

(Aus dem Pathologischen Institut der Universität Berlin. — Direktor: Geheimrat  
Prof. Dr. *Lubarsch*.)

## Einfluß der Nerven auf das Wachstum der Arterien.

Von

Dr. **Tahei Sato** (Japan).

Mit 5 Textabbildungen.

(Eingegangen am 1. August 1924.)

### *Einleitung.*

In der Literatur findet man zwei Ansichten über die Beziehungen zwischen Nervenschädigungen und Gefäßerkrankungen vertreten. Eine Reihe von Forschern, wie *Lewatscheff*, *Fränkel*, *Martin*, *Giovanni*, *Vulpian*, *Lapinsky* usw., gelangten zu dem Schluß, daß vom Nerven aus Veränderungen an den Gefäßen gesetzt werden können. So hat *Lewatscheff*, welcher an Hunden arbeitete, eine Reizung des Nerven *ischiadicus* in der Weise ausgeführt, daß er einem mit Säure getränkten Seidenfaden durch den Nerven zog. Im Anschluß hieran beobachtete er Degenerationserscheinungen an den Gefäßen des Ausstrahlungsgebietes. Die Versuche der übrigen Untersucher betrafen meist das Kaninchen, auch hier wurde der Nervus *ischiadicus* vorzugsweise untersucht. So will *Fränkel* als Folge der Durchschneidung des Nerven Wandverdickung der Arterien und der Venen gefunden haben, die durch eine Hypertrophie der Media bedingt waren. Dieser Forscher hebt die Analogien zwischen seinen Versuchen und der bei Nervenkrankheiten mit trophischen Störungen festzustellenden Angiosklerose hervor. *Vulpian* konnte ebenfalls Hyperplasien der kleinen Arterien nach *Ischiadicus*-Durchschneidung feststellen, wobei er allerdings die Wandverdickungen auf eine Hypertrophie der Adventitia bezieht. Im Gegensatz hierzu gibt *Lapinsky* an, nach der *Ischiadicus*-Durchschneidung Hypotonie, Atrophie der Media und Degeneration der größeren Gefäße beobachtet zu haben; nach Durchschneidung des *Halssympathicus* fand er sogar Endo- oder Mesoarteriitis in kleineren Gefäßen oder Capillaren. Ähnliche Ergebnisse erzielte *Martin* bei Tauben und *Giovanni* hat sogar bei Hunden nach Eingriffen am Grenzstrang atheromatöse Degeneration des Aortenbogens angegeben. Diesen Angaben gegenüber betont *Schnell*, daß zwischen einer Nervenschädigung und einer Gefäßerkrankung ein ursächlicher Zusammenhang nicht besteht.

*Czylharz* und *Helbing* schränken diese Behauptung auf Grund ihrer Versuche am Kaninchenischiadicus nur dahingehend ein, daß nur beim Auftreten einer Gangrän die Gefäße der Extremität bestimmte abweichende Befunde erkennen lassen.

Bei ihren sämtlichen Fällen, die frei von Gangrän geblieben waren, bestanden bezüglich der Gefäße dieselben Verhältnisse auf der gelähmten Seite wie auf der Vergleichseite; nur an einem Fall konnten sie auf der gelähmten Seite eine geringe Erweiterung der Gefäßlichtungen feststellen.

Die Ansichten widersprechen sich also sehr; demnach erscheint eine erneute kritische Bearbeitung der Frage angezeigt, da Beziehungen zwischen dem Nervensystem und Gefäßveränderungen von ganz besonderem Interesse für die klinische Medizin von jeher gewesen sind.

Die in der Zwischenzeit erschienene Arbeit von *Lange*, in der ja dem Nervensystem eine sehr bedeutungsvolle Rolle für die Entstehung der Arteriosklerose zugeschrieben wird, konnte ich bei meinen Versuchen nicht mehr berücksichtigen.

Herrn Geheimrat *Lubarsch*, dem ich die Anregung zu dieser Arbeit verdanke, bin ich hierfür sowie für weitere Fingerzeige und Unterstützung äußerst verbunden.

#### *Untersuchungsmethode.*

Es erschien bei einer Neubearbeitung dieser Frage besonders aussichtsreich, als Objekte wachsende Tiere zu verwenden, wobei vorausgesetzt wurde, daß das wachsende Gefäß besonders fein auf Reizungen und Lähmungen der innervierenden Zweige antwortet. Gleichzeitig ist durch die Verwendung junger Tiere eine Fälschung der Versuchsergebnisse durch Alterserscheinungen ausgeschlossen. Es wurden demzufolge möglichst junge Kaninchen und Hunde verwendet. Die Kaninchen wurden 3 Wochen bis 4 Monate nach der Geburt in den Versuch genommen; die Hunde waren in keinem Fall älter als  $\frac{1}{2}$  Jahr (neugeborene Hunde waren mir nicht zugänglich). Im ganzen handelte es sich um 16 Versuchstiere. Die Eingriffe an den Nerven bestanden in Durchschneidungen, Resektionen und Reizungen. Die Reizungen der Nerven erfolgten in einem Versuch mit Jodtinktur (um die Reizung aseptisch zu gestalten). Bei einem anderen Versuch wurde der faradische Strom verwendet und in zwei weiteren Versuchen wurde der Nerv der Gammastrahlung eines Radiumpräparates ausgesetzt.

