

## VII.

# Experimentelle Beiträge zur Pathologie des Rückenmarkes.

## I. Die Veränderungen im Rückenmarke nach aseptischer Embolie.

Von

**Dr. A. Hoche,**

Privatdocenten der Psychiatrie zu Strassburg i. E.

(Hierzu Tafel X. und XI. und 3 Abbildungen im Text.)



Die Schwierigkeiten einer exacten Bestimmung des Begriffes der „Entzündung“, wie sie in der allgemeinen Pathologie von jeher vorhanden waren und noch vorhanden sind, bestanden und bestehen in verstärktem Maasse für das Centralnervensystem; bei welchem das Vorhandensein von zwei ganz verschieden gearteten Stützsubstanzen, von Bindegewebe und Gliagewebe neben dem specifischen Nervengewebe, von jeher als ein die Verständigung erschwerendes Moment empfunden worden ist. Die Begriffe „Encephalitis“ und „Myelitis“ sind auch heute noch keineswegs fest umschrieben.

Im Besonderen ist die Ausdehnung des Namens „Myelitis“ auf acute und chronische anatomische Veränderungen des Rückenmarkes im Laufe der letzten zwei Jahrzehnte grossen Schwankungen unterworfen gewesen.

Im Allgemeinen, so kann man wohl sagen, ist die Tendenz der letzten Zeit dahin gegangen, den Begriff der „Myelitis“ immer mehr einzuengen.

Während schon längere Zeit die strangförmigen und systemartigen chronisch-degenerativen Processe und die disseminirte Sklerose nicht mehr als „chronische Myelitis“ bezeichnet wurden, waren es neuérdings

die Veränderungen des Rückenmarks bei tuberculöser und syphilitischer Meningitis, bei Compression, und bei den Luftdruckerkrankungen, für welche die Zugehörigkeit zur „Myelitis“ bestritten worden ist.

Bei den letztgenannten vier Affectionsarten ist theils auf pathologisch-anatomischem, theils auf experimentellem Wege der Nachweis erbracht worden, dass das Wesentliche an den Rückenmarksveränderungen hervorgebracht wird durch Behinderung der Circulation, sei es durch thrombosirende Endarteriitis (Lues und Tuberkulose), sei es durch Druck von aussen (Compression), sei es endlich durch embolische Verstopfung der Arterienverzweigungen mit Luftbläschen (Caissonkrankheit). Es besteht dabei die Anschauung, dass die Veränderungen des nervösen Gewebes im Rückenmarke in diesen Fällen zum grössten Theile „Erweichung“ d. h. eine secundäre Ernährungsstörung sind, bedingt einerseits durch die besondere Empfindlichkeit der nervösen Elemente gegen Circulationsstörungen überhaupt, andererseits durch die einem anastomotischen Ausgleiche ungünstige Anordnung der arteriellen Gefässe im Rückenmark.

Welcher Art im Einzelnen die feineren mikroskopischen Veränderungen sind, die als die Folge von Abschneidung der Blutzufuhr an den Nervenzellen und Nervenfasern auftreten, darüber haben die vom Stenson'schen Versuche ausgehenden experimentellen Untersuchungen Aufschluss zu geben versucht.

Die Einen haben dabei die Abklemmung der Bauchaorta in Anwendung gezogen; Andere, mit deren Resultaten wir uns unten genauer zu beschäftigen haben werden, haben zum gleichen Zwecke die Abschneidung der Blutzufuhr von der Aorta in die Rückenmarksgefässe selbst verlegt, indem sie durch Einbringen von fein vertheiltem, in Flüssigkeiten suspendirtem körperlichen Materiale in die arterielle Blutbahn Embolien im Rückenmarke erzeugten.

Für die Frage nach den unterscheidenden Merkmalen der Erweichung einerseits, der Entzündung andererseits sind diese Untersuchungen insoferne von Werth, als sie erlauben, aus dem histologischen Bilde im gegebenen Falle diejenigen Veränderungen auszusondern, die auf reine Wirkung der Circulationsbehinderung zurückgeführt werden können; mehr allerdings ist damit zunächst für diese Frage hier nicht gewonnen.

Eine andere Seite der bei der Entzündung in Betracht kommenden Wirkungen ist der Untersuchung unterzogen worden durch das Studium der nach Vergiftung (u. a. auch mit Bacteriengiften) an den nervösen Elementen des Rückenmarkes auftretenden Degenerationerscheinungen,

bei denen allerdings die Stützsubstanzen nur secundär in Mitleidenschaft gezogen zu werden pflegen. —

Der ätiologische Gesichtspunkt rückt in erste Linie bei den namentlich von französischen Forschern unternommenen Versuchen, durch bacterielle Infection myelitische Veränderungen im Rückenmarke zu erzeugen, ebenso wie bei dem am Menschen wiederholt geführten Nachweise der Anwesenheit bestimmter Mikroorganismen im diffus-myelitisch, acut veränderten Rückenmarke. —

Aus dem Gebiete der menschlichen Pathologie sind für die Frage der „Rückenmarksentzündung“ von ganz besonderem Interesse die neuerdings mehrfach erhobenen Befunde bei den frischesten Stadien der „acuten Poliomyelitis anterior“, bei denen die meisten Autoren heute nicht mehr daran zweifeln, dass es sich um echte acute „Entzündung“ handelt; aber auch bei dieser Form spielt das Gefässsystem eine wahrscheinlich sehr bedeutungsvolle Rolle, insofern als die mit Vorliebe in die graue Substanz stattfindende Localisation des pathologischen Processes den Gedanken an eine in das Verbreitungsgebiet der Centralarterie erfolgende infectiöse Embolie nahelegt, die aus Gründen anatomischer Anordnung besonders disponirt zu sein scheint, embolisch betroffen zu werden.

Angesichts dieser ganzen wenig geklärten Sachlage ist die Frage nach dem Wesen der „Entzündung“ im Rückenmarke als eine offene zu bezeichnen, und die Beibringung weiteren, namentlich experimentellen, pathologisch-anatomisch untersuchten Materiales ist ein dringendes Erforderniss. —

Die Untersuchungen<sup>1)</sup>, deren Ergebnisse ich in den folgenden Blättern mittheilen will, wurden unternommen einmal zu dem Zwecke, den etwaigen Gesetzmässigkeiten in der Vertheilung von Embolien in ihrer Abhängigkeit von der Anordnung der arteriellen Gefässe nachzugehen, vor allem aber mit der Absicht, wenn möglich durch Anwendung verschiedenartiger Schädlichkeiten, aus dem histologischen Bilde der experimentell erzeugten Rückenmarksveränderungen zu einer schärferen Bestimmung der Begriffe der „Rückenmarkserweichung“ und „Rückenmarksentzündung“ zu gelangen.

---

1) Die Experimente wurden im hygienisch-bacteriologischen, die Injectionen am todtten Materiale im anatomischen Institute angestellt, während die mikroskopische Untersuchung im Laboratorium der psychiatrischen Klinik durchgeführt wurde. Den Vorständen aller dieser Arbeitsstätten fühle ich mich zu Dank verpflichtet.

Es erschien mir namentlich nicht aussichtslos, die Versuchsanordnung so zu gestalten, dass bei gleicher Technik, bei der gleichen Thier-species zum Vergleiche Schädigungen der Rückenmarkssubstanz sowohl durch einfachen Gefässverschluss, wie durch Einführung von anerkannten „Entzündungserregern“ hervorgebracht würden. —

Ich gebe in dem vorliegenden ersten Theile, ohne dabei schon auf die Literatur näher einzugehen, zunächst eine Zusammenstellung der Resultate bei den Versuchen mit Anwendung sterilisirten embolischen Materiales; in einem zweiten Theile (der im nächsten Hefte dieses Archiv's folgen soll) wird die Mittheilung der Experimente mit infectiösem Materiale, und eine kritische Zusammenstellung der gewonnenen Resultate folgen.

---

Die Geschichte der experimentellen Rückenmarksembolie, von der hier nur die wichtigsten Erscheinungen erwähnt werden sollen, ist jetzt über 50 Jahre alt.

1847, also annähernd gleichzeitig mit Virchow's grundlegenden Untersuchungen über Embolie überhaupt, veröffentlichte Flourens<sup>1)</sup> seine Versuche über die Wirkung verschiedener Stoffe, die er in die Aorta injicirte. Er hat damals, ohne es zu wissen und zu wollen, Rückenmarksembolien erzeugt, und es sind seine Erörterungen ein lehrreiches Beispiel von falscher Deutung richtig beobachteter Thatsachen — in Folge falscher Fragestellung.

Flourens war ausgegangen von der Frage, ob Aether in das Blut injicirt eine andere Wirkung auf das Nervensystem entfalte, als nach Inhalation. Er hatte nach Injection von Aether in die Art. cruralis von Thieren Lähmung des Beines constatirt bei erhaltener sensibler Reizbarkeit der Nerven, während nach Inhalation „das Princip der Sensibilität“ vor dem „der Motilität“ erlosch.

Er varirte den Versuch nun so, dass er den Catheter, durch den er injicirte, von der Art. cruralis aus in der Aorta in die Höhe schob, und constatirte dabei motorische Paraplegie, die er sich so erklärte, dass der Aether von der Aorta aus auch in das andere Bein hineingelangte. Die Möglichkeit einer Betheiligung des Rückenmarkes zog er nicht in den Bereich der Betrachtung. Er wählte nun andere Stoffe zur Aorteninjection: verdünnte Schwefelsäure, Terpentin, absoluten

---

1) Comptes rendus des séances de l'académie des sciences. Bd. 24. p. 905. Sitzung vom 31. Mai 1847.

Alkohol u. s. w., die theils schlaffe, theils spastische Paraplegie erzeugten.

Während wässeriger Belladonnaextract symptomlos ertragen wurde, erzeugte gepulverte Belladonnawurzel, ebenso wie Korkmehl und Lycopodium, Paraplegie, zum grossen Erstaunen von Flourens, der ausschliesslich an die chemische Action der angewendeten Stoffe dachte.

In der Discussion der gleichen Sitzung machte Magendie den Einwand, dass Flourens die Caliberfrage bei seinem embolischen Materiale übersehen habe, worauf Flourens indessen nicht einging.

1849 war er<sup>1)</sup> in der Lage, weitere Mittheilungen in derselben Sache zu machen. Er hatte inzwischen eine ganze Reihe von Stoffen in der gleichen Weise geprüft — Bergamottöl, Nelkenöl, Chloroform, Creosot u. s. w., die theils spastische, theils schlaffe Lähmung erzeugten, ohne dass Flourens in der Lage war, eine Erklärung dafür zu geben. —

Wir wissen heute, und werden das später genauer erörtern, dass der verschiedene Effect dieser Substanzen beruhen kann auf der verschiedenen Localisation der Embolien theils nach der Höhe, theils nach der Vertheilung auf dem Querschnitte des Rückenmarkes; wir werden aber weiter sehen, dass eine chemisch verschiedene Wirkung des embolischen Materiales in Bezug auf die functionelle Störung bei gleicher Localisation sehr wohl möglich ist.

Vulpian<sup>2)</sup> experimentirte mit Stärke und Lycopodiumaufschwemmungen, die er in die Aorta injicirte und constatirte dabei, indem er die Ursache der Functionsstörungen richtig in das Rückenmark localisirte, schon die überwiegende Betheiligung der grauen Substanz. Die kurze Lebensdauer seiner Thiere ist die Ursache, dass er nur einmal anatomische Veränderungen, hämorrhagische Erweichung der grauen Substanz, 20 Stunden nach der Embolie, beobachtete.

Sehr viel eingehender wurde die Frage angefasst von Panum<sup>3)</sup>, der ausser gepulverter Holzkohle, Quecksilber, atmosphärischer Luft und organischem Materiale hauptsächlich Wackskügelchen benutzte. Letztere (durch Erhitzen und Schütteln von Wachs in Gummilösung hergestellt) besaßen einen von 0,010 bis 0,170 mm schwankenden Durchmesser; daneben kamen auch sehr viel grössere Conglomerate vor. —

Er injicirte ebenfalls von der Cruralis aus vermittelst Catheter,

1) l. c. Bd. 29; p. 37.

2) Gazette hebdomadaire, 1861; Bd. 8. p. 365 und 411.

3) Virchow's Archiv Bd. 25. 1862. S. 308.

den er theils möglichst nahe an das Herz, um auch Emboli in das Hirn zu schicken, theils bis zur Höhe des unteren Rippenrandes in der Aorta aufwärts schob.

Klinisch ergab sich dabei motorische und sensible Paraplegie bei fehlenden Reflexen; die Thiere gingen nach 5—22 Stunden zu Grunde; die arteriellen Gefässe des Rückenmarkes waren mit Wachskügelchen gefüllt, die Gefässe centralwärts davon erweitert und mit kleinen Extravasaten versehen; peripheriewärts von den Embolis bestand keine Gefässerweiterung, ebensowenig Berstungen von Gefässen; die Substanz war stellenweise im Zustande rother Erweichung, die Cerebrospinalflüssigkeit bei dem Thiere mit der längsten Lebensdauer (von 22 Stunden) röthlich gefärbt.

Wir finden hier bei Panum alles das beobachtet, was wir als dem ersten Stadium der Embolie entsprechend unten genauer besprechen werden.

Auf Cohnheim<sup>1)</sup> geht der seitdem mit gewissen Einschränkungen noch geltende functionelle Begriff der „Endarterien“ zurück, der von ihm allerdings noch nicht auf das Rückenmark ausgedehnt worden ist, wohl aber auf das Gehirn. Es ist das einer der Gründe geworden, warum lange Zeit hindurch die pathologisch-anatomische Betrachtungsweise der krankhaften Processe im Centralnervensysteme, soweit sie von den Gefässen abhängig sind, für Gehirn und Rückenmark ganz verschiedene Wege gegangen ist. Erst die ausgezeichneten Untersuchungen von Kadyi<sup>2)</sup> 1889 haben uns für das menschliche Rückenmark den genauen Einblick in die Gefässvertheilung, speciell die auf dem Querschnitt verschafft, und die von ihm festgestellten Ergebnisse haben sich seitdem auch für die Pathologie des Rückenmarkes als fruchtbar erwiesen.

Für die Beurtheilung aller seitdem angestellten experimentellen Embolieversuche am Rückenmarke ist die Berücksichtigung der Kadyischen Injectionsresultate unerlässliche Forderung, mit dem Vorbehalte allerdings, dass nicht ohne Weiteres die am Menschen festgestellten anatomischen Thatsachen auf die Experimentalthiere übertragen werden dürfen (s. unten).

Verschiedenartiges embolisches Material ist seitdem in Anwendung gezogen worden.

1) Untersuchungen über die embolischen Processe, 1872 und: Vorlesungen über allgemeine Pathologie.

2) Ueber die Blutgefässe des menschlichen Rückenmarkes. Lemberg, 1889.

Atmosphärische Luft, die schon früher z. B. von Feltz verwendet worden war, benutzten in systematischer Weise die Wiener Autoren Heller, Mager und v. Schrötter<sup>1)</sup> in Ergänzung ihrer experimentellen ausgedehnten Untersuchungen über Caissonkrankheit, bei denen sie den anatomischen Nachweis erbrachten, dass das Wesen der Caissonkrankheit in einer ischämischen Nekrose durch arterielle Luftembolie besteht, eine Ansicht, die übrigens schon früher, z. B. von P. Bert wiederholt ausgesprochen, durch Leyden's Theorie aber verdunkelt war. Singer<sup>2)</sup> (1895 und 1897) führte localisirte Embolien im Rückenmarke vorwiegend an Kaninchen, aber auch an Hunden aus, indem er von der Art. subclavia aus feine Oelfarbe von zäher Consistenz in die Vertebralis injicirte, die eine, noch nach Wochen bestehende, massive Ausfüllung seitlicher hinterer Rückenmarksarterien und eine dem Gefäßbezirke entsprechende Degeneration von Stellen des Hinterstranges, des Hinterhornes und der Hinterseitenstränge (im Cervicalmarke) erzeugte. Klinisch resultirte eine Lähmung der entsprechenden Vorderpfote von verschiedener Dauer, je nach der Menge des injicirten Materials.

