X.

Aus der chirurgischen Klinik der königl. Universität Marburg i. H.
(Geheimrat Prof. Dr. E. Küster.)

Über die Unterbindung der großen Gefäße des Unterleibes. Experimentelle und kritische Studien.

Von

Dr. Offergeld,
Assistenzarzt der Klinik.

(Mit 8 Abbildungen.)

Gerade bei den riesigen Fortschritten, welche die Abdominalchirurgie in den letzten Jahren gemacht hat, kann leichter als je die Forderung oder Notwendigkeit an einen Jeden, der in der Bauchhöhle operiert, herantreten, das eine oder andere der großen dort verlaufenden Gefäße unterbinden zu müssen; auch Erkrankungen an den untern Extremitäten können bisweilen zu einem derartigen Eingriffe die Veranlassung geben. Es handelt sich bei diesen Ligaturen entweder um Veränderungen der Gefäße selbst (Aneurysmen) oder ihrer Nachbarschaft und der von ihnen versorgten Körper- oder Eingeweideregion. Ich denke hierbei besonders an inoperable Tumoren, deren Wachstum wir durch Absperrung der Hauptarterie zu verlangsamen trachten, und bei den venösen Gefäßen an die mit der Venenwand so fest verwachsenen Neoplasmen oder ihrer gleichfalls erkrankten „regionären Lymphdrüsen“, deren Exstirpation nur unter Eröffnung des Gefäßes selbst möglich ist; dabei führt in sehr vielen Fällen die einfache Naht der Venenwand nicht zum Ziele, sondern man muß schon der exakten Blutstillung wegen die Gefäßligatur anschließen. Im allgemeinen dürfte wohl bei richtiger Technik des operativen Eingriffes eine Unterbindung der in Rede stehenden Arterien zur Blutstillung nicht nötig sein, obschon es Fälle gibt, wo man der Zeitersparnis wegen wohl einmal eine mehr proximal gelegene Arterie wird unterbinden müssen. Man sieht

also, es gibt Indikationen genug, die uns gelegentlich veranlassen können, eines der großen Unterleibsgefäße zu ligieren. Es fragt sich nun, welche Folgeerscheinungen dann eintreten. Ein Blick in die Literatur wird uns überzeugen, daß diese Frage schon von manchen Gesichtspunkten aus zu beantworten versucht wurde, daß aber der Autoren Ansicht noch sehr weit auseinander geht, so daß von einer allgemein befriedigenden Lösung noch keine Rede sein kann. Um zur Klärung dieser strittigen Verhältnisse auch einen ganz bescheidenen Beitrag zu liefern, wurde diese Arbeit unternommen, welche sich nur auf die Ergebnisse des Tierexperimentes stützt und vielleicht gerade deshalb eine besondere Klärung der Ansichten herbeiführen kann, weil hier die Verhältnisse einfacher liegen und leichter zu analysieren sind, als beim kranken Menschen. Die Gefäße, welche hier in Frage kommen, sind die Aorta vom Abgange der Art. meseraica inf. an bis zur Bifurkation, die Vena cava von der Vereinigung der beiden Venae iliacae communes bis zur Einmündung der Vena spermatica interna dextra, die Arteria iliaca communis jederseits und ihre beiden Endäste, die Art. hypogastrica und iliaca externa, sowie die gleichnamigen Venen. Über die Notwendigkeit und Berechtigung der Ligatur dieser 8 Gefäße sind, wie schon erwähnt, die Akten noch lange nicht geschlossen; die gleiche Operation von ihren Anhängern enthusiastisch gefeiert, wird von andern verworfen und als jeder Berechtigung bar bezeichnet. Der bessern Übersicht wegen will ich so vorgehen, daß ich die Unterbindung der einzelnen Gefäße für sich abhandle und die Ergebnisse zuletzt noch einmal kurz zusammenfasse.