Um vergleichbare Ergebnisse zu bekommen, mußte dafür gesorgt werden, daß die Gefäße der Versuchstiere bei Abbruch des Versuches vollständig gleichmäßig behandelt wurden. Dazu gehört zunächst, daß die Tötungsart stets die gleiche war. In den Arbeiten der angeführten Forscher ist über die Tötungsart der Tiere nichts angegeben;

es mag deshalb ausdrücklich hervorgehoben werden, daß meine Versuchstiere durch Genickschlag mit unmittelbar anschließendem Entbluten aus beiden Carotiden getötet wurden. Noch während des Entblutens wurden die zur histologischen Untersuchung notwendigen Teile entnommen und lebenswarm in die Fixierungsflüssigkeit (10% Formol) eingelegt. Eine Übersicht über meine 16 Versuche findet sich in der Tabelle I.

Tabelle I.

Tier Nr.	Operation	Beobachtungsdauer	Bemerkungen
Kaninchen 1.	Durchschneidung des linken Ischiadicus	41 Tage	getötet
„ 7.	Durchschneidung des linken Ischiadicus	98 „	„
„ 2.	Resektion des linken Ischiadicus . . .	100 „	„
„ 8.	Resektion des linken Ischiadicus . . .	125 „	„
„ 3.	Durchschneidung d. l. Halssympathicus	2 „	gestorben
„ 4.	Durchschneidung d. l. Halssympathicus	142 „	getötet
„ 5.	Durchschneidung d. l. Halssympathicus	7 „	gestorben
„ 6.	Durchschneidung d. l. Halssympathicus	94 „	getötet
„ 9.	Reizung des linken Ischiadicus . . .	42 „	getötet
„ 10.	Reizung des linken Ischiadicus . . .	21 „	„
Die Reizung erfolgte durch Radiumeinwirkung.			
Hund 1.	Durchschneidung d. l. Ischiadicus . .	14 „	gestorben
„ 2.	Resektion des linken Ischiadicus . . .	1 „	„
„ 3.	Durchschneidung d. l. Halssympathicus	6 „	„
„ 4.	Durchschneidung d. l. Halssympathicus	43 „	„
„ 5.	Reizung des linken Ischiadicus . . .	43 „	„
„ 6.	Reizung des linken Ischiadicus . . .	125 „	(Jodtinktur) getötet (Faradisation)

Die Eingriffe an den Nerven waren folgende: *Durchschneidung des Nervus ischiadicus.*

Die Bloßlegung des Nerven erfolgte in der Weise, daß nur die Haut scharf durchtrennt wurde, die Muskulatur und das Bindegewebe, um die Gefäße nach Möglichkeit zu schonen, stumpf auseinandergedrängt wurde. Der freigelegte Nerv wurde nun 1 cm von seiner Austrittsstelle aus dem Becken mit der Schere scharf durchgeschnitten und ein Stückchen von 1 cm Länge entfernt, damit eine Wiedervereinigung verhindert war. Der Schluß der Operationswunde erfolgte mittels Etagnennaht, die Hautnaht wurde mit Kollodium bedeckt.

*Resektion des Nervus ischiadicus.* Das Vorgehen war das gleiche wie bei der Durchschneidung, nur wurden nach der Entfernung eines Stückchens die beiden Stümpfe mit Matratzennähten End-zu-End aneinander genäht. Selbstverständlich wurde bei diesen Operationen die Asepsis peinlich beobachtet. Die Heilung erfolgte stets per primam, Komplikationen traten nicht ein.

Die Operationen am Halssympathicus geschahen in der Höhe des 6. bis 7. Halswirbels; hier wurde ein Teil des Grenzstranges auf eine Strecke von etwa 1 cm reseziert, wobei die Ganglien absichtlich verschont blieben. Dies letztere geschah aus dem Grunde, weil eine Untersuchung des Einflusses der Ganglien über den Rahmen meiner Untersuchungen hinausging. Da in der praktischen Chirurgie unabsichtliche Verletzungen des Grenzstranges häufiger vorkommen, haben derartige Versuche eine besondere Wichtigkeit.