In anderer Weise versuchte Lamy<sup>3)</sup> (1895 und 1897) eine genauere Localisation der Embolien im Rückenmarke zu ermöglichen.

Ausgehend von der auch von ihm bestätigten Beobachtung früherer Autoren, dass bei Injection von Lycopodium, z. B. in die Aorta, die Thiere nach längstens 1—2 Tagen an den Folgen der gleichzeitigen Embolie in Leber, Niere, Magen und Darm mit Sicherheit zu Grunde gehen, kam er auf folgende, sehr praktische Methode: Das Thier wird laparotomirt; von der einen Art. femoralis wird ein Katheter eingeführt in der Richtung nach oben; mit den Fingern wird die Aorta unterhalb der Nierenarterien und oberhalb des Abganges der Art. spermaticae internae comprimirt und in das zwischen den beiden comprimirenden Fingern gelegene Aortenstück die Injectionsflüssigkeit durch den Katheter entleert; nach Aufhebung der oberen Compression spült das Blut die Flüssigkeit mit ihren körperlichen Elementen durch die Lumbalarterien und so u. a. auch in das Rückenmark, ohne Betheiligung der Art. coeliaca, renalis u. s. w.

Lamy benutzte diese Methode, mit der er Paraplegien durch Erweichung des Lendenmarkes erzeugte, zum Studium der Ganglienzellen-

1) Ueber arterielle Luftembolie. Zeitschr. für klin. Med. 32. Bd. Suppl.-Heft. (Dort Literatur über Vorgänger.)

2) Prager medic. Wochenschr. 1895 No. 23 und: Zeitschr. für Heilkunde. 1897. S. 105.

3) Archives de physiologie normale et pathologique. V. Serie. Bd. 7, 1895 und: ebenda Bd. 9, 1897. S. 184.

Veränderungen nach Abschluss der Blutzufuhr (als Ersatz für den Stenson'schen Versuch in seinen verschiedenen Modificationen, auf dessen Literatur einzugehen hier der Anlass nicht ist), sodann aber auch zur Feststellung der verschiedenen Stadien der Veränderungen des hämorrhagischen Rückenmarksinfarctes — ohne indessen letztere irgendwie erschöpfend zu behandeln.

Ausser *Lycopodium*-Suspension in künstlichem Serum (2—3 ccm) mit Zusatz von Gummi arabicum benutzte er als wesentlich grösseres Material die Körner aus Vanille-Schoten (deren Caliber er nicht gemessen zu haben scheint). Einzelne Hunde hielt er bis zu 3 Wochen am Leben. Der regelmässigste Befund waren hämorrhagische Erweichungsherde in unregelmässiger Vertheilung, bei grossen Dosen rothe Querschnittserweichung und freies Blut im Arachnoidealraume.

Als erstes Resultat der Embolie constatirte er in der grauen Substanz ischämische Blässe des Markes; die ersten Hämorrhagien traten nach 15—24 Stunden auf, die nach seiner Meinung nicht peripher vom Embolus ihren Sitz haben; nach 2—3 Tagen sah er die ersten Körnchenzellen; einer der Ausgänge des Processes war Höhlenbildung.

Für die Veränderungen der weissen Substanz plädiert er für eine selbstständige embolische Entstehung, weniger für eine Abhängigkeit der hier zu constatirenden Degenerationsvorgänge von den Nekrosen der grauen Substanz.

Lamy ist sich ganz klar über die Bedeutung der auf diesem experimentellen Wege zu gewinnenden Resultate für die Frage der Entstehung einer ganzen Reihe von spinalen Erkrankungen (Poliomyelitis anterior acuta, „Myelite cavitaire“, syphilitische Myelitis u. s. w.).

Als meine eigenen, unten näher mitzutheilenden Untersuchungen fast abgeschlossen waren, erschien die Mittheilung von Rothmann<sup>1)</sup>, die sich in mehrfacher Hinsicht mit Lamy's, zum Theil auch mit meinen Ergebnissen deckt resp. berührt. Ausgehend von den Bemühungen Anderer, durch Aortencompression die graue Substanz des Rückenmarkes functionell auszuschalten (was bei Hund und Katze nicht gelingt), benutzte er zu dem gleichen Zwecke das Lamy'sche Verfahren der Injection sterilisirter *Lycopodium*aufschwemmung in die Aorta. Von 14 operirten Hunden starben 12 nach 12 Stunden bis 10 Tagen; einer wurde nach 3, einer nach 4 Wochen getödtet; ersterer zeigte eine auf die graue Substanz nach Rothmann's Ansicht genügend genau localisirte embolische Zerstörung, um die von dem pathologischen Processe an den

---

1) Deutsche med. Wochenschr. 3. November 1898, Vereinsbeilage S. 227 und Berliner klin. Wochenschr. 1898. S. 959 und 984.



Ganglienzellen abhängigen secundären Degenerationen der weissen Stränge studiren zu können (die uns hier nicht interessiren). Die Lycopodiumkörner lagen nach 3 Wochen sämmtlich in der Adventitia der Arterien oder bereits frei im erweichten Gewebe der grauen Substanz; Rothmann nimmt für die Ortsveränderung der Lycopodiumkörner die Leukocyten in Anspruch.

Bei den kürzer lebenden Hunden fand sich eine beträchtliche Variabilität der embolischen Vertheilung; es kam bald zu vollkommenen Querschnittsmyelitiden, bald zu richtigen keilförmigen Infareten der weissen Substanz, bald nur zu isolirten Erweichungsherden in der grauen Substanz. —

Die genaue Mittheilung seiner Ergebnisse steht noch aus.

---

Bei meinen Versuchen, zu denen mich die in der Einleitung kurz wiedergegebenen Erwägungen geführt hatten, erstrebte ich Anfangs, gleichzeitig mit der Embolie in das Rückenmark solche im ganzen Centralnervensystem zu erzeugen, in der Hoffnung, dass es vielleicht möglich sein würde, bei Injection von dem Stamm der Aorta aus bestimmte Gesetzmässigkeiten in der Vertheilung der Emboli auf die einzelnen Theile des Centralnervensystems, speciell auf die verschiedenen Höhen des Rückenmarks festzustellen.

Versuche in dieser Richtung wurden von mir an Kaninchen und Hunden angestellt, aber nicht lange fortgesetzt, weil es sich ergab, dass die Thiere die allgemeine arterielle Embolie, trotz bestimmter Vorsichtsmaassregeln, nicht genügend lange überlebten.

Ich gebe, mit möglichster Beschränkung auf das Nothwendige, die Protocolle dieser Versuche (bei denen auch im II. Theil zu erwähnende allgemeine arterielle Injectionen von Bakterien in die Aorta vorgenommen wurden.) Die Nummern der Thiere im Folgenden entsprechen denen in meinem Journale. (Die Technik für die arterielle Embolie von dem Stamm der Aorta aus ist sehr einfach. Die Carotiden werden blossgelegt, die eine peripheriwärts unterbunden, in das centrale Stück wird, je nach der Grösse des Thieres, eine feine biegsame Metallcanüle oder ein elastischer Catheter, die an der Spritze befestigt sind, eingeführt. Man fühlt leicht den eigenthümlich elastischen Widerstand, wenn man an die untere Wand der Aorta oder an die Klappen derselben anstösst und injicirt im gleichen Momente. In einzelnen Fällen habe ich versucht, während der Injection durch Abklemmen der zweiten Carotis die Chancen der Embolie für das Gehirn und damit die Lebensgefahr zu mindern — ohne wesentlichen Erfolg.)

Kaninchen I. Injection von 1 Ccm. chinesische Tusche<sup>1)</sup> mit 0,6 proc. Kochsalzlösung, ana, sterilisirt; langsame Injection vertheilt auf eine Minute.

Nach dem Losbinden: Taumeln, Kopfwackeln; Hintertheil stark gelähmt; starke Reflexsteigerung der Beine. Nach  $\frac{1}{2}$  Stunde Besserung der Lähmung und Beruhigung der vorher jagenden Respiration. Nach  $2\frac{1}{2}$  Stunden springt das Thier wieder, wenn auch hinten ungeschickt. — Abends 7 Uhr todt (nach 9 Stunden).

Section: Leber, Lunge, Darm, Nieren schwärzlich grau; im Arachnoidealraum graue Streifen (Lymphwege).

Mikroskopisch: Capillare schwarze Verstopfungen in den Lebercapillaren in der Peripherie der Acini und in den Nierenglomerulis.

Im Rückenmarke finden sich in allen Höhen in der grauen Substanz kleine schwarz verstopfte Capillaren; stellenweise ist auch in der weissen schwarzes Material in den Lymphräumen in geringer Menge und ohne Gesetzmässigkeit abgelagert.

Es ist anzunehmen, dass, den klinischen Erscheinungen entsprechend, Anfangs sehr viel mehr embolische Verlegungen vorhanden waren, die bei der Feinheit des Materiales unter dem Drucke des Blutstromes allmählig fortgeschwemmt worden sind. Nirgends war es zu Blutungen oder sonstigen Gewebsveränderungen gekommen. —

Hund IV. In gleicher Weise die gleiche Dosis chinesische Tusche von der rechten Carotis aus in die Aorta injicirt. Rasche Erholung aus der Narkose. 10 Minuten lang hinten gelähmt, dann paretisch und wackelig; lebhaftes Sehnenreflexe; nach weiteren 15 Minuten freies Umherlaufen mit Ausgleiten bei Curven. Am nächsten Tage nur noch Spuren von Parese hinten; nach 3 Tagen volles Wohlbefinden. — Getödtet.

Mikroskopisch: Weisse Substanz des Rückenmarkes durchweg frei; kleine, kurze capillare Verstopfungen in den mittleren Theilen der grauen Substanz. Keine Blutungen, keine Gewebsveränderungen.

Auch hier ist anzunehmen, dass ursprünglich stärkere Gefässverlegungen vorhanden waren, die allmählig wieder gelöst wurden, in analoger Weise, wie sich leichte Luftembolien rasch ausgleichen.

Eine Gesetzmässigkeit in der Vertheilung auf die einzelnen Höhen ist nicht kenntlich; in jedem zweiten oder dritten Schnitt (von 0,020 mm) findet sich Tusche.

Kaninchen V. Von der rechten Carotis aus in die Aorta Injection von 2 Ccm. 0,6proc. Kochsalzlösung mit minimalen Mengen fein zerriebenen Kartoffelbreies.

---

1) Das von mir benutzte englische Präparat besitzt ausserordentlich feine schwarze Körnchen, von denen die grössten den Durchmesser von Fraenkel's Diplococcus pneumoniae nicht viel überschreiten.

Nach der Injection sofort allgemeine Streckkrämpfe und Tod nach 10 Sekunden.

Kaninchen IX. Ebenso Injection von fein verriebener Porzellanderde in Kochsalzlösung suspendirt.

Sofort Streckkrämpfe, Cheyne-Stokes's Athmungstypus, Herzlähmung, Tod.

Kaninchen XII. Die gleiche Injection.

Nach wenigen Minuten unter Manège-Bewegungen Tod.

Kaninchen XIII. Ebenso Injection von Kochsalzlösung mit Zusatz einer geringen Dosis von Lycopodium.

Tod nach wenigen Minuten unter allgemeinen Krämpfen.

Es wurde darauf von Kaninchen, mit denen auch Singer (l. c.) schlechte Erfahrungen gemacht hat, für die Zwecke der allgemeinen sterilen Embolie von der Aorta aus gänzlich abgesehen. —

Sehr viel besser waren zunächst die Resultate auch bei Hunden nicht.

Hund III., mittelgrosses Männchen.

Injection von 2 Ccm. Kochsalzlösung mit Lycopodium in die Aorta. Noch auf dem Tische Herztillstand und sofortiger Tod.

Hund VIII. Das gleiche Verfahren mit gleichem Resultat; ebenso bei Hund IX.

Hund X. Durch die rechte Carotis die gleiche Injection. Sofort Athmungsstillstand, bei erhaltenem Puls, der anfangs unregelmässig war, dann während künstlicher Athmung besser wurde; langsame Erholung; dann Uhrzeigerbewegungen des ganzen Körpers; Strecktonus aller vier Extremitäten, in krampfhaften Stössen; Drehbewegungen des Kopfes nach links. Nach 4 $\frac{1}{2}$  Stunden Tod. — Makroskopisch keine Anomalien am Centralnervensystem. — (Das Rückenmark ist leider durch einen Zufall für die mikroskopische Untersuchung verloren gegangen.)

Bei den vier Hunden ist sehr wahrscheinlich die Embolie in die Medulla oblongata und damit die Alteration des Vaguskernelnes das tödtliche Agens gewesen; in dem gleich zu beschreibenden Falle war dies direct anatomisch nachweisbar.

Hund II. Kleines Männchen.

2 Ccm. Kochsalzlösung mit einer Messerspitze voll Lycopodium injicirt in die Aorta von der rechten Carotis aus.

Sofort nach der Injection Sinken des Pulses auf 50 und Athmungsstillstand; nach längerer künstlicher Athmung Erholung. — Nach einer halben Stunde noch bewusstlos; auf Reize hin symmetrische Gehbewegungen aller vier Extremitäten (im Liegen); Neigung, den Kopf nach rechts zu drehen. Später, nach Wiederkehr des Bewusstseins, guterhaltene Sensibilität, aber vollkommene Unfähigkeit zu stehen und zu gehen. Nach 10 Stunden, unter rasch steigender Pulsfrequenz Tod. — Makroskopisch: Am Boden

des IV. Ventrikels zahlreiche punktförmige Hämorrhagien; einzelne kleinere in der grauen Substanz des Halsmarkes und im Oberwurm des Kleinhirnes; der Querschnitt der Med. oblongata besät mit Hämorrhagien.

Mikroskopisch: Keine deutlichen Veränderungen im Gewebe, aber starke Erweiterungen kleiner Arterien (in der Medulla oblongata) centralwärts von den steckengebliebenen Lycopodiumkörnern; zahlreiche Hämorrhagien im Gewebe, die zum Theil nachweislich entstanden sind durch Bersten der erweiterten Gefässe vor dem Embolus (also zwischen Herz und Embolus). Keine eigentlichen Infarektbildungen. — Ganglienzellen nach Nissl nicht untersucht.

Um die Betheiligung des Schädelinhaltes auszuschliessen, die Embolie doch aber wenigstens auf den grösseren Theil des Rückenmarkes localisiren zu können, wurde nun zunächst ein anderes Verfahren eingeschlagen, nämlich Einführung des Katheters von der Cruralarterie aus in die Aorta aufwärts bis Schulterblathöhe. Die auf diese Weise vorgenommene Injection lässt, Dank der Richtung des Blutstromes, Nichts in die Vertebralarterien gelangen, wohl aber durch die Intercostal- und Lumbalarterien in den Dorsal- und Lumbaltheil des Rückenmarkes.

Die Embolie in Leber, Magen, Niere, Darm u. s. w. ist dabei allerdings unvermeidlich. Auf diese Weise wurde operirt.

Hund VII.; kleiner männlicher Pudel.