A. Unterbindung der Aorta.

Tierversuche: Experimentell ist die Aortenunterbindung zuerst im Jahre 1817 von Cooper ausgeführt worden; ihm folgte 10 Jahre später Scoutetten nach. Pirogoff bearbeitete das gleiche Thema in seiner 1835 erschienen Dissertation, und nach einem weiteren Dezennium veröffentlichte Porta seine Ergebnisse. Dann folgte eine lange Ruhepause, bis Kast im Jahre 1878 als erster die gleichen Versuche in der antiseptischen Zeit unter dem Carbol-spray mit erheblich andern Resultate wiederholte; Katzenstein hat dann im vorigen Jahre zuerst die gleiche Operation im modernen Sinne der Asepsis ausgeführt.

Obschon bei den ganz geänderten Verhältnissen unseres operativen Vorgehens die Erscheinungen nach diesem Eingriff im wesent-

lichen die gleichen blieben, haben sich doch die Resultate geändert, seit dem wir völlig aseptisch diese Operation vornehmen; das geht am besten aus einem Vergleich der Ergebnisse hervor.

Cooper¹⁾ unterband bei Hunden mehrere Male die Aorta abdominalis und fand nur eine ausgesprochene motorische Schwäche der hinteren Extremitäten, aber die Tiere konnten ihre Beine frei bewegen und auch gut herumlaufen; später, leider gibt Cooper nicht an, in welcher Zeit, stellte sich eine Pulsation der Femoralis wieder ein, wenn auch etwas geringer als vorher; bei der Tötung des Tieres stellte er durch Injektion die zahlreichen kollateralen Bahnen fest.

Schon genauer mitgeteilt sind die Ergebnisse des folgenden Experimentators, besonders auch hinsichtlich des Befundes bei der Sektion. Scoutetten²⁾ beobachtete konstant nach der Aortenunterbindung Lähmung der hinteren Extremitäten, welche aber bald nachließ, und zwar beschreibt er schon, daß zuerst die Sensibilität der Hinterpfoten zurückkehre, dann erst die Paralyse weiche, und erst zuletzt kehre die Kraft in den Extremitäten wieder. Nach 36 Stunden bestand noch Incontinentia urinae, und das Tier konnte die Beine ausspreizen, aber noch nicht zum Gehen gebrauchen. Erst am 4. Tage trat normale Exkretion auf und es lief wieder herum, zwar mit gekreuzten Hinterbeinen. Nach weiteren zwei Tagen starb das Tier plötzlich; oberhalb der Ligaturstelle war eine Ulceration des Gefäßes erfolgt; der Peritonealraum ließ deutlich eine ausgebreitete Entzündung erkennen, die Serosa war trübe und die einzelnen Darmschlingen zeigten frische Verklebungen und fibrinöse Beläge.

In seiner Dissertation hat dann Pirogoff³⁾ die Ergebnisse seiner zahlreichen Experimente niedergelegt; er hat als Erster an einem größeren und mannigfaltigeren Tiermaterial gearbeitet: seine Tiere waren 8mal Hunde, je 3 mal Schafe und Katzen und 4 mal Kälber. Während alle anderen im Verlauf von 12 Stunden bis zu 9 Tagen eingingen, gelang es ihm, je einen Hund und eine Katze am Leben zu erhalten. Als höchst merkwürdig darf wohl ein Fall hervorgehoben werden, wo er oberhalb des Abganges der Renalis bei einem Hunde die Aortenligatur vornahm; dieses Tier überlebte den Eingriff um 8 Tage. Pirogoff hat das klinische Bild sehr gut skizziert, er fand konstant folgende Symptome:

1. Völlige Paralyse der hinteren Extremitäten, welche nach verschieden langer Dauer etwas zurückging, dann aber als ausgesprochene Parese bestehen blieb, unter dauernder Erniedrigung der Temperatur.

2. Cyanose, Dyspnoe und wogender Puls; in einigen Fällen bestand auch völlige Inkontinenz.

Ebenso ausführlich sind seine Sektionsberichte. Als Todesursache stellte er fest: eitrige Peritonitis oder Nachblutung durch Abrutschen der Ligatur und Arrosion des Gefäßes; sehr häufig fand er als Nebenfund

1) Cooper, Medico-chirurgical Transactions. London 1817. Vol. II.