Die Reizungen, die nur am Ischiadicus vorgenommen wurden, geschahen folgendermaßen:

Bei einem Hund (Nr. 5) wurde der Ischiadicus bloßgelegt, dann wurde der Nerv in der Art, wie es bei der Bassinischen Hernienoperation geschieht, künstlich von Fascie umgeben und lose an den umgebenden Weichteilen befestigt. Nun wurde der Nervenstrang zweimal kurz hintereinander mit 4proz. Jodtinktur bepinselt. Die Wunde wurde durch ein Celluloidfenster verschlossen, um Infektionen zu vermeiden. Sollte die Reizung wiederholt werden, so wurde die Celluloidplatte aufgedeckt, der freiliegende Nerv zweimal mit Jodtinktur bepinselt und dann wieder mit der Celluloidplatte bedeckt. Derartige Reizungen wurden bei dem Hund Nr. 5 am 30. VII., am 1. IX. und 5. IX. ausgeführt.

Bei der faradischen Reizung des Ischiadicus, die am Hund Nr. 6 ausgeführt wurde, brauchte der Nerv nicht freigelegt zu werden. Zur Reizung wurde eine große indifferente Elektrode auf den Bauch des Tieres gebracht, eine kleine Elektrode wurde derartig angelegt, daß ihre aufrechtstehende Kante dem Verlauf des Ischiadicus folgte. Die Stromstärke des faradischen Stromes war derart, daß die gesamte vom Ischiadicus versorgte Muskulatur in lebhaftes Zusammenziehen geriet und der Hund anhaltende Schmerzáußerungen von sich gab; ihre Zeitdauer betrug 10 Minuten.

In 2 Fällen wurde bei Kaninchen der Ischiadicus dauernd in der Weise gereizt, daß ein Glasröhrchen mit einem Inhalt von 0,3 mg Radiumbromid mit zwei Haltenähten in unmittelbarer Nähe des Nerven befestigt wurde. Auf der Vergleichsseite wurde ein Glasstäbchen von gleicher Größe in der gleichen Weise in der Nähe des Nerven befestigt.

Die *mikroskopische* Untersuchung der nach Abschluß der Versuche entnommenen Objekte wurde folgendermaßen durchgeführt: Es kam hauptsächlich darauf an, das Verhalten der Blutgefäße und des Nervensystems im Vergleich zu der Vergleichsseite festzustellen, daher wurde der Ischiadicus oberhalb und unmittelbar unterhalb der Operations- bzw. Reizungsstelle entnommen und in 10% Formol eingelegt. Von den Gefäßen wurde die Arteria femoralis freipräpariert und bis zur Arteria interossea verfolgt. Aus jedem Abschnitt der Arterie wurden beiderseits Stücke gleicher Höhe entnommen, deren Schnitte miteinander verglichen wurden. Schließlich wurde noch ein Stück aus dem *M. gastrocnemius* entnommen.

In den Fällen, bei welchen Eingriffe am Halssympathicus vorgenommen waren, wurden beiderseits Stücke aus der Arteria carotis communis externa und interna, der A. submaxillaris ext. und int., der Arteria masseterica sowie der Ohrarterien entnommen. Zur Untersuchung kleinerer Arterien und der Capillaren wurden Stückchen aus der Glandula submaxillaris und aus dem *M. masseter* entnommen; Untersuchungen dieser Objekte würden auch gleichzeitig Schlüsse über stattgefundene Atrophie der Drüsenzellen oder der Muskelzellen ermöglichen.

Die Fixierung erfolgte mittels 10proz. Formollösung. Die Objekte wurden in Paraffin eingebettet, bei den Nervenpräparaten wurde auch Paraffin und Celloidin angewendet. Die Färbungen waren Hämatoxylin-Eosin, van Gieson,

Weigert'sche Elasticafärbung, Weigertsche Fibrinfärbung; außer diesen Methoden, die für die Gefäßpräparate benutzt wurden, kamen für die Nervenpräparate hinzu die Mallorysche und die Marchische Markscheidenfärbung. Bei Muskel- und Drüsenpräparaten wurden außerdem Fettfärbungen mit Scharlach ausgeführt. In einem Falle (Hund Nr. 5), bei welchem gelegentlich der Reizung des Ischiadicus mit Jodtinktur eine sekundäre Infektion entstanden war, wurde schließlich noch die Giemsa und die Giemsa-Pappenheimsche Methode zur Darstellung entzündlicher Elemente herangezogen, um festzustellen, ob in den betreffenden Bezirken eine entzündliche Fernwirkung von der infizierten Wunde aus zustande gekommen war. Es mag hier gleich berichtet werden, daß eine derartige Erscheinung nicht sichergestellt werden konnte: Weder Leukocyten noch Plasmazellen noch sonstige Anzeichen einer Entzündung waren erkennbar.