Injection von 5 ccm schwache Sodalösung mit 3 Messerspitzen voll Lycopodium. — Keine Reaction von Seiten des Hirnes oder der Medulla oblong. Sofort nach dem Losbinden lässt sich constatiren: schlaffe Paraplegie, motorisch und sensibel, fehlende P. S. R. — Langsame Erholung; Speichelfluss; steigende Pulsfrequenz; rasche Entwicklung von colossalem Meteorismus (embolisch bedingte Darmlähmung); Pulsbeschleunigung auf 200; Tod nach  $4\frac{1}{2}$  Stunden. Am Rückenmark fallen makroskopisch nur einzelne als rothe Striche hervortretende erweiterte Gefässe auf; keinerlei Aenderung der Consistenz.

Mikroskopisch: Keine Veränderungen im Gewebe (Nissl-Färbung nicht angewendet; siehe unten!)

Starke, ausschliesslich auf die Arterien sich erstreckende Erweiterung im Dorsal- und Lumbaltheil, die eigenthümlich dadurch ist, dass sie fast nirgends die Peripherie des Markes erreicht; von den steckengebliebenen Lycopodiumkörnern an nach dem Herzen zu besteht also zunächst Erweiterung, die aber nur ein kleines Stück weit reicht. Im Verbreitungsbezirke der Arterien keinerlei Blutüberfüllung; man sieht im Gegentheil auffallend wenig Blutgefässe überhaupt in der grauen Substanz. — Nirgends Hämorrhagien. — Die Gefässwandungen zeigen an den Stellen, wo Lycopodiumkörner liegen, keinerlei Reactionserscheinungen.

Schliesslich wurde allein das Lamy'sche Verfahren mit bestimmten

Modificationen in Anwendung gezogen. Der einzelne Eingriff verlief dabei folgendermaassen:

Das fixirte und mit Aether narkotisirte Thier wurde ebenso, wie die Hände, den üblichen antiseptischen Vorbereitungen unterzogen, weniger, um den Eingriff minder gefährlich zu gestalten (was bei Hunden nicht sehr in Betracht kommt), als vielmehr im Interesse der Reinheit des Experimentes vom bacteriologischen Standpunkte aus.

Zum Einführen des Katheters wurde die eine Arteria femoralis gewählt, die peripher unterbunden und centralwärts provisorisch abgeklemmt wurde, nachdem ein genügend grosses Fenster in die Wand geschnitten war.

Dann wurde rasch laparotomirt in der Mittellinie; in der Regel genügt eine Oeffnung von 6—7 cm Länge, die man höher oder tiefer anlegt je nach dem Zwecke der Localisation der Embolie im Rückenmark.

Der Operirende geht mit den beiden Zeigefingern in die Bauchhöhle, schiebt sich die Darmschlingen, Netz u. s. w. bei Seite und sucht sich die äusserst leicht an der Pulsation kenntliche Aorta abdominalis auf.

Eine Durchtrennung des hinteren Blattes des Peritoneums ist keineswegs erforderlich.

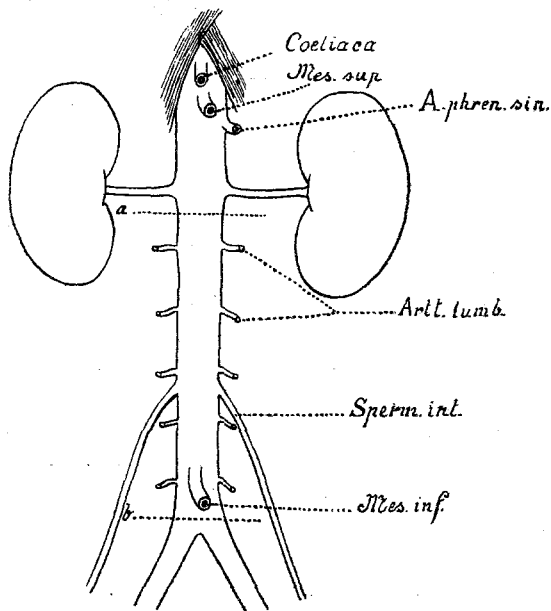
Der palpierende Finger constatirt mit Leichtigkeit die Abgangsstellen der beiden Art. renales, die Theilung der Bauchaorta in die beiden Iliacae, auch, bei Vordringen gegen das Zwerchfell, den Abgang der Art. coeliaca u. s. w. Auf der Strecke von der Ursprungsstelle der beiden Nierenarterien, die vor dem I. oder II. Lendenwirbelkörper gelegen ist, bis zu dem Abgang der Iliacae (vor dem II. oder III. Lendenwirbel) entspringen aus der Aorta<sup>1)</sup> ausser den, den Intercostalarterien gleichwerthigen Arteriae lumbales die beiden Spermaticae internae, welche Hoden, Uterus u. s. w. versorgen, und, dicht über den Iliacae, die Art. mesenterica inferior, die, wie die Lehrbücher angeben und ich nach eigenen Injectionspräparaten bestätigen kann, nur einen kleinen Theil des Darmes, nämlich den untersten Abschnitt des Colon versorgt.

Die umstehende Zeichnung giebt schematisch die in Betracht kommenden anatomischen Verhältnisse wieder. (Nach Ellenberger und Baum<sup>2)</sup> sowie nach eigenen Präparaten.) Die Zahl der Lumbalarterien ist in der Zeichnung 5; in Wirklichkeit ist dieselbe 6 oder 7; das für

1) Vergl. die Zeichnung auf S. 222.

2) Systematische und topographische Anatomie des Hundes. Berlin 1891.

uns wesentliche ist, dass die ersten 6 Lumbalarterien zwischen den Art. renales und der Gabelung in die Iliacae entspringen.



Lamy, wie oben erwähnt, comprimirt die Aorta dicht unterhalb der Artt. renales und dicht oberhalb der Artt. spermaticae int., um jede Embolie in Bauchorgane auszuschliessen; es ist das übertriebene Vorsicht; ich habe als untere Compressionsstelle den Ort der Gabelung in die 2 Iliacae gewählt, der am leichtesten zu fixiren ist, und habe von dem Hineingelangen von Embolis in die Spermaticae und die Mesenterica inferior keine Verkürzung der Lebensdauer der Thiere gesehen.

Nachdem die Zeigefinger, bei grösseren Thieren eventuell Daumen und Zeigefinger, die Aorta an den 2 genannten Stellen, a und b der Zeichnung, fest comprimirt haben, führt der Assistirende den an einer 5 cm haltenden Glasspritze befestigten elastischen Katheter in der Richtung gegen das Herz zu in die Femoralis ein. Der Finger, der auf der unteren Compressionsstelle etwas weniger fest gehalten wird, fühlt genau das Hindurchgleiten des Katheters unter ihm; gleich darauf stösst der Katheter an den oberen comprimirenden Finger, der ihn nicht weiter aufwärts gleiten lässt, und der Assistent entleert die vorher bestimmte Menge von Spritzeninhalt in das schlaaffe, zwischen den beiden Fingern gelegene Arterienstück, welches, je nach der Grösse des Thieres eine Länge von 4, 5, 6 cm besitzt.

Während nun, nach Herausziehen des Katheters, die untere Stelle fest comprimirt wird, wird die obere allmählig losgelassen; die Blutwelle dringt in das vorher pulslose Stück Aorta ein, und treibt die eingespritzte Flüssigkeit vor sich her, und, mit mehr oder weniger Blut gemischt, in die Artt. lumbales u. s. w.

Nach einigen Pulsschlägen besteht die Sicherheit, dass alles Injectionsmaterial die Aorta verlassen hat, und nun kann auch die untere Compression losgelassen werden. — Die Compressionsdauer braucht also im ganzen nur einige Secunden zu betragen.

Doppelte Naht der Bauchwunde (peritoneale und musculär-cutane), sowie Ligatur der Femoralis und Naht der Wunde in der Schenkelbeuge schliessen die Operation, die bei geübter Assistenz in 12—15 Minuten, alles in allem, beendigt sein kann, und in der Regel fast ohne jeden Blutverlust, verläuft.

In der Mehrzahl der Fälle wurde dieses Verfahren angewendet, welches die Embolie in das Lendenmark localisirt, wie dies Lamy ausschliesslich erstrebt hat. Mir war es wünschenswerth, zu Vergleichszwecken auch Embolien nur in das höhere Dorsalmark zu erzeugen und ich habe dazu folgendes Verfahren angewendet: Der Bauchschnitt wird möglichst hoch angelegt und etwas ausgiebiger gemacht, um mehr Platz zu gewinnen; mit den Fingern der rechten Hand bahnt man sich, nöthigenfalls unter Zerreissung feiner störender Peritonealzüge einen Weg durch die Eingeweide zum Zwerchfell, dessen Muskelpfeiler leicht kenntlich sind für den palpirenden Finger. Zwischen diesen Muskelpfeilern fühlt man die Aorta, die (vergl. die Zeichnung S. 222) hier dicht nacheinander die Artt. coeliaca und mesenterica superior abgiebt. Man setzt hier den Zeigefinger so auf, dass in den genannten Arterien und in der Bauchaorta die Pulsation aufhört. Nun wird, wie bei dem lumbalen Verfahren, der Katheter von der Femoralis aus eingeführt, der unter dem comprimirenden Finger hindurch in die Aorta thoracica gleitet; die nun injicirte Flüssigkeit wird sofort in die hier fast ausschliesslich in Betracht kommenden Intercostalarterien, und damit, unter anderen, in das Rückenmark getrieben; eine Verschleppung der Emboli in die Bauchorgane ist unmöglich; ebenso ein Hineingelangen derselben in das Gehirn, da die Richtung des Blutstromes ein Aufsteigen der injicirten Flüssigkeit bis zu den Carotiden oder der Subclavia unmöglich macht.

Es gelingt auf diese Art, rein dorsale spinale Embolien zu erzeugen; ja, man kann, wenn man will, am selben Thiere dorsale und lumbale Embolien mit verschiedenem Materiale in zweizeitiger Operation erzeugen.

Nur für den Halstheil des Rückenmarkes ist es nicht möglich, mit schwimmenden körperlichen Elementen isolirte Embolien zu erzeugen, wegen der Anastomosen mit dem Gefäßgebiete des Schädelinhaltes.

Die Injectionen wurden mit sterilisirter Spritze und Katheter vorgenommen; als Suspensionsflüssigkeit diente sterilisirte physiologische Kochsalzlösung.

Folgende körperliche Elemente kamen, ebenfalls in sterilem Zustande, zur Verwendung<sup>1)</sup>:

1. *Lycopodiumkörner* (das classische Material). Die einzelnen Körner, Pflanzensporen, besitzen den Vorzug eines fast ganz gleichmässigen Kalibers von 0,032—0,035 mm; sie zeigen eine stark gewölbte Grundfläche, auf der sich drei flach gewölbte Pyramidenflächen aufbauen (vergl. Fig. X, A.); auf der Cuticula steht ein System von feinen anastomosirenden Leisten; die Droge enthält circa 50 pCt. eines fetten Oeles, welches die Ursache der sehr geringen Benetzbarkeit mit Wasser wird. Das gelbliche Pulver schwimmt zunächst auf Wasser; es genügt indessen, die Kochsalzlösung zu erhitzen und zu schütteln, um eine gleichmässige Suspension wenigstens für die zur Injection nöthige Dauer zu erzielen. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, dass der Akt des Kochens zum Zwecke der Sterilisirung die Körner weder im Volumen noch in der Structur wesentlich verändert. Im Gewebe bleiben die Körner wochenlang mit Leichtigkeit kenntlich. —

2. Pollen von *Typha japonica* (vergl. Fig. X, B.); gelbliches Pulver; mikroskopisch: im ganzen elliptische Körner mit einer flachgehöhlten Wand; durchschnittlicher Durchmesser, der beim Kochen etwas zunimmt: 0,020—0,024 mm.

---

1) Bei der Auswahl von Drogen, die für die Zwecke der Rückenmarksembolie brauchbar sind, habe ich mich des Rathes und der Unterstützung von Herrn Prof. Schär zu erfreuen gehabt. Die Zahl der in Betracht kommenden Präparate ist gering; es kommt darauf an, wenn man nach gesetzmässigen Beziehungen zwischen Gefässquerschnitt und Caliber der Emboli sucht, dass das zur Anwendung kommende Material gleichmässig gekörnt ist, für eine Zeit lang wenigstens in wässrigen Lösungen suspendirt bleibt, dann dass man Drogen verschiedenen Calibers nach Auswahl verwenden kann, die nicht so gross sein dürfen, dass sie schon ausserhalb des Rückenmarkes stecken blieben und nicht so klein, dass sie die Rückenmarkscapillaren passiren. Als solche Durchmessergrößen wären etwa zu bezeichnen: nach oben 0,10—0,15, nach unten 0,005 Millimeter. Die Elasticität der Gefässwände ist eine sehr beträchtliche; die in Figur 10 mit D bezeichneten Kamala-Drusen passiren z. B. leicht Arterien vom Querschnitte der ebenda mit E bezeichneten.



### 3. Kamala-Drusen.

Unregelmässig kugelige Drusen von den Früchten und anderen Theilen von *Mallotus philippinensis*. Die einzelnen Körner, neben denen dickwandige, je einzellige Büschelhaare vorkommen, besitzen eine zarte Membran, die bis 60 keulenförmige Zellen mit röthlichbraunem Inhalte umschliesst (vergl. Fig. X. D. und Fig. XIII. a.).

Durchschnittlicher Durchmesser der Drusen 0,075 mm. Vor Verwendung muss man durch Sieben und Schlämmen die Büschelhaare von den eigentlichen kugeligen Körpern trennen.

### 4. Maizena-Stärke.

Nach Prüfung einer ganzen Reihe der mir von Prof. Schär freundlichst zur Verfügung gestellten Stärkeproben erwies sich Maisstärke als die geeignetste wegen des geringen Durchmessers der einzelnen Körner und der verhältnissmässig (für Stärke) geringen Schwankungen in der Grösse der einzelnen Körner (vergl. Fig. X. C.); ein ganz gleichkörniges Stärkepräparat habe ich nicht gefunden.

Die Maisstärkekörner zeigen scharf- oder gerundet-eckige Formen, meist mit centraler Querspalte oder Höhle und besitzen einen Durchmesser von 0,010—0,015 mm.

Da zur Sterilisirung Köchen ausgeschlossen war, wurde die Stärke mit Alkohol abgeschüttelt und stehen gelassen; Aussaat auf Platten (Prof. Forster) zeigte, dass die Sterilisirung für die Zwecke der aseptischen Embolie eine genügende war.

Bei der Suspension in Kochsalzlösung findet bei gewöhnlicher Temperatur keine Verkleisterung statt.

5. Sterile Emulsion von Ricinusöl in Kochsalzlösung mit etwas Gummi arabicum.

Das Kaliber der einzelnen Fetttropfen war bei mikroskopischer Messung einer Probe der zu injicirenden Emulsion ein relativ wenig schwankendes; von 0,010—0,020 mm.

Im zertrümmerten Gewebe waren die einzelnen Tropfen noch isolirt vorhanden.

### 6. Atmosphärische Luft<sup>1)</sup>. —

Die Reaction im Momente der Embolie der verschiedenen genannten Stoffe in das Rückenmark war nicht genau zu controliren, da alle Thiere narkotisirt und angebunden waren, um eine exacte Compression der Aorta in der Ruhe zu ermöglichen; der Effect unmittelbar

---

1) Angesichts der ausgedehnten Wiener Untersuchungen über Luftembolie habe ich nur ein Thier zu Vergleichszwecken mit Luft injicirt.

nach dem Erwachen aus der Narkose wird bei jedem Thiere im Protokoll angegeben werden. Regelmässig bestand in den ersten Tagen wenig oder gar keine Neigung zum Fressen — wohl eine Folge des abdominalen Eingriffes und der Narkose.

