einer Ratte nach Abglühen mit Glüheisen und nachträglicher Durchspülung mit Trypanblaulösung (10 Min.). Bildung von diffusen Blauflecken entsprechend den geschädigten Stellen der Aortenwand.



Abb. 10. Partie der Brustaorta einer Ratte nach $\frac{1}{2}$ Min. Abklemmung mit einer Pinzette mit nachträglicher Durchspülung mit Trypanblaulösung (10 Minut.). An der geschädigten Stelle sieht man blaue Linienflecke, welche den Zacken der Pinzette genau entsprechen.

Die Versuche in der von mir angewandten Anordnung bestätigen das Vorhandensein des Imbibitionsprozesses der Arterienwandungen durch die in ihrem Lumen umlaufenden Stoffe und betonen gleichzeitig die Bedeutung der mechanischen Faktoren. Die letzteren spielen wohl eine bedeutende Rolle in der Durchtränkung der Abschnitte, welche distal von den Abgangsstellen der Arterien liegen (vgl. die Angaben von *Ranke* über die Lipoidablagerung in der Aortawand). Es ist jedoch möglich, daß in dieser Beziehung auch die Lage der abführenden Lymphwege in der Aortenwand von Bedeutung ist, deren genauer Verlauf aber bis zur Zeit ausführlich noch nicht erforscht ist.

Da ich irgendwie die Einflüsse klarzustellen versuchte, welche die Farbstoffablagerung in den Aortawandungen begünstigen, wandte ich in einigen Versuchen die thermische Reizung in Form einer sehr kurzen Kauterisation der Aortenwand von außen und die mechanische in Form eines kurzdauernden (30 Sek.) Zusammendrückens der Aorta mit einer Klemme an. Trotz der kurzdauernden Einwirkung traten die Stellen, an welchen diese Reizungen angewandt waren, durch stärkere Färbung hervor (Abb. 9 und 10). Mir ist es nicht gelungen, irgendwelche gröbere histologische Veränderungen an den auf diese Weise gereizten Stellen der Aortenwand festzustellen, wenigstens in ihren inneren Schichten. Allem Anscheine nach fanden in der Aortenwand eher physikalisch-chemische Veränderungen statt, die eben diese gesteigerte Durchlässigkeit der Wandung für den Farbstoff an den Stellen der Reizanwendung bedingt hatten.

Somit bestätigen meine Versuche in vollem Maße die Ansicht, welche das Eindringen der Lipide, der Farbstoffe und anderer Stoffe aus dem Blute in die Gefäßwandungen als eine Folge der Wanddurchlässigkeit betrachtet, die wohl mit ihrer Ernährung verbunden ist und stets auch unter normalen Bedingungen stattfindet. Die gesteigerte Ablagerung der erwähnten Substanzen kann durch physikalisch-chemische Veränderungen der Wandung bedingt sein, welche ihre gesteigerte Durchlässigkeit hervorrufen und vielleicht auch das Zurückhalten der in sie eingedrungenen Stoffe bedingen. Auf Grund der ange-

führten Angaben entsteht nun die Frage nach der Durchlässigkeit der Arterienwand auch für andere Stoffe bzw. nach den Permeabilitätsänderungen derselben unter verschiedenen Bedingungen. Eine Reihe der Eigentümlichkeiten in den Durchtränkungsbildern der Aortenwand durch andere Farbstoffe, welche die gestellte Frage veranschaulichen, ist schon von mir vermerkt worden. Sie erfordern aber noch weitere Untersuchungen, z. B. vom Standpunkte des Diffusionsvermögens der Farbstoffe und ihrer anderen Eigenschaften.

Literaturverzeichnis.

- ¹⁾ *Anitschkow, N.*, Beitr. z. pathol. Anat. u. z. allg. Pathol. **59**, 306. 1914. — ²⁾ *Anitschkow, N.*, Med. Klinik 1914. — ³⁾ *Anitschkow, N.*, Verhandl. der Fest Sitzungen russ. Pathol. zur Feier des 100jähr. Geburtstages Virchows 1921, S. 46. — ⁴⁾ *Anitschkow, N.*, Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. **249**, 73. 1924. — ⁵⁾ *Anitschkow, N.*, Verhandl. d. Dtsch. pathol. Ges. **20**, 149. 1925. — ⁶⁾ *Aschoff, L.*, Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. **235**. 1921. — ⁷⁾ *Aschoff, L.*, Vorträge über Pathologie. Jena: G. Fischer 1925. — ⁸⁾ *Kube*, Vortrag, gehalten auf der 2. allruss. Pathologentagung, Moskau 1925. — ⁹⁾ *Okuneff*, Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. **259**, 685. 1926. — ¹⁰⁾ *Petroff, J. R.*, Beitr. z. pathol. Anat. u. z. allg. Pathol. **71**, 115. 1922. — ¹¹⁾ *Ribbert*, Verhandl. d. Dtsch. pathol. Ges. **8**, 168. 1905. — ¹²⁾ *Ranke*, Beitr. z. pathol. Anat. u. z. allg. Pathol. **71**, 78. 1922. — ¹³⁾ *Saltykow*, Beitr. z. pathol. Anat. u. z. allg. Pathol. **43**, 124. 1908. — ¹⁴⁾ *Virchow*, Ges. Abhandl. S. 497—500. — ¹⁵⁾ *Zinserling*, Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. **255**, 677. 1925.