### *Ergebnisse.*

Bei meinen 6 Fällen von Ischiadicusdurchschneidung bzw. -resektion wurde auf eine Reihe von Erscheinungen geachtet, die durch die Untersuchungen der früheren Autoren bekannt waren: Temperatursteigerungen und vermehrte Durchblutung des verletzten Gliedes, welche *Jankowski, Eulenburg, — Landois, Ruffalini, Putzeys, — Tarchanoff*, besonders aber *Lewatschew* angegeben hatten, konnte ich gleichfalls feststellen. Diese Erscheinungen traten in unmittelbarem Anschluß an die Operation auf und hielten etwa eine Woche an. Bei den Kaninchen waren diese Anzeichen deutlicher als bei den Hunden.

Ferner bestand in allen 6 Fällen unmittelbar nach der Operation vollständige Bewegungs- und Gefühls lähmung des gesamten Ischiadicusgebietes. Bei den Durchschneidungen blieb diese Lähmung unverändert bestehen; bei den Resektionen hingegen kam es in einem Falle zu einer völligen Wiederherstellung der Funktion (Kaninchen Nr. 8). Bei der Autopsie erwies sich der Ischiadicus als geheilt; im Gegensatz zu den übrigen Versuchstieren waren in diesem Falle die Gefäße der linken Seite von genau der gleichen Beschaffenheit wie die der Vergleichsseite.

Störungen des Längenwachstums der verletzten Gliedmaßen konnten in keinem Fall festgestellt werden.

Von *Czylharz* und *Helbing* wird noch angegeben, daß über den gelähmten Partien mehr oder weniger auffallender Haarausfall bestanden hat; in dreien seiner Fälle fand er Geschwüre. Bei meinen Fällen konnte ich derartige Befunde niemals erheben, außer daß bei einem Hunde ein kleines Druckgeschwür des Fußrückens auftrat; Ödeme waren niemals festzustellen.

Bei der Autopsie war nach der Entfernung der Haut eine deutliche Atrophie sämtlicher vom Ischiadicus innervierter Muskeln festzustellen, mit der einen oben erwähnten Ausnahme (Kaninchen Nr. 8), bei welchem eine vollständige Heilung eingetreten war. Außer der Atrophie der Ischiadicusmuskulatur konnte regelmäßig eine Atrophie des Glutäus

nachgewiesen werden, ein Befund, der sich am wahrscheinlichsten als Inaktivitätsatrophie deuten läßt.

Die Operationswunde war in allen Fällen glatt vernarbt, der Ischiadicus zeigte eine Durchtrennung, der proximale Stumpf war etwas kolbig verdickt, während der distale Stumpf erheblich dünner und härter war. Diese Beschaffenheit konnte in sämtlichen Teilen des Nerven peripher von der Durchtrennung nachgewiesen werden. (Diese Angaben beziehen sich nicht auf das Kaninchen Nr. 8; in diesem Falle war eine Unterbrechung des Zusammenhangs des Ischiadicus nicht festzustellen.)

Bei der Präparation der Arterien und Venen konnten gegenüber der Vergleichsseite makroskopisch keine Unterschiede festgestellt werden.

Zur Würdigung der Befunde müssen diejenigen Fälle, die bald nach der Operation zugrunde gegangen waren, ausscheiden. Hierzu gehören die Tiere Hund Nr. 1 und Hund Nr. 2, welche den Eingriff nur einen Tag bzw. 14 Tage überlebten. Bei ihnen waren keine Unterschiede zwischen den beiden Seiten zu finden. Der Hund Nr. 2 hatte zwar ein ganz seichtes Druckgeschwür des Fußrückens, indessen scheinen in diesem Falle anderweitige Verwicklungen mitgewirkt zu haben, denn die Versuchsdauer war viel zu kurz. Wahrscheinlich ist das Tier schon vor dem Versuch wesentlich geschädigt gewesen. In den übrigen Fällen konnte bei der mikroskopischen Untersuchung festgestellt werden, daß beim Vergleich entsprechender Gefäßquerschnitte beider Seiten mehr oder weniger deutliche Unterschiede bestanden. Diese Unterschiede bezogen sich auf die Gefäßwanddicke und auf die Beschaffenheit der *Elastica interna*. Diese Befunde stehen in einem ausgesprochenen Widerspruch zu den Angaben von *Fränkel*, der bei den Arterien und Venen seiner Versuchstiere Wandverdickungen feststellte, sowie zu denen von *Czylharz-Helbing*, die in all den Fällen, bei denen Geschwüre aufgetreten waren, Gefäßerweiterungen, Wandverdickungen, Hypertrophie der *Media*, *Vacuolen* der *Mediazellen*, Vergrößerung der Kerne der *Mediazellen*, *Elasticaverdickungen* und *Intimaproliferation* sahen. In den leichter verlaufenen Fällen, d. h. bei denen kein Geschwür aufgetreten war, waren seine Befunde bei einer Beobachtungsdauer von 2–15 Wochen negativ. Die von mir festgestellten Veränderungen der Gefäßwanddicke sind mittels des *Zeißschen Okularmikrometers* genau gemessen worden. An dem Beispiel des Kaninchens Nr. 7, das 98 Tage nach der Durchschneidung des linken Ischiadicus getötet war, mögen folgende Zahlen angeführt werden:

	Operierte Seite	Kontrollseite
A. femoralis . . . . .	145,60 $\mu$	153,92 $\mu$
A. tibialis . . . . .	74,88 $\mu$	91,52 $\mu$
A. interossea . . . . .	12,48 $\mu$	16,64 $\mu$

Die Unterschiede betragen also bezüglich 5,4%, 18,2% und 25,0%; sie sind also um so ausgesprochener, je kleinere Gefäße man zum Vergleich heranzieht, d. h. je größer der Reichtum der Media an glatten Muskelzellen ist. Innerhalb der Versuchsdauer von 98 Tagen war das Körpergewicht dieses Tieres von 1160 g auf 1800 g gestiegen, so daß also ein sehr erhebliches Wachstum vorgelegen hat. Die Veränderungen der *Elastica interna* sind folgende: Im Gegensatz zur Vergleichsseite, bei welcher die *Elastica* ganz regelmäßige Zacken aufweist, sind auf



Abb. 1. Leitz 1. Homal. I. Hämatoxylin-Eosin-Färbung. Kaninchen 7. Durchscheidung d. l. N. ischiadicus. 98 Tage nach der Operation getötet. Querschnitt der A. femoralis sinistra. Ganz unregelmäßige Zacken der *Elastica interna* zu sehen.

der operierten Seite diese Zacken sehr ungleichmäßig, im allgemeinen viel weniger steil, an manchen Stellen sogar ganz verstrichen (Abb. 1). Auffaserungen der *Elastica* waren nicht vorhanden. Im Gegensatz zu den Veränderungen der Wanddicke war diese Erscheinung besonders deutlich an den großen Gefäßen; bei den kleinen Gefäßen waren bezüglich der *Elastica* Unterschiede gegenüber der Vergleichsseite nicht vorhanden. Sämtliche sonst von den früheren Forschern angegebenen Veränderungen der Intima und Media konnten von mir in keinem Falle gefunden werden, ich sah lediglich die Abnahme der Wanddicke und die Abweichungen in der Schlingelung der *Elastica*.

Die Muskulatur der operierten Seite zeigte eine Verschmälerung

der einzelnen Muskelbündel, Fibrillenarmut derselben, Zunahme des Binde- und Fettgewebes.

An den Präparaten der degenerierten Nerven konnte ausgedehnter Zerfall der Markscheiden und Bindegewebsvermehrung nachgewiesen werden (Abb. 2).

Von den 6 Tieren, denen der linke Halssympathicus durchschnitten war, müssen 3 Fälle ausgeschieden werden (Kaninchen Nr. 3, Hund Nr. 3 und Kaninchen Nr. 5, die innerhalb von 2—7 Tagen aus un-

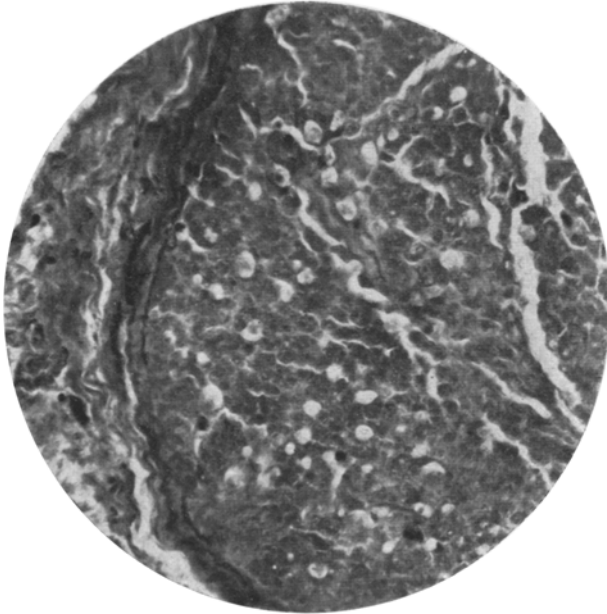


Abb. 2. Leitz 3, Homal 1. Malorysche Markscheidenfärbung. Kaninchen 7. Durchschneidung d. l. N. ischiadicus. 98 Tage nach der Operation getötet. Peripherer Teil des l. N. ischiadicus: Markscheidenzerfall und Bindegewebszunahme.

bekanntem Gründen gestorben waren). In sämtlichen Fällen war die allgemein bekannte Temperaturerhöhung des Ohres festzustellen, ferner der Horner'sche Symptomkomplex, Ptosis, Miosis und Enophthalmus. Diese Erscheinungen bildeten sich, wie auch *Lapinsky* bemerkt hatte, allmählich zurück, und zwar zuerst die Erweiterung der Ohrgefäße, während das Horner'sche Syndrom erheblich länger bestehen bleibt.