2) Scoutetten, Archives générales de médecine. Série I; Tome XIII, 1827.

3) Pirogoff, Num aortae abdominalis vinctura factu facile ac tutum sit remedium? Dissertation. Dorpat 1835.

eine starke Füllung von Blase und Darm. Oft bestand Stase oder Induration der Lungen oder gar völlige Atelektase größerer Bezirke, daneben serös-sanguinolente Pleuritis. Leider hat er nur einmal das Zentralnervensystem sezirt; da er hierbei nur „geringe Hyperämie der Hauto, das Gehirn und Rückenmark aber selbst normal“ fand, unterließ er fernerhin, sich diese Gebilde anzuschauen.

Infolge dieser schlechten Resultate sann Pirogoff auf Abhilfe und glaubte sie darin erblicken zu dürfen, daß er die Ligatur oberhalb des Abganges der Art. mesenterica inf. anzulegen vorschlug; hätte er je einmal selbst seine Idee verwirklicht, so wäre ihm wohl sofort seine irrige Meinung widerlegt worden. Denn Pirogoff glaubte noch, daß die meseraica nicht allein den Darm versorge, sondern auch durch zahlreiche Anastomosen mit den Endästen der mesenterica sup. und Hypogastrica in Verbindung stehe, welche zu den Beckenorganen hin verlaufen; um aber diesem Kollateralkreislauf Zeit zu seiner Entstehung zu gewähren, müsse die Ligatur durch die allmähliche Kompression ersetzt werden. In seinen Schlußsätzen verwirft dann Pirogoff die experimentelle Aortenunterbindung, da die Tiere fast alle starben durch „Kongestion zum Herzen und zur Lunge“, und diese Unterbindung „nicht als zuverlässige Methode unter den Arterienunterbindungen anerkannt werden könne“.

An einem noch größeren Tiermaterial hat Luigi Porta¹⁾ den Verschuß und die künstliche Stenose der Bauchaorta studiert; er berichtet über die Ergebnisse, welche er an 27 Hunden, 9 Schafen, 5 Ziegen und 9 Kaninchen gefunden hatte. Im allgemeinen bestätigt er Pirogoffs Experimente und die daraus abgeleiteten Folgerungen; nur in zwei wichtigen Punkten hat er etwas Neues hinzugefügt; einmal fand er, daß sich ein ungemein feines, aber reichhaltiges Anastomosennetz zwischen den beiden Stümpfen des ligierten und durchschnittenen Gefäßes ausbildet, indem die Vasa vasorum sich vermehren und Ramifikationen bilden, und zweitens hat er schon die verschiedenen Abstufungen in der Qualität der motorischen, sensiblen und vasomotorischen Lähmung beschrieben.

Die folgenden Experimente sind im Banne der Listerschen Ideen erfolgt. Kast²⁾ operierte unter antiseptischen Kautelen und war der erste, der die akzidentelle Wundinfektion besonders im Peritonealraum vermied; daher sind seine Resultate auch besser als die der früheren Experimentatoren. Auch scheidet er scharf zwischen den Symptomen und dem klinischen Verlauf bei den verschiedenen Tierarten. Während er natürlich im klinischen Bilde keine durchgreifende Verschiedenheiten erblicken konnte, sprach er schon mit aller Bestimmtheit den Satz aus, daß diejenigen Tiere, deren epigastrische Gefäße stark entwickelt sind, die Aortenligatur gut überstehen, während alle kleineren dem Eingriff an sich in kurzer Zeit erliegen.

Während aber noch bei Kast an der „starken entzündlichen Hyperämie des Peritoneums an der Ligaturstelle“ die Folgen der Phenolberieselung un-

1) Porta, Delle alterazioni patologiche delle arterie per la legatura e la torsione experience. Milano 1845.