Die Wunden wurden mit Collodium bepinselt und sich selbst überlassen; kein Thier hat eine peritoneale Eiterung oder dergl. bekommen (Hunde neigen bekanntlich überhaupt sehr wenig zu Eiterung).

Die ersten so operirten Thiere gingen meist nach einer Reihe von Tagen zu Grunde; später wurde die Prognose immer besser, und eine ganze Anzahl von Hunden musste getödtet werden, zur gegebenen Zeit. Die Entleerung von Koth und Urin kam auch bei den paraplegischen Thieren meist nach wenigen Tagen von selbst in Ordnung. Bei einigen wurde durch Ausdrücken der Blase nachgeholfen. — Decubitus kam mehrfach vor.

Das möglichst sofort nach dem Tode entnommene Rückenmark kam in Formalin oder Müller'sche Flüssigkeit mit Formalin; einigen Thieren wurden in tiefer Narkose lebende Rückenmarksstücke entnommen und zum Zwecke der Fixirung von etwaigen Kerntheilungsfiguren in Chromessigsäure eingelegt. —

Was nun die technische Möglichkeit der Localisation der Embolien im Rückenmarke anbetrifft, so ist es wichtig dabei, im Auge zu behalten, dass die topographischen Verhältnisse des Rückenmarkes zum Wirbelcanal beim Hunde andere sind, als beim Menschen.

Der Hund besitzt 7 Hals-, 13 Brust-, 7 Lenden-, 3 Kreuz- und 20 bis 22 Schwanzwirbel.

Der Conus terminalis, der beim Menschen in der Höhe des II. Lendenwirbels sich befindet, reicht beim Hunde bis in den Anfangstheil des Kreuzbeincanals hinein; die Lendenanschwellung reicht etwa vom III. bis V. Lendenwirbel, so dass die lumbale Injection mit der von mir geübten Ausdehnung der Aortencompression eventuell das gesammte Lendenmark mit Embolis beschickt.

Bei den dann weiterhin ausgeführten dorsalen Injectionen ist hauptsächlich der untere Abschnitt des mittleren und der obere Theil des unteren Dorsalmarkes betheiligt.

Eine genau und absichtlich auf eine nach abgezählten Wurzelhöhen bemessene Strecke localisirte Embolie ist bei den Anastomosen der lumbalen Arterienbezirke untereinander nicht mit Sicherheit ausführbar; bei der dorsalen Injection in die Aorta thoracica ist dem Zufalle grösserer Spielraum offen, als bei der lumbalen.

Ich gebe nachstehend die Protokolle nicht gruppirt nach der

Wahl des jedesmaligen Injectionsmaterialies, sondern nach der Reihenfolge der Lebensdauer. Soweit die Thiere nicht spontan starben, wurde der Zeitpunkt ihrer Tödtung so gewählt, dass für die ersten 14 Tage fast jeder Tag mit einem, zum Theil auch mehreren Präparaten vertreten ist; die längste Lebensdauer (bei einem dann getödteten Hunde) betrug 40 Tage; eine ganze Reihe von Thieren würde, ebenso wie das letztgenannte, vermuthlich bis zum natürlichen Ende ihrer Tage gelebt haben, trotz der relativ schweren vorausgehenden Eingriffe. —

Die Daten über das klinische Bild, sowie den makroskopischen und mikroskopischen Befund gebe ich in möglichster Kürze; letzterer wird in der zusammenfassenden Würdigung der Ergebnisse ergänzt werden. Zur Verwendung kamen von Methoden fast nur die Doppelfärbung mit Hämatoxylin-Eosin, sowie die Färbung nach van Gieson — entsprechend dem wesentlich histologischen Charakter der zu lösenden Fragen; von einer Untersuchung der Strangdegenerationen nach Marchi wie von Ganglienzellenfärbung nach Nissl habe ich von vorneherein Abstand genommen. Die Ausdehnung der embolischen Zerstörung des Rückenmarkes nach dem beschriebenen Verfahren ist immerhin von so vielen Zufälligkeiten abhängig, dass einwandfreie Entscheidungen über den Einfluss der functionellen Wirksamkeit der Embolie auf einzelne Stellen nicht mit der Sicherheit möglich sind, wie sie für das Studium der Ganglienzellenveränderungen und der secundären Strangdegeneration nothwendige Voraussetzungen sein sollen. Speciell für den Nachweis, dass Degenerationen der weissen Substanz abhängig sind von Zerstörung oder Schädigung von Ganglienzellen der grauen Substanz, wäre es nöthig, durch Serienschnitte die Möglichkeit auszuschliessen, dass irgendwo die weisse Substanz selbstständig embolisch geschädigt ist. (Es gilt dies u. a. auch für die Beurtheilung von Rothmann's [l. c.] Ergebnissen.)

Wir werden später sehen, dass es in der Regel möglich ist, die Veränderungen der weissen Stränge als primäre oder secundäre, auch ohne die Marchi-Methode zu unterscheiden.

Ich habe, da andere Methoden als die Nissl'sche heute für Beurtheilung von Ganglienzellenbefunden wesentlich nicht in Betracht kommen, in meinen Protokollen von Beschreibung der Ganglienzellen überhaupt ganz abgesehen.

Die Befunde an den Hunden mit  $4\frac{1}{2}$ - und 10ständiger Lebensdauer sind oben gegeben.

Hund XII., graciles männliches Thier.

Operation nach Lamy; lumbale Injection von  $2\frac{1}{2}$  ccm Kochsalzlösung

mit etwas Lycopodium (Messerspitze). Sofort hinterher schlafe motorische und sensible Paraplegie mit fehlenden P. S. R.

Das Thier läuft auf den Vorderbeinen lebhaft umher, indem es mit gebogenem Rücken sein passives Hintertheil schlaff nachschleift.

Tod: nach 29 Stunden.

**Makroskopisch:** Dorsalmark intact; Häute frei von Blutungen. Die graue Substanz des Lendenmarkes zum grossen Theile im Zustande rother Erweichung; die weisse stellenweise, und zwar nur an der Grenze der grauen getrübt, anders gefärbt und weicher.

**Mikroskopisch:** Lendenmark: Arterien ausserhalb des Rückenmarkes ohne Veränderung. Art. spin. ant. im Sulcus ant. zeigt starke kleinzellige Infiltration der Wand, ebenso die Querschnitte und Längsschnitte ihrer Verzweigungen in der grauen Substanz (vergl. Figur XIX.). Die Mehrzahl der kleinen Randarterien ist beträchtlich erweitert, ohne Aenderung der Wandstructur. In der grauen Substanz viele Lycopodiumkörner, ausschliesslich im Innern von Gefässen. Grosse und kleine, im Gewebe infiltrirte und massive Hämorrhagien in der grauen Substanz, die stellenweise fast in vollem Umfange in hämorrhagisches, trübes, gelockertes Gewebe umgewandelt ist. Stark ausgedehnte Capillarnetze (im Bereiche der Infarctbildungen) im Zustande der Stase. Nirgends Körnchenzellen. — Die weisse Substanz zeigt um die graue Figur herum, aber auch sonst in Vordersträngen und Seitensträngen ausgedehnten Ausfall von Fasern, die im Volumen vergrössert gewesen sein müssen bei stehengebliebenem weitmaschigem Zwischengewebe. Weder Blutung noch Kernvermehrung in der weissen Substanz, keine keilförmigen Herde.

Hund XXX., männlicher grosser Pudel.

Lumbale Injection von 5 ccm Kochsalzlösung mit einer starken Messerspitze voll Kamaladrusen.

Sofort totale motorische und sensible Paraplegie mit fehlenden P. S. R.,

Das Thier ist aber munter und schleppt sein Hintertheil umher.

Am dritten Tage getödtet, nachdem vorher in tiefer Aethernarkose lebende Rückenmarksstücke (Lendentheil) entnommen und in Chromessigsäure eingelegt waren.

**Makroskopisch:** Im Arachnoidealraum hinten blutige Flüssigkeit; R. M. bunt durchschimmernd; nirgends volle Querschnittsbetheiligung, aber sehr zahlreiche unregelmässige, fleckige und keilförmige Blutungen in der grauen, streifige, meist radiär angeordnete in der weissen Substanz. Nirgends deutliche Verflüssigung des Gewebes.

**Mikroskopisch:** Zahlreiche embolische Verstopfungen mit den im Bilde auffallenden Kamaladrusen; meist deutliche Alteration der Gefässwand um die Drüsen herum (kleinzellige Infiltration der Wand selbst und in der nächsten Umgebung); Gefässwandungen von gleichem Charakter auch ohne nachweisliche Nachbarschaft von Embolis; beträchtliche Erweiterungen der centralwärts vom Embolus gelegenen Arterienzweige.

Im Bereiche des Verbreitungsbezirks verstopfter Arterien in der grauen Substanz theils völlige Nekrosen (trübes Gewebe, matt oder gar nicht gefärbte

Kerne), theils Zerklüftung und Lockerung, capilläre Stase und infiltrirte Hämorrhagien. Mässige Mengen freier weisser Blutkörperchen, zum Theil mit resorbirtem Fett. Nur ganz wenige grössere blasige Fettkörnchenzellen.

Die in Chromessigsäure gehärteten Stücke wurden in üblicher Weise behandelt und mit Delafield's Hämatoxylin gefärbt. Es fanden sich nur ganz vereinzelt Kerntheilungsfiguren und zwar ausschliesslich an Zellen von zweifellos bindegewebiger Zugehörigkeit, nämlich nur an den äusseren Gefässcheiden.

Hund XXVII., kleines Weibchen.

Lumbale Injection einer Emulsion von 3 ccm Kochsalzlösung unter Zusatz von Gummi arabicum mit 2 Ccm. Ricinusöl (sterilisirt).

Sofort schlaffe Paraplegie (motorisch, sensibel; fehlende P. S. R.). Sonstiges Befinden ungestört.

Am vierten Tage getödtet.

Makroskopisch: Häute frei; Lendenmark in toto weicher; Lendenanschwellung stellenweise quer erweicht, aber nicht röthlich, sondern graugelb; keine Hämorrhagien sichtbar.

Mikroskopisch: Nur ganz wenige arterielle Gefässerweiterungen, wenig capilläre Stase; Arterienwandungen in der grauen Substanz zeigen starke „entzündliche“ Wandveränderungen. Im Verbreitungsbezirke zahlreiche nekrotische Stellen (Verlust der Kernfärbbarkeit); stellenweise sind ganze Inseln der grauen Substanz ringsherum aus allen Verbindungen losgelöst. Im Gewebe der grauen Substanz freie rothe und weisse Blutkörperchen, sowie freie Oeltropfen; nirgends massive Hämorrhagien. Viele fetttragende Zellen mittlerer Grösse. Von der weissen Substanz zeigen die Vorderstränge am meisten gequollene und ausgefallene Axencylinder, aber nirgends in keilförmiger Herdanordnung.

Hund XX., mittelgrosses Weibchen.

Lumbale Injection von 5 Ccm. Kochsalzlösung mit einer Messerspitze Kamaladrusen.

Sofort hinterher Lähmung des Hinterkörpers, und zwar mit Muskelspannungen, Hyperästhesie und erhaltenen Reflexen. Am zweiten Tage augenscheinlich „krank“, schreit und beisst bei jeder Annäherung. Am vierten Tage todt.

Makroskopisch: Dorsaltheil ohne Veränderung; erst bei der Lendenanschwellung beginnt röthliche Injection und Hämorrhagien in der grauen Substanz in mittlerem Grade; nirgends Erweichung. — Häute frei.

Mikroskopisch: Die Veränderungen beschränken sich auf die graue Substanz; nur an einer Stelle finden sich im Hinterstrange gequollene Axencylinder.

Sehr starke arterielle Veränderungen; um die Kamalaemboli herum ausgedehnte entzündliche Arteritis (vergl. Figur XIII.); im Gewebe stellenweise eine zwiebel förmige bindegewebige Umschliessung der Emboli mit Rundzellen und Spindelzellen. — Starke Erweiterung der Arterien centralwärts und peripher von den Embolis (vergl. Fig. V.).

Die graue Substanz durchzogen von einem Netz prall gefüllter präcapil-

larer Gefässverzweigungen (vergl. Fig. IV.), bei denen nichts dafür spricht, dass es sich etwa um neugebildete Gefässe handle; zahlreiche der kleinen Gefässe sind ad maximum mit prall aneinander gepressten rothen Blutkörperchen gefüllt mit äusserst verdünnter Wandung (drohende Ruptur). Im Gewebe selbst freie rothe und weisse Blutkörperchen; an vielen Stellen herdförmige Anhäufungen von runden und eckigen, einkernigen und mehrkernigen Zellen, die zum Theil Fetttröpfchen tragen, dabei auch grosse epitheloide Zellen, wenn auch in mässiger Zahl.

Hund XIX., mittelgrosses Männchen.

Lumbale Injection von 5 ccm Kochsalzlösung mit einer Messerspitze Pollen von *Typha japonica*.

Sofort hinterher spastische Parese der Hinterbeine mit wenig gestörter Sensibilität und gesteigerten Sehnenreflexen. Am 2. Tage läuft das Thier umher, indem es bei jedem Schritte spastisch mit den Hinterfüssen am Boden streift. Springen unmöglich; beim Versuche, sich aufzurichten, Neigung zum Einknicken hinten.

Tod am 5. Tage.

Makroskopisch: Nirgends Erweichung im Rückenmarke; im Lendenmarke in der grauen Substanz stellenweise kleine rothe Punkte; an anderen Stellen leichte, gelblich bräunliche, diffuse Färbung der grauen Substanz. Häute frei.

Mikroskopisch: Arterien ausserhalb des Gewebes ohne jede Aenderung. Um die Embolie herum eine nur mässige Entzündung der Wandung, die aber stellenweise als kleinzellige Infiltration über die Gefässwand weg sich auf die Umgebung erstreckt. — In der grauen Substanz kleine Höhlenbildungen mit Localisation vorwiegend im Centrum der beiden Vorderhörner, bei gesund gebliebener Randzone derselben. Die Höhlen sind etwa 3—4 mal so lang als breit (auf Querschnitten Kreise, auf Längsschnitten lange Ellipsen) und besitzen im Innern ein Gerüstwerk von stehengebliebenen Blutgefässen. Die Maschen sind ausgefüllt mit zusammenhängenden nekrotischen Gewebspartien, mit fettigem Detritus, rothen und weissen Blutkörperchen (letztere zum Theil mit Fett beladen), losen Gliazellen und grossen epitheloiden Zellen von demselben Charakter, wie sie die Gefässe im Lumen der Höhlen von aussen umkleiden.

In verschiedenen venösen Gefässen findet sich neben rothen Blutkörperchen eine Anhäufung von ein- und mehrkernigen Zellen, deren Grösse die durchschnittliche von Leukocyten überschreitet und die zum Theil Fetttröpfchen tragen (vergl. Figur XXV. und A. in der Zeichnung auf Seite 246. Auf die Deutung dieses Befundes komme ich unten zurück.)

In der weissen Substanz grosse keilförmige Herde mit Quellungen der Axencylinder und weitmaschigem Ausfall desselben.

Hund XIV., grosses Männchen.

Lumbale Injection von 5 ccm Kochsalzlösung mit einer Messerspitze *Lycopodium*. — Schlaffe Paraplegie. — Tod am 6. Tage.