Bei der autoptischen Untersuchung waren makroskopisch Unterschiede zwischen den Gefäßen der beiden Seiten nicht festzustellen. Es wurden untersucht: die Carotiden, die A. massetericae, die submaxillaris und die Ohrarterien; von sonstigen Organen der *Musculus*



masseter und die Glandula submaxillaris sowie die Tränendrüsen. Es mag noch hervorgehoben werden, daß weder Ödeme noch Anomalien der Behaarung bestanden.

Bei der *mikroskopischen* Untersuchung der entnommenen Teile konnten grundsätzlich die gleichen Veränderungen festgestellt werden, wie bei den früher geschilderten Versuchen am Ischiadicusgebiet, d. h. Verringerungen der Wanddicke, besonders der kleinen Gefäße. Schwerere Veränderungen, die *Lapinsky* erwähnt, wie Medialverdickung, Verdickung der elastischen Fasern in größeren und kleineren Gefäßen, Atrophie der glatten Muskulatur und Schädigung der kleineren Gefäße und der Capillaren, Intimaverdickungen, die bis zum Verschuß des Lumens führten, konnte ich in keinem einzigen Fall feststellen. Auch die Adventitia war stets frei. Wiederum waren die von mir festgestellten Unterschiede in den kleineren Arterien am deutlichsten, die Carotiden waren beiderseits in jeder Beziehung gleich. Am ausgesprochensten waren die Dickenunterschiede in den Ohrarterien.

Bei dem Kaninchen 6, welches 94 Tage nach der Durchschneidung des linken Halssympathicus getötet wurde und während dieser Zeit sein Gewicht verdoppelt hatte (1250—2500 g), ergaben sich folgende Zahlen: Die Wanddicke der linken Arterie betrug  $83,20 \mu$ , die Wanddicke der rechten Kontrollarterie  $124,80 \mu$ , so daß der Unterschied 33,3% ausmacht. Diese Verringerung kommt vollständig auf Rechnung der inneren Ringmuskelschicht, welche links  $41,6 \mu$  und rechts  $83,2 \mu$  maß, die äußere Längsmuskelschicht war beiderseits  $41,6 \mu$  dick. An den untersuchten Speichel- und Tränendrüsen konnten Unterschiede nicht gefunden werden, obwohl während des Lebens eine vermehrte Tränenabsonderung auf der operierten Seite nachweisbar gewesen war.

Die untersuchten Stücke des Masseter zeigten gleichfalls keine Veränderungen, ebensowenig wie die kleinen Gefäße und die Capillaren Abweichungen erkennen ließen.

Über die Reizungen des Nervus ischiadicus, die an Hunden und an Kaninchen nach drei verschiedenen Methoden ausgeführt wurden, ist weiter oben schon einiges mitgeteilt worden. Da ich nur über je einen Versuch verfüge, kann ich die Ergebnisse nur wenig verwerten und vermeide es, allgemeinere Schlüsse daraus zu ziehen.

Bei der Reizung des Ischiadicus mit Jodtinktur (Hund Nr. 5) war schon bei der 2. Reizung eine Wundinfektion ausgebrochen, die indessen bei guter Pflege des Tieres lokalisiert blieb. Das Allgemeinbefinden des Tieres war nicht erkennbar beeinträchtigt, auch konnten während der gesamten Versuchsdauer von 43 Tagen entzündliche Erscheinungen im Bereich des linken Beines nicht festgestellt werden. Auch eine Lähmung des Ischiadicus bestand nicht. Bei der Autopsie war makroskopisch außer einer leichten Schlingelung der großen

Arterien des linken Beines kein Unterschied gegenüber dem Befund am rechten Bein festzustellen.

Mikroskopisch zeigten die großen Gefäße, die *A. femoralis* und die *A. tibialis* die gleichen Eigentümlichkeiten, die bei der Schilderung der Durchschneidungsversuche schon erwähnt sind: Eine allerdings geringe Abnahme der Wanddicke und unregelmäßige Beschaffenheit der *Elastica interna*. Im Gegensatz hierzu standen die Befunde an den kleinen Arterien, welche stark zusammengezogen waren und den Eindruck machten, als ob ihre Wandung verdickt wäre. Eine genauere Untersuchung indessen muß diese Verdickung als scheinbar erkennen lassen, wenn man die Umfänge und die Größe der Lichtung berücksichtigt. Der Vergleich wird dadurch etwas erschwert, daß die Gefäßquerschnitte der operierten Seite nahezu kreisförmig, die der Kontrollseite länglich-elliptisch sind. Im übrigen waren keine pathologischen Veränderungen nachzuweisen.