2) Kast, Deutsche Zeitschr. f. Chir., Bd. 12, H. 4 u. 5.

zweideutig zu erkennen sind, hat Katzenstein¹⁾ seine Experimente vollkommen aseptisch ausgeführt; trotzdem sind seine Resultate wenig günstig. Hinsichtlich der Symptomatologie nach der Ligatur der Aorta ist den bisherigen Versuchen nichts hinzugefügt; der Schwerpunkt seiner Arbeit liegt aber wohl zweifellos darin, daß er durch äußerst genaue klinische Beobachtung und spätere Sektion die eigentliche Ursache für die vielen Todesfälle in der Herzinsuffizienz gefunden hat. Infolge der momentanen gewaltigen Arbeit, welche das Herz nach Sperrung der Passage in der Aorta zu leisten hat, entsteht eine Dilatation durch Insuffizienz der Muskulatur, der besonders kleine Tiere schnell erliegen. Den Beweis für die Richtigkeit seiner Anschauung hat er dadurch erbracht, daß er bei allen Sektionen der Tiere, welche den Eingriff längere Zeit überstanden hatten und später getötet wurden, eine enorme konzentrische Hypertrophie des linken Ventrikels fand, während bei den im Anschluß an die Operation oder kurz nachher verstorbenen das Myokard nur sehr schwach entwickelt war, und der linke Ventrikel in Diastole stillstand.

Auf Grund dieser Experimente und der später noch zu beschreibenden Fälle aus der menschlichen Pathologie ist die Frage äußerst lebhaft diskutiert worden, ob überhaupt, und wenn ja unter welchen Voraussetzungen und bei welchen Indikationen der Chirurg berechtigt sei, die Aorta unterhalb des Abganges der Art. mesenterica inf. zu unterbinden. Schon allein der Umstand, daß der Streit am heftigsten tobte, als die Operation erst einige Male ausgeführt war, während es in der letzten Zeit ganz ruhig darüber geworden ist, beweist wohl am besten, daß man sich im allgemeinen einig ist.

Zunächst bildete schon die bloße Indikationsstellung zu diesem Eingriffe einen wahren Zankapfel. Bei einer Unterbindung darf das Leben nicht gefährdet und zum Leben nötige Teile dürfen nicht verletzt werden; „in dieser Rücksicht muß auch die Aortenunterbindung, wiewohl sie versucht worden ist, für kontraindiziert angesehen werden“, schreibt Großheim²⁾; dieser Auffassung schließt Guthrie³⁾ sich an, während Bérard⁴⁾ die Indikation bei Aneurysma anerkennt. Über den Wert der Unterbindung bei dieser Erkrankung äußern sich abfällig Velpeau⁵⁾, Boyer⁶⁾, der mit Recht darauf aufmerksam macht, daß auch die anscheinend noch normale Partie des Gefäßes schon von dem krankhaften Prozesse befallen

1) Katzenstein, Arch. f. klin. Chir., Bd. 76, H. 3.

2) Großheim, Lehrbuch der operativen Chirurgie, 3. Bd. Berlin 1835.

3) Guthrie, The Lancet 1839. London medical. Gazette V. XIV, 1834.

4) Bérard, Dictionnaire de médecine. Paris 1833.

5) Velpeau, Nouveaux éléments de médecine opératoire. Tome I. Paris 1832.

6) Boyer, Traité des maladies chirurgicales I, II. Paris 1845.