Makroskopisch: Von der Lendenanschwellung abwärts hinten im

Duralsacke freies geronnenes Blut; graue Substanz im mittleren und unteren Lendenmark auf ca. 2 cm Länge rothgrau erweicht; oberstes Lendenmark und höhere Abschnitte ganz intact.

Mikroskopisch: Locale Gefässreaction in unmittelbarer Berührung mit den Embolis mässig. Auffallend starke arterielle Hämorrhagien centralwärts von den Verstopfungen: freie Blutungen im Sulcus anterior, sowie unmittelbar nach Eintritt der vorderen Centralarterie in das Rückenmark. Man sieht hier sowohl das Lumen der Arterie, wie die Lymphscheide ad maximum prall gefüllt, und ausserhalb der Scheide freies Blut im Gewebe. — Auch der Tractus arteriosus anterior aussen prall gefüllt, ebenso die kleinen Randarterien und das Capillarnetz der grauen Substanz. — Viele Lycopodiumkörner sichtbar. — Die graue Substanz zeigt theils Nekrose, theils kleine Höhlenbildungen, die stellenweise auch auf das ventrale Hinterstrangfeld übergreifen. In den Höhlen Detritus, Blutkörperchen, mässige Menge grosser Körnchenzellen; an der Grenze des normalen Gewebes glasig gequollene Gliazellen; die Gefässwände, soweit sie frei in das Lumen der Höhlen hineinragen, stark besetzt mit grossen epithelioiden Zellen.

Von der grauen Substanz ist in mehreren Höhen nur der vordere äussere Zipfel der Vorderhörner intact geblieben. Die weisse Substanz ist verändert, theils im räumlichen Anschluss an die graue, theils selbstständig in Form rundlicher und keilförmiger Herde mit immer dem gleichen histologischen Bilde: Quellungen und Ausfall von Axencylindern, Trübung und Quellung des Zwischengewebes, geringe Kernvermehrung (vergl. Figur XXIII.).

Hund XXIII., weiblicher Terrier.

Lumbale Injection von 5 Ccm. Kochsalzlösung mit 1 Messerspitze Mäuzena. — Schlaife Paraplegie. — Getödtet am 6. Tage.

Makroskopisch: Häute frei; von der Lendenanschwellung abwärts graue Substanz roth erweicht, fliessend; darüber auch in der weissen Substanz verschiedene kleinere hämorrhagische Herde ohne Gesetzmässigkeit in der Anordnung.

Mikroskopisch: Keine nennenswerthen Gefässerweiterungen centralwärts von Verstopfungen. Starke „entzündliche“ Gefässveränderungen um die Stärkekörner herum; in der grauen Substanz beträchtliche capillare Stase mit viel freien rothen Blutkörperchen im Gewebe; in den hämorrhagischen Herden Körnchenzellen reichlich; wenig freie Gliazellen, wenig Leukocyten. In der weissen Substanz grosse und kleine Erweichungsherde, auch nekrotische Stellen. Centralcanal angefüllt mit feinkörnigem Detritus, rothen und weissen Blutkörperchen, sowie einzelnen Körnchenzellen. Körnchenzellen sowie fetttragende Leukocyten auch in den Gefässcheiden.

Hund XXXI., kleines Männchen.

Lumbale Injection von  $2\frac{1}{2}$  Ccm. Kochsalzlösung mit wenig Kamala. — Spastische Paraplegie. Hinterbeine stehen im Sitzen gekreuzt und steif nach vorne, so dass dem Thier beim Fortbewegen die Vorderbeine mit den steifen Hinterbeinen in Conflict gerathen. Sensible Hyperästhesie; lebhafte Sehnenreflexe. — Im Uebrigen volles Wohlbefinden. — Am 6. Tage ge-

tödtet, nachdem vorher in Narkose lebende Rückenmarksstücke für Chromessigsäure-Fixirung entnommen waren.

**Makroskopisch:** Häute hinten blutig; weisse Substanz ganz frei; die graue Substanz ist in fast der ganzen Länge des Lendenmarkes röthlich, leicht eingesunken auf dem Querschnitt, wenn auch nicht hämorrhagische Stellen dazwischen eingeschoben sind.

**Mikroskopisch:** In der weissen Substanz nur kleine herdförmige Erweichungen ohne Gesetzmässigkeit der Vertheilung. Die graue Substanz stellenweise fast in ganzer Ausdehnung verwandelt in lose gefüllte Höhlen mit einem Gerüstwerk von Kernen, nicht prallgefüllten Gefässen, zwischen dessen Maschen neben Detritus und rothen Blutkörperchen sich fetttragende Zellen in allen Grössen vorfinden. Die Gefässe selbst sind dicht besetzt mit meist flachen, grossen Zellen, die zum Theil in Ablösung begriffen sind; das Vorhandensein von Sprossenbildung, welche man an manchen Stellen zu sehen glaubt, will ich nicht mit Sicherheit behaupten; absolut beweisende Bilder aufzufinden, ist mir nicht gelungen. Die genannten freien Zellen zeigen die beträchtlichsten Grössendifferenzen; am kleinsten sind ein Theil der Leukocyten und die Gliazellen, welch' letztere als solche namentlich dann kenntlich sind, wenn sie am Rande der Höhle liegen und mit den noch im Gewebe fixirten direct vergleichbar sind; den grössten Durchmesser besitzen die colossalen mit Fett vollgestopften blasigen Körnchenzellen mit 1—3 Kernen.

Bei dem Suchen nach Kerntheilungsfiguren ergibt sich nun, dass dieselben in dem am 6. Tage getödteten Hunde viel reichlicher vertreten sind, als in dem Präparat vom 3. Tage. In jedem Schnitte von 0,012—0,015 mm Dicke finden sich 5—8, und zwar in bestimmter Vertheilung. Keine einzige findet sich an Ganglienzellen; mit voller Sicherheit habe ich auch keine in Kerntheilung befindliche Gliazelle nachweisen können, während an der Scheide der Gefässe und an den freien epitheloiden Zellen in deren Nachbarschaft Kerntheilungen leicht zu finden sind. Am häufigsten sieht man hier die Tonnenfigur, die Anordnung in Form der Aequatorialplatte, Knäuelbildungen und sternförmige Figuren u. s. w.

Hund XXI. Lumbale Injection von 5 ccm Kochsalzlösung mit etwas Kamala.

Nach der Erholung aus der Narkose hinten unsicher und „staaksig“, läuft aber umher; nach 5 Tagen ist nur noch eine gewisse Unsicherheit beim Abspringen übrig geblieben, die sich täglich bessert. — Getödtet nach 8 Tagen.

**Makroskopisch:** Keinerlei Veränderungen erkennbar.

**Mikroskopisch:** Mässige Erweiterung der Arterien centralwärts von den im Ganzen wenig zahlreichen Embolis; um dieselben herum zwiebel förmige Abkapselung, und diffuse, eine Strecke weit reichende entzündliche Infiltration der Gefässwandungen. Kaum nachweisbare Gewebsveränderungen in der grauen, eine mässige Anzahl kleiner Herde in der weissen. — An verschiedenen Venen massive Ausfüllung der erweiterten Lymphscheiden mit runden



und eckigen, ziemlich grossen Zellen, ohne ersichtlichen Zusammenhang mit den Gefässwandungen.

Hund XV. Lumbale Injection von 5 ccm Kochsalzlösung mit 1 Messerspitze voll *Lycopodium*.

Hinterher motorische und sensible Paraplegie, fehlende P. S. R. — Tod am 11. Tage.

**Makroskopisch:** Vom unteren Dorsaltheil an abwärts im Duralsacke freies geronnenes Blut, in Längsstreifen; Lendenanschwellung auf  $2\frac{1}{2}$  cm Länge total graugelb erweicht; in den unmittelbar darüber und darunter gelegenen Höhen blutig gefüllte Höhlen und hämorrhagisch streifige Zeichnungen in der grauen Substanz, aber auch stellenweise in der weissen.

**Mikroskopisch:** In den Ebenen voller Querschnittserweichung von der normalen Structur nichts mehr kenntlich. Die vordere Centralarterie wie die von den Tractus posterolaterales stammenden Arterien zeigen Wandverdickung und kleinzellige Infiltration, die über die Gefässwand hinausgreift; manche der hinteren seitlichen Arterien sind enorm erweitert und mit *Lycopodium*körnern geradezu vollgestopft (vergl. Figur VI.); die Meningen sind verdickt und kleinzellig infiltrirt. Das Querschnittsbild ist erfüllt mit gelblichem, fettigem Detritus, weissen Blutkörperchen in grosser Zahl und massenhaften grossen blasigen Körnchenzellen, mit 1—3 Kernen, die mit Vorliebe an dem einen Pole der meist leicht elliptischen Zellen gelagert sind.

An anderen Stellen finden sich volle Nekrosen, die durch ein zellreiches Gewebe mit verdickten Gefässwandungen umschlossen werden.

Auf Längsschnitten zeigen die centralen Blutungen länglich elliptische, säulenförmige Gestalt; im Bereiche derselben ist nichts von der Structur des Grundgewebes mehr zu erkennen — (vergl. Figur III.).

Hund XXII., kleines Weibchen.

Dorsale (cfr. oben!) Injection von 5 Ccm. Kochsalzlösung mit 1 kleinen Messerspitze Pollen von *Typha japonica*. Hinterher: spastische Lähmung beider Hinterbeine, gesteigerte Sehnenreflexe.

Am 2. Tage bewegt sich das Thier wieder umher, schleift dabei die steif nach vorn gerichteten, oft gekreuzten Hinterbeine, die ihm beim Gehen zwischen die Vorderbeine gerathen, umher. — Tod am 12. Tage.

**Makroskopisch:** Rückenmark nirgends erweicht; Zeichnung überall gut erhalten; im mittleren Dorsaltheil in der grauen Substanz kleine punktförmige Häorrhagien, und streifig gelbliche Zeichnungen in der weissen. Lendentheil ganz normal. — Häute frei.

**Mikroskopisch:** In der grauen Substanz keine Veränderungen ausser den schon makroskopisch sichtbaren kleinen Häorrhagien. Die weisse Substanz ist in beträchtlichem Umfange betheiligt. In den Hintersträngen ausgedehnte Zerstörung, im übrigen weissen Mantel massenhafte grosse blasige Lücken in Folge Ausfalls gequollener Fasern (vergl. Figur XII.).

Die kleinen herdförmig erweichten Stellen in der weissen Substanz zeigen auch am Zwischengewebe deutlich Veränderungen, namentlich Vermehrung

der Kerne; stellenweise sehen die Gliazellen in Folge von Fettaufnahme aus wie Körnchenzellen (vergl. Figur XXIV.).

Die arteriellen Gefässe sind wenig verändert; es finden sich kaum entzündliche Vorgänge an ihnen, auch wenig Erweiterungen.

Hund XI., weiblicher Pintscher.

Lumbale Injection von 5 ccm Kochsalzlösung mit 1 Messerspitze Pollen von *Typha japonica*. Tags darauf spastische Paraplegie; Stellung der Hinterbeine, wie bei Hund XXII.; lebhafte Schmerzensäusserungen bei passiven Bewegungen der Hinterbeine. Die eigenthümliche Stellung derselben dauerte an bis zum Tode.

Am 14. Tage getödtet.

Makroskopisch: Häute und Dorsalmark frei.

Von Beginn des Lendenmarkes bis unterhalb der Anschwellung sinkt die graue Substanz ein, theils ein-, theils doppelseitig; die betreffenden Stellen sind durchscheinend und leicht rosa gefärbt; keine zerfliessenden Stellen; keine zweifellosen Hämorrhagien. Weisse Substanz nur am Hinterhorn in Farbe und Consistenz verändert.

Mikroskopisch: Arterien zeigen mehrfach um Pollenkörner herum zwiebelförmige Einscheidungen der Emboli; stellenweise freie Pollenkörner im zertrümmerten Gewebe.

Die graue Substanz besteht stellenweise nur aus einem schmalen normalen Saume; der Rest ist umgewandelt in eine lose gefüllte Höhle, die auch in das ventrale Hinterstrangfeld übergreift. In den Höhlen steht ein Gerüstwerk von wenig gefüllten Gefässen, deren Scheiden in starker Zellproliferation begriffen sind; im Gegensatz dazu ist das Gliagewebe am Rande der Höhlen fast ganz reactionslos; abgerissene Gliafaserenden ragen in die Höhlung; keine oder keine wesentliche Kernvermehrung in der Umgebung. Die Höhlen sind fast nur mit Zellen, nicht mehr mit Detritus ausgefüllt; keine freien rothen Blutkörperchen mehr. Die Zellen sind kenntlich theils als lose Gliazellen mit schmalem, aber fetttragendem Leibe, theils als grosse, blasige 1–3kernige Körnchenzellen, mit vorzugsweise excentrischer Lagerung der Kerne.

In der weissen Substanz vielfach Herde weitmaschigen Gewebes ohne starke Alteration des Zwischengewebes, mit Vorliebe in den Vorderseitensträngen. —

Hund V., kleines weibliches Thier.

Dorsale Injection von 5 ccm Kochsalzlösung mit wenig Kamala.

Tags darauf spastische Paraparese der Hinterbeine mit beträchtlicher Steigerung der Sehnenreflexe. Nach zwei Tagen der Gang besser, aber spastisches Anstreifen der Hinterbeine und tiefes Einknicken hinten bei Springversuchen. Nach 14 Tagen Gang fast normal; gleitet bei Wendungen aus und schleppt das linke Bein etwas nach; Reflexsteigerung unverändert.

Getödtet am 17. Tage.

Makroskopisch: Häute und weisse Substanz frei. Graue Substanz im mittleren und unteren Dorsalmark stellenweise etwas eingesunken, gelbgrau-röthlich gefärbt; keine rothen Hämorrhagien mehr. — Lendentheil frei.

Mikroskopisch: Arterien wenig erweitert; in der grauen Substanz keine Erscheinungen capillärer Stase. Arterienwandungen (speciell vordere Centralarterie im Sulcus) mit mehrfachen Reihen von runden und eckigen Zellen eingescheidet; einzelne Emboli zwiebelschalenartig von bindegewebigen Spindelnzellen eingeschlossen.

In der grauen Substanz hantelförmige Höhlen (Taille hinter dem Centralcanal), mit dem bei Hund XI. beschriebenen Inhalte. Grosse keilförmige Erweichungsherde in den Vordersträngen und in den Seitensträngen.

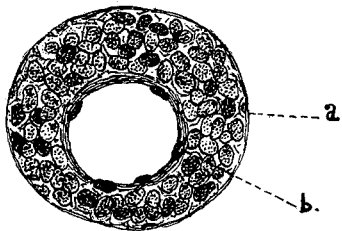
Hund XVII., grosse, junge männliche Dogge.

Lumbale Injection von atmosphärischer Luft (Menge wegen nicht absoluter Dichtigkeit der Spritze nicht genau anzugeben).

Sofort darnach vorübergehend vollkommene Paraplegie des Hinterkörpers; Tags darauf hinten unsicher und etwas steif im Gang, aber keine Lähmung mehr. Am 21. Tage Injection von 100 Ccm. Luft in die Aorta von der Carotis aus. Hinterher Coma, erst Pulsverlangsamung, dann Beschleunigung; Stehen unmöglich. Tod im Coma nach einigen Stunden (am 21. Tage nach der spinalen Injection).

Makroskopisch: Am Rückenmark keine Veränderung.