Bei den faradischen Reizungen des *N. ischiadicus*, welchen ein junger Hund während 125 Tagen 10 mal ausgesetzt wurde, war klinisch keine krankhafte Veränderung zu bemerken. Die Reizungen selbst fanden am 4. IX., 10. IX., 17. IX., 24. IX., 1. X., 9. X., 15. X., 24. X., 7. XI., 26. XI. statt. Die letzte faradische Reizung erfolgte 41 Tage vor dem Tode. Die Befunde an diesem Tier lassen demnach die Dauerwirkungen der Faradisation auf die Gefäße des heranwachsenden Tieres erkennen, ohne daß akute Einflüsse hierbei mitspielen, von denen wir durch die allerdings mit grundverschiedenen Methoden gefundenen Ergebnisse, insbesondere von *Goltz* sowie von *Tigerstedt* und *Ostrouloff* wissen, daß sie in annähernd gleicher Weise auch die kontralaterale Seite betreffen.

Bei der Obduktion waren makroskopisch pathologische Abweichungen nicht festzustellen, mikroskopisch fand ich die kleinen Gefäße der linken Seite im Gegensatz zu der Vergleichsseite stark kontrahiert (Abb. 3 und 4). Die größeren Gefäße waren gleichfalls etwas stärker zusammengezogen.

Die Reizungsversuche mit Radium an Kaninchen ergaben bei den beiden Tieren übereinstimmend folgende Ergebnisse: Während des Lebens bildete sich allmählich eine deutliche Lähmung des Unterschenkels aus, die bald in vollständige Lähmung mit Atrophie der befallenen Muskeln überging, ohne daß indessen das Längenwachstum der Extremität beeinträchtigt war. Weder Ödeme noch Abweichungen der Behaarung noch Geschwüre konnten festgestellt werden.

Bei der Autopsie waren die Gefäße der linken Seite etwas stärker geschlängelt als die der Kontrollseite. Der *Ischiadicus* war in der Umgebung des Röhrchens und peripher davon dünn, hart und bindegewebig. Mikroskopisch bestand der *Ischiadicus* aus sehr viel Binde-



Abb. 3. Leitz 1. Homal 1. Van Gieson-Färbung. Hund 5. Reizung d. l. N. ischiadicus mit Jodtinktur. 48 Tage beobachtet, gestorben. Kontraktion der A. dorsalis pedis.

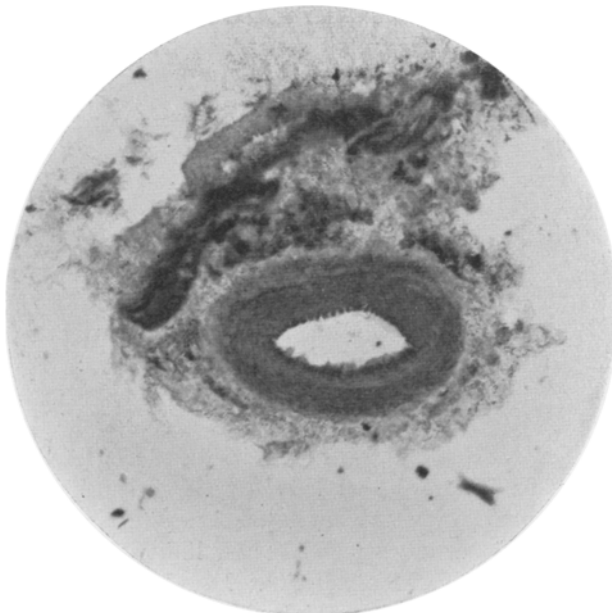


Abb. 4. Leitz 1. Homal 1. Van Gieson-Färbung. Kontrollarterie des Hund 5. Normales Bild von A. dorsalis pedis.

gewebe, in welches zerfallende Markscheiden eingelagert waren. Die untersuchte Muskulatur war hochgradig degeneriert. Bei den Gefäßen war sowohl der Einfluß einer Reizung entsprechend den beiden soeben geschilderten Versuchen als auch die Wirkung einer völligen Unterbrechung des Nerven zu erkennen: Die größeren Gefäße zeigten für die Durchschneidungsversuche charakteristische Zeichen, nämlich Abnahme der Wanddicke und verstrichene Beschaffenheit der *Elastica interna*, während die kleinen Gefäße sehr stark zusammengezogen waren (Abb. 5).