sei, und Erichsen¹⁾; letzterer ist „entzückt von der Kühnheit des Gedankens“, dieses Gefäß zu ligieren. Während von mehr allgemeinen Gesichtspunkten diese Operation Günther²⁾ und Lallemand, ferner Malgaigne³⁾, Schöpenthou⁴⁾ und Dieffenbach⁵⁾ verwerfen, haben einige andere Chirurgen schon gewichtigere Gründe hervorgebracht; Emmert⁶⁾ und Luton⁷⁾ befürchteten die bedeutenden Zirkulationsstörungen im Thorax und Schädel, Dietrich⁸⁾ die Anämie und Gangrän der abgesperrten Körperteile, Beeland⁹⁾ die drohende Peritonitis. Interessant ist der Ausspruch von Struebel¹⁰⁾: „Ebensowenig als eine Milz- oder Nierenexstirpation jemals Aussicht auf Erfolg hat, darf an eine Unterbindung der Aorta gedacht werden.“ Daß natürlich alle die, welche den Weg des Experimentes betraten in der vorantiseptischen Zeit, wenn sie auch den Wert anerkennen, dennoch infolge der schlechten Resultate abraten, ist wohl leicht begreiflich; Pirogoff¹¹⁾ will allenfalls die langsame Kompression oberhalb des Abganges der Art. mesenterica inf. als berechtigt gelten lassen, eine Irrlehre, deren Tragweite ihm selbst nicht zum Bewußtsein gekommen ist. Auf der andern Seite bringen die Anhänger dieser Operation mehr theoretische Erwägungen als direkte Erfahrung herbei. Rosmen¹²⁾ empfiehlt sie, da kein lebenswichtiges Organ verletzt werde und durch schnelles Eintreten des Kollateralkreislaufs auch keine schädliche Folgen ausgelöst würden; auf diese Weise blieben die gefürchtete Anämie und die Kongestion zu Herz, Lungen und Gehirn aus. Auch Holmes¹³⁾ hielt eine völlige Wiederherstellung der Operierten für

1) Erichsen, Handbuch der Chirurgie, Bd. 2. Berlin 1864.

2) Günther u. Lallemand, Schmidts Jahrbücher 1843.

3) Malgaigne, Revue chirurgicale, Vol. XI, 1852.

4) Schöpenthou, De ligatura aortae abdominalis. Lipsiae 1856. Dissertation.

5) Dieffenbach, Die operative Chirurgie. Leipzig 1845.

6) Emmert, Lehrbuch der Chirurgie. Stuttgart 1852.

7) Luton, Dictionnaire de médecine et de chirurgie pratique. Paris 1866.

8) Dietrich, Das Aufsuchen der Arterien behufs Unterbindung. Nürnberg 1835.

9) Beeland, La semaine médicale 1863.

10) Struebel, Schmidts Jahrbücher 1852.

11) Pirogoff, v. Graefes und v. Walckers Archiv f. Chirurgie und Augenheilkunde. Berlin 1838.

12) Rosmen, The Lancet 1873.

13) Holmes, A system of surgery theoretical and practical. Vol. III. London 1870.

möglich, und wenn Bryant¹⁾ auf die Größe und Gefährlichkeit des Eingriffes an sich und hinsichtlich der nächsten Zeit aufmerksam macht, so glaubt König²⁾ gerade diese Gefahren mit Verbesserung der Technik beseitigen zu können. Sodann hat v. Nußbaum³⁾ in seinem therapeutischen Vademekum einmal kurz diese Frage gestreift und mit folgenden Worten sich für die Ligatur ausgesprochen: „Die Aorta abdominalis zu unterbinden, werden sie kaum Lust haben, allein in solch verzweifelten Fällen ist ja jedes Wagnis eine schöne Tat.“

Als Wagnis hat Nußbaum mit Fug und Recht die Operation bezeichnet, ein Wagnis, das bislang 15 mal ausgeführt wurde. Ich muß die einzelnen Fälle anführen, ergänzen sie doch das Tierexperiment und sind sie auch für die Deutung mancher Verhältnisse unentbehrlich.

Fall 1. Cooper⁴⁾, derselbe, welcher 1817 zuerst die Aorta bei Tieren unterbunden hat, führte diese Operation auch als erster am Menschen aus.

Anamnese: 38jähriger Mann fiel auf die Kante einer Kiste und blieb regungslos am Boden liegen; er wurde ins Krankenhaus gebracht, und dort schwoll am nächsten Tage der linke Oberschenkel so an, daß Pat. ihn nicht mehr bewegen konnte. Nach kurzer Zeit besserte sich sein Zustand, er wurde entlassen und arbeitete wieder. Etwas über ein Jahr nach dem Unfälle wuchs an der linken Inguinalseite ein Tumor, der sich rasch vergrößerte und äußerst schmerzhaft war; deshalb erfolgte seine abermalige Aufnahme in das Krankenhaus.