Mikroskopisch: Nur im Bereiche der Lendenanschwellung Anomalien, und auch hier nur an den Gefässen. Im Gewebe keine Anomalien; dagegen sind die aus der grauen Substanz führenden Venen durch pralle Füllung ihrer Lymphscheide eingescheidet von grossen, meist runden, zum Theil eckigen, einkernigen Zellen mit meist nur schmalem, vereinzelt aber noch körnchentragedem Leibe. Man sieht sowohl die Gefässwand, wie die äussere bindegewebige Lamelle der Scheide und kann feststellen, dass die Zellen weder der einen, noch der anderen zugehören. (Vergl. nachstehende Zeichnung.)



Auf die Deutung dieses Befundes komme ich unten zurück.

Hund XVIII., mittlerer Pudél.

Lumbale Injection von 5 ccm Kochsalzlösung mit 1 Messerspitze voll von *Typha japonica*. Hinterher spastische Paraparese und Stellung der Hinterbeine wie Hund XI. und XXII.

Nach 12 Tagen ist das Thier wieder sehr mobil, trotz seiner steifen, ganz unbrauchbaren Hinterbeine, übersteigt z. B. die  $\frac{1}{2}$  Meter hohe Wand seines

Käfigs; später wurde das linke Bein etwas gebrauchsfähig, das rechte blieb spastisch gelähmt bis zum Tode.

Getödtet am 40. Tage.

**Makroskopisch:** Häute und Dorsaltheil frei. Im Lendenmarke ist das Vorderhorn bald rechts, bald links eingesunken, leicht rostfarben, durchscheinend, ebenso, in geringerem Grade, der grauen Substanz benachbarte Fleckchen der weissen.

**Mikroskopisch:** An den arteriellen Gefässen keine Erweiterungen; wenig entzündliche Wandveränderungen. In der grauen Substanz grosse ausgebuchtete, theils hantelförmige, theils H-förmige Höhlen, die auch in die weisse Substanz, mit Vorliebe in das ventrale Hinterstrangfeld übergreifen; der Rand der Höhlen in der grauen Substanz fast ganz reactionslos, soweit nicht ein Gefäss die Grenze bildet. Im Innern der Höhlen steht ein grobes Gerüstwerk von Gefässen mit stark zellbesetzter Scheide; zwischen den Maschen finden sich ausschliesslich grosse epitheloide Körnchenzellen, mit vorwiegend excentrisch gelegenen Kernen, zum Theil kernlos in Gestalt colossaler durchscheinender Blasen mit Vacuolen und Fettkörnchen. In der weissen Substanz ebenfalls selbstständige Höhlen von kleineren Dimensionen, angefüllt mit Zellen von gleichem Charakter.

---

Vor einer Besprechung der Ergebnisse vom histologischen Gesichtspunkte aus wollen wir versuchen festzustellen, ob sich aus dem Mitgetheilten Gesetzmässigkeiten in der Vertheilung der Emboli verschiedenen Calibers auf dem Querschnitt, speciell in dem Verhältniss der Betheiligung der weissen zur grauen Substanz erkennen lassen.

Die am menschlichen Rückenmarke gewonnenen Anschauungen über die Art der Gefässversorgung lassen sich natürlich nicht ohne Weiteres auf den Hund übertragen; ich habe es mir daher angelegen sein lassen, zunächst die Gefässverhältnisse des Hunderückenmarkes auf Grund von Farbstoffinjectionen zu untersuchen<sup>1)</sup>. Ueber die gröberen Gefässbeziehungen des Hunderückenmarkes geben die betreffenden Lehrbücher Auskunft (Ellenberger und Baum z. B.).

Am Halsmarke bestehen für die makroskopische Betrachtung besondere Verhältnisse insofern, als der II. und III. spinale Ast der Arteria vertebralis besonders stark ist und im Wirbelcanale mit den gegenüberliegenden zusammen einen Gefässkranz bildet, aus dessen

---

1) Eine genaue Mittheilung der am Hunde und Kaninchen am Rückenmarke gewonnenen Ergebnisse vom vergleichend anatomischen Standpunkte aus, erscheint demnächst mit Zeichnungen in Schwalbe's „Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie“. Bd. I. Heft 2.

proximalem Winkel die Art. basilaris cerebri, aus dessen distalem Winkel die Art. spinalis anterior (Tractus arteriosus anterior) entspringt.

Für den Dorsaltheil und den Lendentheil führen die Verzweigungen der Intercostal- und Lumbalarterien das Blut durch die die Wurzeln begleitenden „Radicalarterien“ an das Rückenmark selbst heran. — Für die weitere Beschreibung folge ich meinen eigenen Präparaten.

Zuerst wurde von der Aorta aus eine Totalinjection des in warmem Wasser liegenden soeben getödteten Thieres vermittelt eines Apparates von constantem Druck vorgenommen (als Material diente blaue Leimmasse von Dr. Grübler-Leipzig). Die Injection gelang in jeder Beziehung vollständig.

Makroskopisch liess sich zunächst feststellen, dass die von Kadyi für das menschliche Präparat gegebene Beschreibung der Gefässvertheilung aussen auf dem Rückenmarke beim Hunde nicht wesentlich anders ist; die vorderen Radicalarterien sind weniger an der arteriellen Zufuhr betheiligt als die hinteren; 3 Hauptgebiete arterieller Natur existiren aussen: der Tractus arteriosus anterior (früher Arteria spinalis anterior) und die beiden Tractus posterolaterales. Ausserdem finden wir noch feine längsgeordnete Züge zwischen den genannten Tractus. Zahlreiche Anastomosen verknüpfen das gesammte äussere arterielle Gefässnetz, dessen Aeste im Dorsaltheile dünneren Durchmesser aufweisen, als im Gebiet des Hals- und Lendenmarkes. — Für das Studium der Querschnittsverhältnisse genügt die allgemeine Injection des Rückenmarkes; es gelingt nach einiger Uebung leicht, Arterien und Venen an der Art der Verästelung, Schlängelung u. s. w. mit Sicherheit von einander zu unterscheiden, obgleich sie mit derselben farbigen Masse gefüllt sind. Ueber die Frage der Möglichkeit des anastomotischen Ausgleiches zwischen verschiedenen Höhen des Rückenmarkes (cf. Stenson'scher Versuch) giebt die allgemeine Injection keine Auskunft. Ich habe deshalb zwei Hunde in besonderer Weise injicirt, den einen, indem der Katheter in die Aorta abdominalis so eingebunden wurde (durch Ligatur unterhalb der Renales und oberhalb der Iliacae), dass für die farbige Masse nur die lumbalen Arterien als Weg zum Rückenmarke offenstanden, den anderen so, dass nur ein Theil der Intercostalarterien die einzige Bahn bildete.

Es wurde dabei das im Niveau der betreffenden Arterien liegende Stück Rückenmark voll injicirt, die höheren und tieferen Theile nur nach Maassgabe der vorhandenen und gangbaren anastomotischen Längsverbindungen.

Bei der so ausgeführten lumbalen Injection ergab sich darüber folgendes: Das Lendenmark ist ganz injicirt; darüber hört bald in den

hinteren seitlichen Tractus die blaue Masse auf, während der Tractus anterior bis in das oberste Dorsalmark prall gefüllt ist. Dass der Transport der Injectionsmasse nicht durch die Radicalarterien von aussen her erfolgt, beweist deren geringe, grossentheils ausgebliebene Füllung.

Bei der dorsalen Injection ist, ausser der prallen Füllung der Rückenmarksarterien im Niveau der Injection, die blaue Masse im Tractus anterior bis fast an beide Enden des Rückenmarkes fortgeschritten, während sie in den seitlichen hinteren Tractus das Injectionsniveau nur um wenige Wurzelhöhen nach oben und unten überschreitet.

Die beiden Versuche, bei denen nur ganz mässiger Druck (nirgends Extravasate der Injectionsmasse!) zur Anwendung kam, zeigen, dass das Rückenmark des Hundes im Stande ist, auf dem Wege der Längsanastomosen auf weite Strecken hin, etwaige Circulationsbehinderungen grober Natur (z. B. Aortenabklemmung) auszugleichen; sie zeigen, warum der Stenson'sche Versuch bei Hunden nicht gelingen kann. —

Für unsere speciellen Zwecke kommen nun die Längsanastomosen weniger in Betracht; uns interessirt hier am meisten die Gefässvertheilung auf dem Querschnitte. Zum Studium derelben empfiehlt es sich, möglichst dicke Schnitte herzustellen (0,10—0,20 mm); nach Kadyi's Vorgang habe ich auch sehr viel dickere von 1–1,5 mm Dicke angefertigt, die in Xylol aufgehellt und in Canadabalsam ohne Deckglas aufbewahrt, ausgezeichnete Uebersichtsbilder abgeben. Ergänzt wurden die Querschnittsbilder durch frontale, sagittale und schrägsagittale Längsschnitte von der gleichen beträchtlichen Dicke.

Es ergibt sich auf Querschnitten zunächst, dass der Tractus anterior beim Hunde im Caliber nicht in dem Maasse die hinteren und seitlichen Tractus überwiegt, wie dies beim Menschen der Fall ist, wenn er auch immerhin noch grösseren Durchmesser hat; an vielen Stellen weisen letztere annähernd den gleichen Arterienquerschnitt auf, wie der vordere Tractus. — Diesem kommt nun in erster Linie die Versorgung der grauen Substanz zu. Er entsendet in den Piafortsatz der Incisur diejenigen arteriellen Zweige, die als „vordere Centralarterie“ in der vorderen Commissur in das Rückenmark selbst eintreten. Eine Gabelung nach rechts und links findet hier in der Regel nicht statt, obgleich es häufig diesen Anschein hat, der dadurch erweckt wird, dass zwei unter einander liegende Gefässe optisch in eines projicirt werden. Die vordere Centralarterie versorgt nun in der Regel nur einen Theil der grauen Substanz und zwar den Bezirk der eigentlichen Vorderhörner und ein Verbindungsstück zwischen beiden, welches häufig einen Sporn bis zum Anfangstheil des Septum posterius entsendet; ausserdem giebt die vordere Centralarterie kleine

Aestchen ab zum Vorderstrang und versorgt von der weissen Substanz eventuell die dem Vorderhorn anliegenden Theile, manchmal aber nicht einmal die ganzen Vorderhörner, sondern nur deren mittleren Theil, so dass der Rest, besonders oft der vordere äussere Zipfel, der Versorgung durch Randarterien zufällt. Nach dem Eintritt in die graue Figur gabelt sich die Centralarterie in der Regel in zwei verticale Aeste, von denen dann erst die weitere Verzweigung in die Vorderhörner stattfindet. Auf diese Weise gewinnt der Verbreitungsbezirk der vorderen Centralarterien in der grauen Substanz eine säulenförmige Gestalt (genau wie beim Menschen). Die von den seitlichen und hinteren Tractus entspringenden sogenannten „Randarterien“ sind beim Hunde relativ bedeutender, als beim Menschen; der grössere Theil derselben erreicht die graue Substanz, häufig, ohne unterwegs einen einzigen Ast abzugeben; der kleinere Theil verzweigt sich in der weissen Substanz. Besonders grosse Randarterien treten, den vorderen und hinteren Wurzeln parallel, in Vorderhorn und Hinterhorn ein; ein weiterer mit einer gewissen Regelmässigkeit beschrittener Weg ist das Septum zwischen Goll'schem und Burdach'schem Strang. — Arterielle Anastomosen fehlen vollkommen auf dem Querschnitte. —

Das Capillarnetz ist in der grauen Substanz ein drei- bis viermal dichteres, als in der weissen; die Züge desselben erweisen sich als hauptsächlich in der Längsrichtung des Rückenmarkes angeordnet; die graue Substanz ist annähernd gleichmässig von Capillaren durchzogen; nur um den Centralcanal herum liegt ein Ring von gefässlosem Gewebe.

Die Venen, kenntlich an grossem Durchmesser, mangelnder Schlingung, baumförmiger Gabelung zeigen auch die Vorliebe für Längsanordnung; längs der Kanten der grauen Säulen bilden sie lange verticale Stämme, zu welchen die kleinen Aeste aus der grauen Substanz sich sammeln.

Constant in ihrer Lage ist von Venen eigentlich nur die Centralvene, die das Blut aus den mittleren Theilen der Vorderhörner und der Taille der grauen Figur sammelt und in dem vorderen Piafortsatz das Rückenmark verlässt; sonst sind am regelmässigsten grosse Venen, welche die Vorderhörner nach vorne und aussen verlassen und, bei breiten Vorderhörnern, wie in den Anschwellungen, häufig jederseits doppelt vorhanden sind, sowie Venen, die aus der Gegend der Clarke'schen Säulen durch die Hinterstränge in geschwungenem Verlaufe die hintere Oberfläche des Markes erreichen.

Der Querschnitt der Venen addirt ist beträchtlich grösser, als der der Arterien in gleichem Niveau; es halten sich auch die Venen keines-

wegs an den Verbreitungsbezirk bestimmter Arterien. Bei isolirter Injection des Tractus anterior z. B. füllen sich sowohl die Venen aus den Vorderhörnern zur Pia, wie die Centralvene. Diese Einrichtung ist augenscheinlich sehr geeignet, das Rückenmark vor venöser Stauung zu schützen. — Alles in Allem ist in functioneller Beziehung das Rückenmark des Hundes dem menschlichen darin gleich, dass seine Arterien auch „Endarterien“ sind, d. h. dass dieselben auf dem Querschnitte keine Anastomosen untereinander eingehen vor Auflösung in die capillare Endausbreitung; das Hunderückenmark unterscheidet sich darin vom menschlichen, dass die vordere Centralarterie, wenn sie auch einen grossen Theil der grauen Substanz versorgt, doch keineswegs das im menschlichen Rückenmarke vorhandene Uebergewicht besitzt; sie ist mehr als dort „prima inter pares“; die graue Substanz ist in ziemlich weitem Umfange in ihrer Ernährung abhängig von den peripheren Randarterien. Das menschliche Rückenmark ist, vom entwicklungsgeschichtlichen Standpunkte, höher differenzirt; ursprünglich ist ja, da die vordere Incisur durch das Zusammenstossen zweier Flächen von Rückenmarksperipherie entsteht, auch die vordere Centralarterie eine Randarterie, und diesem ursprünglichen Verhalten steht der Hund näher, als der Mensch. —

---

Wenn wir aus den kurz zusammengefassten anatomischen Ergebnissen für die Frage der Embolie die allgemeinen Consequenzen ziehen, so erkennen wir leicht, dass vereinzelte Emboli, die so gross sind, dass sie in den Intercostal- oder Lumbalarterien, in den Radicalarterien oder selbst in einem der Tractus an der Aussenfläche des Hunderückenmarkes stecken bleiben, keine Functionsschädigung zu machen brauchen, da dann immer noch jenseits der Verstopfung die Möglichkeit anastomotischen Ausgleiches bleibt; ganz anders liegt die Sache für Emboli, die in eine der Rückenmarksarterien in der Substanz des Rückenmarks hineingelangen. Hier ist, falls der Embolus seiner Gestalt nach das Arterienlumen völlig verlegt, nothwendiges Resultat ein Erlöschen der arteriellen Blutzufuhr im Bezirke der Arterie mit allen ihren Consequenzen.