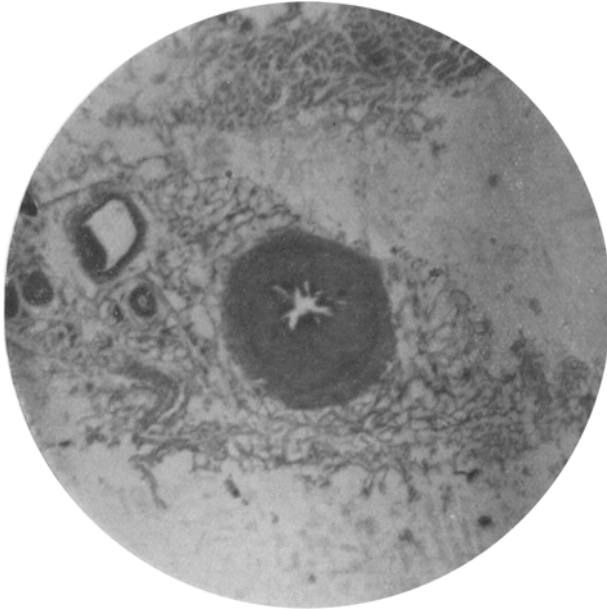


Abb. 5. Leitz 1. Homal 1. Hämatoxylin-Eosin-Färbung. Hund 6. Reizung d. l. N. ischiadicus mit Faradisation. 125 Tage beobachtet, getötet. Starker Kontraktionszustand einer peripherischen kleinen Arterie.

Aus diesen Reizungsversuchen mag in aller Vorsicht doch entnommen werden, daß wiederholte Reizungen bei wachsenden Gefäßen immerhin eine gewisse Neigung zu einer Hypertonie zu veranlassen scheinen, die sich vorzugsweise bei kleineren Arterien äußert. Die Art der Reizung ist hierbei von geringerer Bedeutung, ein Ergebnis, das mit den Befunden zahlreicher anderer Forscher in Einklang steht.

#### *Zusammenfassung.*

Die Ergebnisse dieser Versuche lassen sich in folgender Weise kurz zusammenfassen: Wenn man bei heranwachsenden Tieren den Ischiadicus durchschneidet, so findet man, daß die Arterien des gelähmten Gebietes dünnere Wandungen haben, und daß diese Veränderungen

um so ausgesprochener sind, je kleiner das untersuchte Gefäß ist. Sonst sind keine pathologischen Veränderungen zu finden.

Grundsätzlich die gleichen Befunde wurden in denjenigen Fällen erhoben, bei denen der Halssympathicus durchschnitten war.

Bei Reizungen beobachtet man eine scheinbare Hypertrophie der Arterienwandungen der kleinen Gefäße, die indessen, wie bei genauerer Untersuchung erhellt, nur durch die starke Zusammenziehung vorgetäuscht wird.

In keinem einzigen Fall waren hypertrophische Veränderungen festzustellen; im Gegenteil scheint sich der Einfluß der Nervenreizung bzw. Durchtrennung auf heranwachsende Gefäße mehr in einer Atrophie zu äußern, die wir zunächst mangels anderer Erklärungsmöglichkeiten wahrscheinlich mit der Bewegungslosigkeit der betroffenen Extremität in Zusammenhang bringen können.

#### Literaturverzeichnis.

- <sup>1)</sup> *Buffalini*, Temperatur gelähmter Glieder. Jahresber. f. Physiol. 1876. — <sup>2)</sup> *Czylharz-Helbing*, Experimentelle Untersuchungen über die Beziehung von Nervenläsion zu Gefäßveränderungen. Kohldens Zentralbl. f. allg. Pathol. u. pathol. Anat. 1897. — <sup>3)</sup> *Weiss, Edgar*, Untersuchungen über die spontane Gangrän der Extremitäten. Dtsch. Zeitschr. f. Chirurg. 40. — <sup>4)</sup> *Eulenburg* und *Landois*, Thermische Wirkung experimenteller Eingriffe am Nervensystem. Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. 66. 1876. — <sup>5)</sup> *Fränkel*, Neurotische Angiosklerose. Wien. klin. Wochenschr. 1896. — <sup>6)</sup> *Friedländer*, Über Arteritis obliterans. Zentralbl. f. med. Wiss. 1876. — <sup>7)</sup> *Giovanni*, Pathogenese de lendarterite etc. Rev. de méd. 1885. — <sup>8)</sup> *Jankowski*, Bedeutung dsr Gefäßnerven f. Ödementstehung. Dubois-Raymonds Arch. 1872. — <sup>9)</sup> *Lapinsky*, Zur Frage von der Degeneration der Gefäße bei Läsion des N. sympathicus. Dtsch. Zeitschr. f. Nervenheilk. 16. 1900. — <sup>10)</sup> *Lewatscheff*, Experimentelle Untersuchung über die Bedeutung des Nervensystems bei Gefäßerkrankungen. Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. 92. 1883. — <sup>11)</sup> *Manteuffel*, Über angiosklerotische Gangrän. Verhandl. d. Dtsch. Ges. f. Chirurgie 2, 193. 1891. — <sup>12)</sup> *Martin*, Sclérose dystrophique consecutif à lendarterite. Rev. de méd. 1885. — <sup>13)</sup> *Putzeys-Tarchanoff*, Einfluß des Nervensystems auf den Zustand der Gefäße. Zentralbl. f. med. Wiss. 1877. — <sup>14)</sup> *Schnell*, Lesions Cardiovasenlaires d'origine nerveuse. Thèse de Paris 1886.