9. IV.—25. VI. 1817. Es wird die Kompression des Tumors, welcher 3—4 Zoll über dem Lig. inguinale liegt und von weicher Beschaffenheit ist, versucht; der Tumor weist deutliche Pulsation auf.

4. VI. Die Haut ist durch den Druck des Tourniquet ulceriert.

Am 20., 22. und 24. VI. geringe Blutungen.

25. VI. Abundante Blutung; Pat. ist fast pulslos. Kompression der Bauchaorta; Incontinentia alvi.

Dann wollte Cooper die zuführende Arterie vom Sacke des Aneurysma aus unterbinden, als ihm aber dieser Versuch mehrere Male mißglückte, schritt er abends 9 Uhr zur Unterbindung der Aorta.

Mediane Laparotomie; Därme ganz leer und zusammengefallen; Durchreißung des hinteren Blattes des Peritoneums mit dem Fingernagel, Isolierung der Gefäße und doppelte Ligatur der Aorta. Das Loch im Peritoneum wird durch Auflegen von Netz geschlossen zur schnellen Bildung von Adhäsionen.

1) Bryant, The practice of surgery. London 1876.

2) König, Lehrbuch der speziellen Chirurgie. Berlin 1877.

3) v. Nußbaum, Vier chirurgische Briefe an seine in den Krieg ziehende Schüler. München 1866.

4) Cooper, Surgical essay. London 1818.

10 Uhr. Incontinentia alvi; dissoziierte Empfindung im Fuße; Puls 144.

12 Uhr. Puls 132. Stat. idem.

26. VI. 10 Uhr a. m. Kein Urin, kein Stuhl; Temperatur des r. Beines 94° Fahrenheit ($34,4^{\circ}$ C), des linken 84° F. ($28,9^{\circ}$ C).

6 Uhr p. m. Erbrechen. Linkes Bein hat 87° F. ($30,5^{\circ}$ C), rechtes 96° F. ($35,5^{\circ}$ C).

9 Uhr. Puls 104, sehr klein; Incontinentia alvi et urinae; große motorische Unruhe.

11 Uhr. Profuses Erbrechen; Puls 100.

27. VI. 7 Uhr a. m. Erbrechen besteht fort; Schmerzen im Leibe und den Extremitäten; Puls irregulär, klein, leicht unterdrückbar. Stenokardische Anfälle, bisweilen Dyspnoe. Ischurie, l. Bein kalt.

8 Uhr a. m. Puls 120; Pat. klagt über Seitenstechen und Beklemmungen.

12 Uhr a. m. Pat. ist moribund.

1 Uhr 18 Min. p. m. Exitus nach im ganzen 40 Stunden p. lap.

Die Sektion erstreckte sich leider nur auf die Bauchhöhle; es fand sich keine Entzündung im Peritonealraum, nur geringe Rötung an den Wundrändern; Netz und Darm hatten keine unnatürliche Farbe. Die Ligatur befand sich $\frac{3}{4}$ Zoll oberhalb der Teilungsstelle; zentral und peripher saß je ein Thrombus; das Aneurysma erstreckte sich von der Mitte der Iliaca bis zur Femoralis; als Nebenfund wurde eine alte intrakapsuläre, durch Pseudarthrose geheilte Schenkelhalsfraktur aufgefunden.

Mit diesem Falle ist, wie mit allen andern, wo nur die Bauchsektion stattfand, eigentlich wenig anzufangen; die vitalen Symptome deuten auf Zirkulationsstörungen, die das schwache Herz nicht zu überwinden vermochte; daß Peritonitis, wenn auch nur lokale, bestand, kann eigentlich nicht recht bezweifelt werden; die letzte Todesursache wird daher in der Herzinsuffizienz zu suchen sein, die einmal durch den Eingriff an sich hervorgerufen wurde und durch die beginnende Peritonitis noch eine Beschleunigung erfuhr.