Unter dem von mir angewendeten embolischen Materiale war das grösste (Kamaladrusen) noch im Stande, in die eigentlichen Rückenmarksarterien selbst einzudringen; ja, diese grosse Kugeln, die den Durchmesser einer Randarterie im Präparate eventuell um das 6 bis



8 fache übertreffen, passiren dieselben häufig genug. Abgesehen von der Elasticität der arteriellen Wände kommt dabei noch etwas anderes in Betracht; sobald ein Embolus festsetzt, tritt eine Erweiterung des distalen Gefässendes ein, wenn auch erst nach Stunden, und es ist sehr wahrscheinlich, dass ein noch nicht fixirter, glatter Embolus, wie z. B. die kugeligen Kamaladrusen, dann noch nachträglich vom arteriellen Drucke, der hinter ihm herrscht, in dem erweiterten Gefässe bis zur nächsten engen Stelle vorwärts geschoben wird. Dies kann sich mehrfach wiederholen, bis diese „Embolie in Etappen“ endlich das Capillargebiet der Arterie erreicht. Für diesen Modus spricht, dass man öfters bei Anwendung der Drogen, die entzündliche Reaction der Wand erzeugen, wie z. B. Kamala, in Gefässen, an deren distalem Ende der Embolus sitzt, unterwegs Veränderungen findet, die aussehen, als wenn dort eine Zeitlang der embolische Reiz gewirkt hätte.

Des weiteren zeigte sich, dass zur Entscheidung der Frage der Vertheilung der Emboli nach ihrem Caliber auf weisse und graue Substanz die sehr massenhafte Embolie unbrauchbar ist; es füllen sich in dem Falle, der zur totalen Querschnittserweichung führt, eben alle Arterien ohne Auswahl mit embolischem Materiale. Anders bei mittleren Dosen corpusculärer Embolie, wenn die körnchenführende Flüssigkeit nicht rein, sondern mit Blut reichlich gemischt, an und in das Rückenmark gelangt, was man durch allmähliges Loslassen der oberen Compressionsstelle der Aorta bei der Injection erreichen kann. Wenn man nun auch dem Zufall einen gewissen Spielraum bei den oben mitgetheilten Versuchen zugestehen muss, so kommt man doch zu bestimmten Anschauungen über gesetzmässiges Verhalten.

Je grösser der Durchmesser des embolischen Materiales, um so mehr bestehen bei der immerhin vorhandenen Caliberdifferenz zwischen Centralarterie und Randarterien Aussichten für isolirte oder doch vorwiegende Bethheiligung der grauen Substanz, während die kleineren und kleinsten Körner graue und weisse Substanz embolisch treffen; da nun von den Randarterien beim Hunde die grössere Anzahl die graue Substanz erreicht, nur die kleinere nicht, ist auch für das Material, welches seinem kleinen Durchmesser nach leicht in dieselben geräth, die Chance, die graue Substanz zu erreichen, grösser, als die für die weisse.

In jedem Falle also, man mag embolisches Material wählen, welches man will, wird die graue Substanz in erster Linie theilhaftig sein; diese theoretisch einleuchtenden Verhältnisse finden in den oben mitgetheilten Ergebnissen ihre Bestätigung. — Für das menschliche Rückenmark ist die vordere Centralarterie mit ihrem den Durch-

messer der anderen Arterien weit übertreffenden Lumen noch mehr disponirt, embolisches Material zu fangen, und damit eine Schädigung der grauen Substanz herbeizuführen. —

Im Einzelnen spiegelt sich in meinen Präparaten die Art der arteriellen Blutversorgung des Rückenmarkes sehr deutlich wieder auch in Lage und Ausdehnung der embolisch erzeugten Herde im Gewebe. Die Höhlen in einem der Vorderhörner entsprechen der einseitigen Embolie einer vorderen Centralarterie; die hantelförmigen Höhlen der grauen Substanz der Verstopfung zweier in gleichem Niveau rechts und links verlaufenden Centralarterien; die Höhlen sind auf Längsschnitten der grauen Substanz länglich elliptisch entsprechend der verticalen Ausdehnung der ersten Verzweigungen der Centralarterien. In der weissen Substanz finden wir ein Uebergreifen der Necrose oder der Höhlenbildung auf die Grenzgebiete dann, wenn die Centralarterie auch diese mitversorgt, während die selbstständigen Herde in der weissen Substanz in Folge Verstopfung radiär verlaufender Randarterien meist die bekannte spitze Keilform (Basis nach aussen) besitzen. Das eigentliche Randgebiet der weissen Substanz aussen scheint verhältnissmässig gut gegen embolische Veränderungen geschützt zu sein.

Die Unterscheidung, ob Veränderungen in der weissen Substanz primär d. h. von einer embolischen Verstopfung einer Arterie der weissen Stränge selbst abhängig, oder ob sie secundären Ursprunges d. h. die Folge des Unterganges von Ganglienzellen der grauen Substanz sind, ist in der Regel nicht schwer.

Bei völliger Zerstörung der grauen Figur sind mit den einfachen histologischen Färbungsmethoden in den ersten Tagen in den weissen Strängen gar keine secundären Veränderungen zu constatiren; auch später, wenn sie vorhanden sind, finden sich dabei kaum jemals die Bilder von weitmaschigem, trübem Zwischengewebe, völlig ausgefallenen Fasern u. s. w., Bilder die bei der primären Degeneration schon am 2. Tage völlig ausgebildet sind.

Die Variabilität der Herde nach Form und Grösse zeigt übrigens auch von dieser experimentell-pathologischen Seite, dass die Angaben über Gefässverhältnisse immer nur durchschnittliche, keine regelmässige Geltung haben.

---

Von den histologischen Ergebnissen im engeren Sinne seien hier zuerst die Gefässveränderungen besprochen. Die Reaction der arteriellen Wandungen dort, wo sie dem eingekeilten Embolus anliegen, ist bei dem von mir verwendeten Materiale eine sehr verschiedene. Den lebhaftesten Reiz übt augenscheinlich die Kamaladruse aus, weniger die Pollen von *Typha japonica*, am wenigsten, d. h. häufig gar keinen, die *Lycopodium*körner; lebhaft reizen auch die *Ricinus*ölkropfen; bei allen den genannten Drogen ist, bei ihrer rundlichen Form, die einen starken mechanischen Reiz unwahrscheinlich macht, wohl eine chemische Wirkung Seitens der in den Drogen enthaltenen Stoffe das wesentliche, während für die chemisch reizlose Stärke wahrscheinlich das Aufquellen im Gefässe als Reiz für die Umgebung wirkt. Der Effect der Reizung ist der einer Verdickung und kleinzelligen Infiltration der Gefässwand, die die mittlere und äussere Schichten ergreift und häufig auch die nächste Umgebung theilhaftig. Schon am 2. Tage kann eine solche Arteriitis voll ausgebildet sein. — Bei den Kamaladrusen findet sich so manchmal nach 4—5 Tagen eine vollkommene Abkapselung durch eine dichte bindegewebige Schale. Auch die Intima zeigt in unmittelbarer Nachbarschaft der Embolien zellige Proliferation. —

Die proximal und distal (auf das Herz bezogen) vom Embolus gelegenen arteriellen Gefässstrecken erleiden Veränderungen, hauptsächlich in Bezug auf die Weite des Lumens. Schon 4½ Stunden nach der Embolie zeigt die proximale Arterienstrecke eine manchmal beträchtliche Erweiterung, die aber nicht auf den nächst grösseren Zweig übergeht, oft die Abgangsstelle von demselben nicht einmal erreicht; bei Embolien in der grauen Substanz z. B. reicht die Erweiterung der in ihrem Endbezirk verstopften Randarterien in der Regel nicht einmal bis zur Pia; im Niveau voller Querschnittserweichung, wo also alle Arterien verstopft sind, ist der Tractus spinalis anterior wiederholt als prall gefüllt und über die Norm erweitert nachweisbar. Ob die unter diesen Umständen manchmal auftretende Wandverdickung dem rein mechanischen Reize der Dehnung ihrer Entstehung verdankt, ist schwer zu entscheiden (vergl. Figur 9).

Dass die proximalwärts vom Embolus in den Arterien herrschenden Verhältnisse für die Ernährung ihrer Wandungen nicht gleichgültig sind, beweisen die oben mehrfach erwähnten, aus diesen Strecken erfolgenden Hämorrhagien (die aber eine Ausnahme bilden).

Im distal vom Embolus gelegenen Gefässbezirke besteht in den ersten 10 Stunden nach der Verstopfung keinerlei Blutüberfüllung; man sieht im Gegentheil auffallend wenig gefüllte Blutgefässe; nach 29 Stun-

den ist das Bild schon ein ganz anderes; die distal vom Embolus gelegenen Arterienverzweigungen sowie die Capillaren sind prall gefüllt, letztere oft bei dünnster Wandung zu wurstförmigen Gebilden gedehnt; schon nach 29 Stunden ist das Gewebe mit kleineren und grösseren echten Hämorrhagien durchsetzt, neben denen sich auch einzelne rothe Blutkörperchen vorfinden. —

Die Entstehung der hämorrhagischen Rückenmarksinfarcete geht also, was die Gefässbetheiligung dabei anbetrifft, so vor sich, dass im Verbreitungsbezirk einer verstopften Arterie zuerst, wahrscheinlich auf nervösem Wege vermittelt, eine Art von Krampfzustand der Gefässe besteht, der nach Ablauf einiger Stunden einer rasch wachsenden Gefässüberfüllung mit Stase Platz macht; unter dem Einfluss der letzteren erleiden die kleinen Gefässe in ihren Wandungen Ernährungsstörungen, die in Verbindung mit dem gesteigerten Druck zu Hämorrhagien führen. —

Der durch arterielle Embolie von der Ernährung abgeschnittene Gewebstheil verfällt rasch der Necrose. Schon nach 29 Stunden leidet die Färbbarkeit der Kerne, und ist in der weissen Substanz, in der die reinen Necrosen selten sind, der Ausfall von Nervenfasern aus erweiterten Maschen nachweisbar; vorher schon also haben die betreffenden Fasern die Stadien der Axencylinderquellung und des Markzerfalles durchlaufen. —

Das weitere Schicksal der Gewebstheile im embolischen Bezirke ist nun kein gleichmässiges. Die leichtesten Grade der Schädigung derselben in der grauen Substanz können beseitigt werden, ohne dass es zu einer Gewebslücke, zur Höhlenbildung kommt. Man findet in diesem Falle Anhäufungen von rundlichen Zellen im Gewebe (von deren Herkunft noch genauer die Rede sein wird), Zellen, die anfänglich mit Trümmern des Nervengewebes u. s. w. beladen sind, in späteren Stadien frei davon sind und nach und nach wieder verschwinden.

Wahrscheinlich sind sie es, die man in Fällen mässiger, wieder ausgleichbarer Störungen in grossen Mengen in der Lymphscheide der Venen der betreffenden Ebenen vorfindet (vergl. Hund XVII und XXI). Es sind das die gleichen Bilder, wie man sie um die Gefässe herum bei multipler Sklerose, bei der Compressionsdegeneration u. s. w. vorfindet, wobei allerdings niemals auszuschliessen ist, dass die Anwesenheit der activ oder passiv in die Lymphscheiden gerathenen Zellen für die Gefässscheiden einen Fremdkörperreiz zur selbstständigen Proliferation und damit zur weiteren Füllung der Scheiden abgiebt.

In welcher Weise sich bei den allerkleinsten embolischen Herdchen die Wiederherstellung des Grundgewebes vollzieht, vermag ich nach

meinen Präparaten nicht genau anzugeben. Wiederholt habe ich im Niveau der Gefässcheidenfüllung mit Körnchenzellen vergeblich nach den Herden gesucht, von denen die Zellen herkommen müssen; es war anscheinend völlige Restitutio ad integrum im Gewebe eingetreten.

Im Gegensatz zu diesen allerkleinsten Herden findet man dann, wenn in grösserer Anzahl benachbarte Gefässe verstopft werden, und ein capillarer Collateralkreislauf sich überhaupt nicht entwickeln kann, grosse Nekrosen ohne capilläre Stase, ohne Hämorrhagien, die augenscheinlich als solche (mit Gewebstrübung und langsamer Zerklüftung, also ohne Bildung einer organisirten Höhle) lange Zeit weiter existiren können.

Die Hunde mit solchen ausgedehnten schweren Nekrosen im Rückenmarke sind alle zu früh gestorben, als dass ich über das schliessliche Schicksal dieser Form der embolischen Nekrosen aus eigener Erfahrung etwas aussagen könnte.

Bei Verstopfung grösserer arterieller Zweige, aber bei Erhaltung der Möglichkeit capillaren Blutzufusses aus benachbarten Gebieten, entwickelt sich das Bild, wie ich es in meinen Präparaten am häufigsten treffe, nämlich der eigentliche hämorrhagische Infarct mit Ausgang in Höhlenbildung. (Infarcte ohne jedes Auftreten von rothen Blutkörperchen im Gewebe bilden die Ausnahme; allerdings können dieselben schon nach Ablauf weniger Tage vollkommen geschwunden, beseitigt sein). Es verliert in diesen Fällen zunächst das Nervengewebe und Gliagewebe seine Structur, während die Blutgefässe stehen bleiben; zwischen den Maschen derselben liegt in den ersten Tagen fein- und grobkörniger Detritus, daneben rothe und weisse Blutkörperchen und fetttragende Zellen jeder Grösse. Mit wachsender Dauer der Veränderungen nehmen die ganz grossen Zellen so zu bei gleichzeitigem Schwinden der kleineren, dass sie nach 2—4 Wochen fast allein vertreten sind. Noch nach 40 Tagen besteht der Inhalt der Höhlen aus Gefässen mit zellbesetzter Scheide und gleichmässig epithelartig nebeneinander liegenden grossen, mehrkernigen blasigen Zellen, die auch jetzt noch Fetttröpfchen tragen.

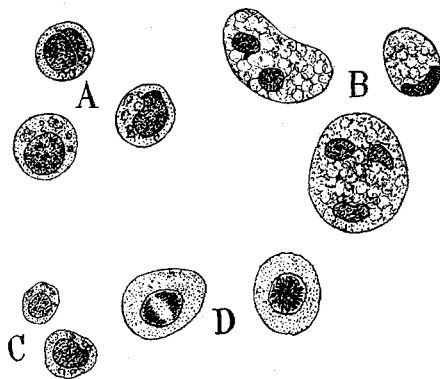
Auffallend an allen Höhlenbildungen nach Nekrose ist an meinen Präparaten die „Torpidität“ des Gliagewebes am Rande der Höhlungen; an vielen Stellen zeigt dieselbe überhaupt keine Randveränderungen, an anderen nur eine etwas dichtere Lagerung ihrer Kerne, nirgends, bis zum 40. Tage, einen Versuch glöser epitheloider Auskleidung der Höhlenwandung. —

Besondere Aufmerksamkeit habe ich der lange discutirten Frage nach der Herkunft der mehrfach erwähnten fetttragenden Zellen ver-

schiedener Grösse beim Studium meiner Präparate gewidmet. (Die Litteratur über Körnchenzellen will ich hier, wo es mir darauf ankommt, zunächst meine eigenen Befunde zu geben, nicht aufrollen; ich komme darauf im II. Theil bei der Frage nach dem Wesen der „Entzündung“ im Centralnervensystem ausführlicher zurück.)

Die Ableitung der Körnchenzellen von Ganglienzellen ist wohl heute als aufgegeben zu betrachten; zurückgeführt werden sie von den Einen auf Leukocyten, von Anderen auf Bindegewebszellen oder Gliazellen.

Ich bin zu der Ueberzeugung gekommen, dass die Fettkörnchen tragenden Zellen im Rückenmark von jeder dieser drei Zellarten abstammen können; dass die eigentlichen typischen grossen Körnchenzellen aber bindegewebiger Abstammung sind und leicht unterschieden werden können von den Abkömmlingen der zwei anderen Zellarten.



In der vorstehenden Zeichnung sind B echte grosse Körnchenzellen, A fetttragende Leukocyten, C fetttragende Gliazellen. Vertreter dieser drei Typen findet man in jeder frisch erweichten Höhle im Rückenmarke.

Die Leukocyten sind meist an ihrem mehrfachen und charakteristisch aussehenden Kerne kenntlich; die bei A gezeichneten lagen im Lumen einer Centralvene, wohin sie vermuthlich auf dem Wege der Einwanderung gelangt sind; die bei C lagen fest im Gewebe dicht am Rande einer frischen Höhle. Am wenigsten häufig sind in der grauen Substanz die fetttragenden Gliazellen, während sie bei Herden der weissen Substanz, im Verhältniss zu den grossen Bindegewebsabkömmlingen, häufiger sind.

Für den Bindegewebscharakter der echten „Körnchenzellen“ spricht Folgendes:

Zunächst besitzen die in den Höhlen das Maschenwerk bildenden Gefässe auf ihrer Aussenfläche Zellen von gleichem oder doch annähernd gleichem Umfange, die nur Fett aufzunehmen brauchen, um „Körnchenzellen“ zu heissen.

Sodann findet man Kerntheilungsfiguren<sup>1)</sup>, das Zeichen lebhafter activer Zellthätigkeit im Sinne der Vermehrung, zahlreich an eben diesen Gefässzellen, im Vergleich dazu verschwindend selten an den Gliazellen. Höhlen vom Durchmesser fast der ganzen grauen Substanz werden vollkommen angefüllt mit den grossen Zellen, während das Gliagewebe am Rande nur wenig active Veränderungen zeigt.

Es ist also höchst wahrscheinlich, dass die echten grossen freien Körnchenzellen, namentlich die der späteren Stadien, vorwiegend, wenn nicht ausschliesslich von Bindegewebszellen abstammen. Fetttragende Leukocyten habe ich nur in den ersten Tagen nach der Embolie in den Erweichungsherden gesehen. — [Zu ganz ähnlichen Resultaten ist Stroebe<sup>2)</sup> in seinen experimentellen traumatischen Degenerationsversuchen gekommen].

Wir kommen also zu folgenden Vorstellungen über die bei den Erweichungsvorgängen im Rückenmarke theilgenommenen Zellen.

Zuerst nach Zerstörung des Gewebes nehmen alle frei oder im Gewebe mit den fettigen Trümmern in Berührung kommenden Zellen Fett auf; zum Theil gehen sie dabei wohl zu Grunde, wie die losgelösten Gliazellen, zum Theil wandern sie zurück in die Gefässe, wie fetthaltige Leukocyten. Nach allmäliger Beseitigung des freien Zerfallsmaterials behaupten allein die grossen Bindegewebszellen das Feld, die dann von den Gefässscheiden aus weiter producirt werden, um den entstandenen Substanzverlust, so gut es bei dem relativ passiven Verhalten der Glia möglich ist, zu decken. Einen Theil der Körnchenzellen trifft man in den abführenden Lymphbahnen, in den Scheiden der Gefässe, wo sie, wie es scheint, wochenlang liegen können, vermuthlich bis sie mit den aufgenommenen Fetttropfen fertig geworden sind. Das ist wohl der Grund, warum man die eigenthümlichen Bilder, wie sie die Zeichnung auf S. 235 wiedergiebt, bei allen den acuten und chronischen Processen im Centralnervensysteme antrifft, bei denen Marksubstanz zu Grunde geht.

1) Vergl. D in der Zeichnung auf Seite 246.

2) Ziegler's Beiträge zur pathologischen Anatomie und allgem. Pathologie. XV. 1894.

Die „Körnchenzellen“ in diesem Sinne sind also eine unter den verschiedensten Umständen auftretende Erscheinung, aus der allein zunächst keine weiteren Schlüsse gezogen werden können, als dass irgendwo Zerfallsmaterial zu beseitigen war; bei bestimmter Anordnung bringt ihre Anwesenheit das Bemühen der bindegewebigen Stützsubstanz zum Ausdruck, Gewebslücken durch Wucherung auszufüllen.

Was endlich die klinischen Beobachtungen an den operirten Thieren anbetrifft, so liegt ein ausführliches Eingehen darauf ausserhalb des Planes meiner Mittheilung.

Nur auf eine eigenthümliche Beobachtung sei hingewiesen, dass nämlich fünf Thiere (XI., XIX., XX., XVIII., XXXI.) bei Freibleiben des Dorsalmarkes nach der lumbalen Injection spastische Paraplegie davon trugen.

Bei allen diesen fünf Hunden war die graue Substanz mit Erweichung und Höhlenbildung betheilt, bei mehreren derselben auch die weisse, und nach unseren Erfahrungen aus der menschlichen Pathologie wäre bei der Localisation im Lendenmarke (bei manchen der Thiere fast in der ganzen Länge desselben), unter allen Umständen eine schlaffe Paraplegie zu erwarten gewesen, wie sie ja bei der Mehrzahl der Hunde mit gleicher anatomischer Localisation der Zerstörung des Markes auch in der That vorhanden ist (und wie sie bei lumbaler voller Querschnittserweichung immer auftritt).

Die genannten fünf Thiere haben nun theils Kamaladrusen, theils Pollen von *Typha japonica* injicirt erhalten, also diejenigen Drogen, die, wie oben ausgeführt, einen viel stärkeren Gewebsreiz ausüben, als *Lycopodium*, und der Gedanke liegt nahe, hierin die Ursache der auffallenden Differenz in den klinischen Erscheinungen zu suchen.

Diese Annahme will nicht mehr sein als eine Vermuthung; jedenfalls ist die Frage interessant genug, um eine besondere weitere experimentelle Prüfung herauszufordern.

### Erklärung der Abbildungen. (Taf. X. und XI.).

Figur 1. Hund VII. Art. spinal. anterior durch *Lycopodium*körner embolisch verstopft; Gewebe des Rückenmarkes in dieser Ebene ohne Veränderung (Lendenmark).

Figur 2. Hund XV. Kleine Arterien vom Tractus posterolateralis, in's Hinterhorn ziehend; am Rande von normalem Caliber, nach der grauen Substanz zu erweitert in Folge embolischer Verstopfung ihres Verbreitungsbezirkes



(Lendenmark). Die Controlle der benachbarten Schnitte beweist, dass es sich nicht um eine durch die Schnitttrichtung bedingte Täuschung handelt.

Figur 3. Hund XV. Central gelegene säulenförmige Blutung in der grauen Substanz; frontaler Längsschnitt; Lendenmark.

Figur 4. Hund XX. Allgemeine Erweiterung sämtlicher Gefässe in der grauen Substanz (nach Embolie von Kamala) ohne Blutung. Querschnitt; Lendenmark.

Figur 5. Hund XX. Frontaler Längsschnitt durch die graue Substanz; Kamaladrusen einen kleinen arteriellen Ast verstopfend; Erweiterung sowohl des proximal wie des distal vom Embolus gelegenen Gefässabschnittes. Rechts unten Hämorrhagie; erweiterte kleine Gefässe.

Figur 6. Hund XV. Colossal erweiterte und prall mit embolisch injicirten Lycopodiumkörnern vollgestopfte Arterie (Tractus posterolateralis). Querschnitt; Lendenmark.

Figur 7. Hund XX. Längsschnitt einer Art. spinalis anterior, deren Verbreitungsbezirk embolisch verstopft ist; Intima normal; Muscularis verdickt, normale Adventitia.

Figur 8. Hund XII. Lendenanschwellung; Querschnitt. Arterielle Gefässerweiterungen und Blutungen im rechten Vorderhorn. Weitmaschige Erweiterung in der weissen Substanz im Grenzgebiet um die graue Substanz.

Figur 9. Hund XV. Art. spin. anterior ausserhalb des Rückenmarkes; beträchtliche Verdickung der Wandungen nach embolischem Verschluss des Verbreitungsbezirkes der Arterie (nach 11 Tagen).

Figur 10. Relative Grössenverhältnisse des zur Embolie verwendeten Materials untereinander und im Vergleiche mit einer Spinalarterie.

Grösster Durchmesser von A = 0,035 mm. A. Lycopodiumkörner; B. Pollen von *Typha japonica*; C. Körner von Maisstärke. D. Kamaladrusen. E. Querschnitt einer Arteria spinalis anterior von durchschnittlicher Grösse im Lendenmark eines mittleren Hundes.

Figur 11. Hund XII. Querschnitt aus der Lendenanschwellung. In verschiedenen arteriellen Gefässen der grauen Substanz Lycopodiumkörner; grosse Hämorrhagie im rechten Vorderhorn; auch in der weissen Substanz erweiterte Arterienzweige.

Alter der Veränderungen: 29 Stunden.

Figur 12. Hund XXII. Querschnitt aus dem unteren Dorsalmark; graue Substanz frei; Hinterstränge grösstentheils erweicht; sonst in der weissen Substanz vielfach blasige Stellen in Folge Ausfalls von gequollenen und zu Grunde gegangenen Fasern. Alter der Veränderungen: 12 Tage.

Figur 13. Hund XX. Arteria spinalis anterior mit Kamala-Embolus; starke Verdickung und kleinzellige Infiltration der Wand. — a. Kamaladruse.

Alter der Veränderungen: 4 Tage.

Figur 14. Hund XI. Stehengebliebenes Gefässnetz im Lumen einer Höhle (graue Substanz), Zellen in der Gefässscheide und Kernvermehrung. Freier Detritus und Körnchenzellen.

Alter der Veränderungen: 14 Tage.

Figur 15. Hund XIX. Querschnitt; Lendenanschwellung. Erweiterte Gefässlumina; bei a Pollen von *Typha japonica* frei in einem Erweichungsherde; zahlreiche Zellen zum Theil in der Entwicklung zu „Körnchenzellen“ begriffen. — Alter der Veränderungen: 5 Tage.

Figuren 16, 17 und 18. Hund XI. Drei Querschnitte aus dem Lendenmark mit verschiedenen Formen der Höhlenbildung, vorwiegend in der grauen Substanz (die lose Füllung der Höhlen ist in der Zeichnung fortgelassen).

Alter der Veränderungen: 14 Tage.

Figur 19. Hund XIII. Querschnitt eines Zweiges der Arteria spin. anterior aus der grauen Substanz mit beträchtlicher Verdickung und entzündlicher Infiltration der Wandung.

Alter der Veränderungen: 29 Stunden.

Figur 20 und 21. Hund XI. Frontale Längsschnitte aus dem Lendenmark mit verschiedenen Formen der Höhlenbildung in der grauen Substanz.

Figur 22. Hund XX. Querschnitt eines Erweichungsherdes aus der grauen Substanz; erweiterte Gefässe; Detritus; Gewebslücken; Körnchenzellen.

Alter der Veränderungen: 4 Tage.

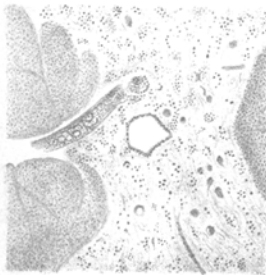
Figur 23. Hund XIV. Jüngerer Erweichungsherd aus dem Seitenstrange; Axencylinderquellungen, leere Gewebsmaschen. Kerne unverändert.

Alter der Veränderungen: 6 Tage.

Figur 24. Hund XXV. Aelterer Erweichungsherd aus dem Seitenstrange; Axencylinder grösstentheils ausgefallen; Vermehrung der festen Gewebszellen (Uebergang zur Bildung von Körnchenzellen?).

Alter der Veränderungen: 12 Tage.

Figur 25. Hund XIV. Vene aus der grauen Substanz neben einem Erweichungsherde; links rothe Blutkörperchen, rechts eine Gruppe fetttragender, vergrößerter Leukocyten, die aus dem Gewebe eingewandert sind.

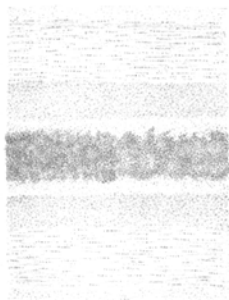


*Fig. 1.*

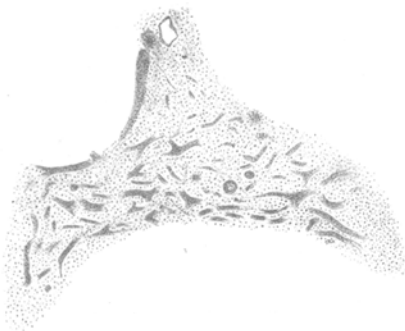


*Fig. 2.*

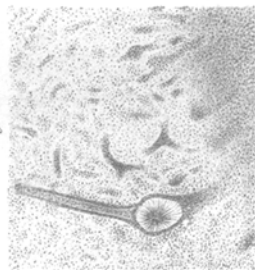
*Fig. 3.*



*Fig. 4.*



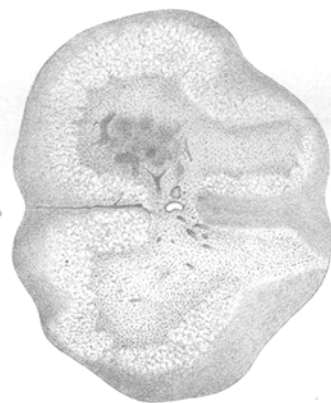
*Fig. 5.*



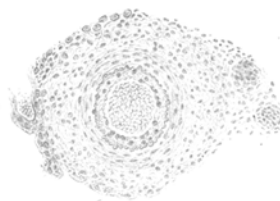
*Fig. 6.*



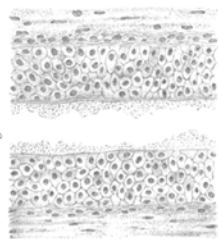
*Fig. 8.*



*Fig. 9.*



*Fig. 7.*



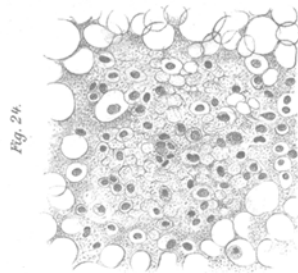
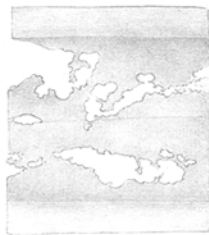
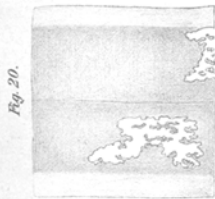
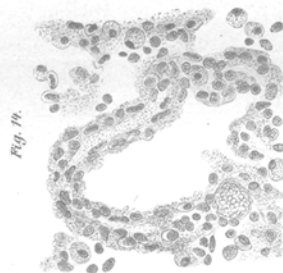
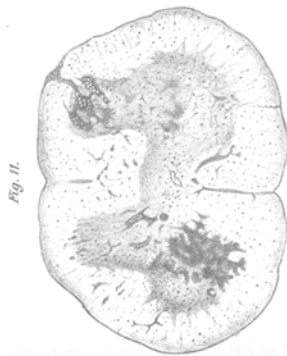
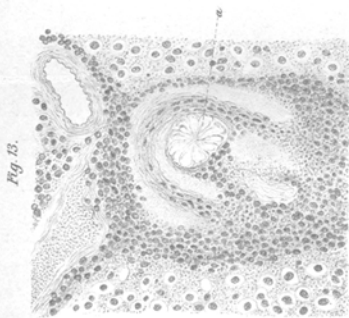
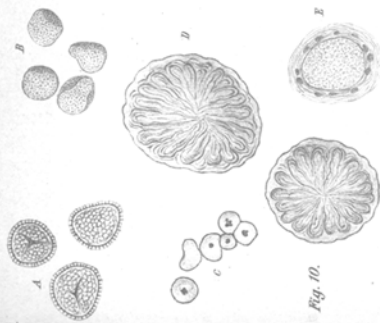


Fig. 23.