Fall 2. James.¹⁾ 44jähriger Mann hat seit 4 Monaten Schmerzen in der Hüfte und im Kniegelenk; beim Gehen hinkt er; früher war er angeblich stets gesund; syphilitische Infektion negiert.

7. V.—1. VI. 1829. Im unteren Teil des Abdomen sitzt ein bis zum Lig. inguinale sich erstreckender, rasch wachsender Tumor (Drüsenpaket?); er nimmt die ganze Regio iliaca ein und läßt keine Pulsation erkennen. Pat. klagt über Taubsein der Beine.

2. VI. Ligatur der Art. femoralis dicht unter dem Lig. inguinale; der Tumor fällt sofort zusammen, wächst aber bald wieder an.

12. VI. Der Tumor ist wieder so groß wie vor der Operation und reicht am

24. VI. schon bis zur Nabelhöhe. Pat. empfindet jetzt enorme Schmerzen, daher wird am

5. VII. mittels Laparotomie die Aorta unterbunden um $2\frac{1}{2}$ Uhr p. m.

1) James, Medico-chirurgical Transactions. Vol. XVI, 1829.

James brauchte lange Zeit, bis er die Gefäße fand, wühlte arg im Bauche herum, eventrierte fast den ganzen Darm und zerbrach im Abdomen mehrere Instrumente. Als die Operation endlich beendet war, klagte Pat. über rasende Schmerzen in den Beinen; kurz darauf traten heftige Krämpfe in der Wunde auf und Pat. starb im Kollaps um 7 Uhr p. m., also $4\frac{1}{2}$ Std. p. lap.

Sektion: Abdomen enthält ziemlich viel Blut, von der Verletzung einer kleinen Arterie (welcher?) herrührend. Das Aneurysma gehört der Femoralis an und hat die ganze Darmbeinschaukel ausgefüllt, an einzelnen Stellen sogar den Knochen arrodirt. Die Aorta selbst läßt ätheromatöse Veränderungen erkennen. Ligatur 2 cm oberhalb der Bifurkation.

Als Todesursache kommt hier sicher Herzinsuffizienz in Betracht, bedingt durch die Natur des Eingriffes und die Nachblutung; ob Ileus oder foudroyante Peritonitis mit im Spiele waren, läßt sich mit Sicherheit nicht feststellen, ist aber immerhin möglich; sicherlich hat hier die rohe Art der Technik den Exitus beschleunigt.

Fall 3. Murray.¹⁾ 33jähriger Seemann; stets gesund; kein Syphilitiker, aber Potator. Vor 3 Monaten entstand bei schwerer Arbeit plötzlich eine Geschwulst am rechten Beine; Pat. hat aber weiter gearbeitet.

Status praesens: Im Abdomen ist ein pulsierender Tumor, dessen Grenzen sind nach oben Nabel, unten Lig. inguinale dextra, lateral Darmbeinschaukel, medial Linea alba. In der Femoralis fehlt der Puls; rechtes Bein ist stark geschwollen und in der Hüfte flektiert; es ist völlig anästhetisch; Pat. klagt über Kribbeln und Ameisenlaufen.

26. I. 1834. Tumor wächst rapid; Puls regelmäßig; Pat. klagt über Rückenschmerzen.

Abends bei Kerzenlicht extraperitoneale Freilegung der großen Gefäße und Unterbindung der Aorta in der Mitte zwischen dem Abgange der Meseraica inf. und der Teilungsstelle. Der Puls in der Radialis zeigt keine Veränderung, ist regelmäßig 128; beide Beine taub; nach kurzer Zeit wurde der Puls flatternd, jedoch bald erholte sich Pat. wieder.

Am folgenden Tage Schmerzen im Kopf und den Beinen; Puls 120. Facies hippocratica; große motorische Unruhe; frequente Atmung.

5 Uhr p. m. Beine völlig kalt; Radialis puls nicht mehr zu fühlen.

9 Uhr 30 Min. p. m. Exitus; 23 Std. p. op.

Sofort post mortem wurde das Gefäßsystem von der Aorta ascendens aus mit Wachs injiziert.

Sektion: Keine Entzündung im Peritonealraume. Die Ligaturstelle ist zwischen dem 4. und 5. Lendenwirbel; oberhalb der Unterbindung sitzt ein Thrombus, unterhalb ist das Gefäßlumen noch offen. In den Anastomosen zwischen Mammaria interna und Epigastrica inf. findet sich etwas Wachs. Zwischen dem Stamm der Art. hypogastrica und ihren Ästen war die Verbindung durch eine akzessorische Art. haemorrhoidalis, welche sehr stark entwickelt war, hergestellt.

Die Aorta war diffus erkrankt; die ganze rechte Iliaca externa ist

1) Murray, London Medical Gazette. Vol. XIV u. XV, 1834.

von einem vom Lig. inguinale bis zum Nabel reichenden Tumor eingenommen, der mit Gerinnsel gefüllt ist und sehr dünne Wandung besitzt.

Als Todesursache, obschon die Brustsektion fehlt, ist wohl Herztod anzunehmen, wie sich aus den Symptomen intra vitam ergibt. Murray hat als erster den extraperitonealen Weg beschritten und die Kollateralbahnen durch die Mammaria interna und Epigastrica inf. gezeigt durch Injektion mit Wachs.

Fall 4. Monteiro.¹⁾ 31jähriger stets gesunder Mann, der schwere Arbeit leistete und seit 2 Monaten in der Ileocöcalgegend heftige Schmerzen verspürte.

Status praesens: Die rechte Fossa iliaca ist von einem harten, schmerzhaften Tumor eingenommen, der sich bis zum Oberschenkel ausdehnt. Über dem Tumor ist Pulsation deutlich zu fühlen und zu hören. Rechtes Bein in der Hüfte gebeugt; Zunge stark belegt; Puls klein, aber regelmäßig.

Diagnose: Aneurysma der Art. iliaca externa dextr.

5. VIII. 1842. 2 Uhr p. m. Unterbindung der Aorta durch Laparotomie; der Tumor fällt sofort zusammen und zeigt keine Pulsation mehr. Beide Art. femorales sind sehr hart und gespannt. Beine kalt, Dyspnoe; starkes Schwitzen. Radialispuls hart und klein, ziemlich frequent, aber regelmäßig.

6 Uhr. Beine etwas wärmer.

6. VIII. Schmerzen im Leibe, Puls 118.

7. VIII. Stat. idem. Puls 112, regelmäßig, aber gespannt.

9. VIII. Schmerzen in den Beinen; die Pulsation ist beiderseits in der Art. poplitea zu fühlen.

15. VIII. Profuse Blutung aus der Laparotomiewunde; geringer Meteorismus; gewaltiger Kräfteverfall; Puls klein und sehr schnell.

16. VIII. 2 Uhr a. m. Erneute heftige Blutung; 10 Uhr a. m. Exitus während einer abermaligen Blutung. Gestorben 10 Tage 20 Stunden p. lap.

Sektion: Große Anämie sämtlicher Organe, auch des Gehirns. Peritoneum und Darm ohne pathol. Befund. Aorta dicht oberhalb der Teilungsstelle unterbunden. Im Tumor sitzen noch etwa 5—6 Pfd. geronnenes Blut; dieser füllt die ganze rechte Beckenhälfte aus. An der Vorderseite der Art. femoralis der rechten Seite befindet sich ein etwa 4 cm langer Riß, aus welchem die Blutung erfolgt war. Das Blut hatte sich entlang den Gefäßen bis zum Oberschenkel hingewühlt; oberhalb der Ligaturstelle in der Aorta war kein Thrombus. Die Aortenwand war auf der linken Seite durch den Knoten der Unterbindung arrodirt und perforiert; aus dieser Wunde in der Gefäßwand war die tödliche Nachblutung erfolgt.

Monteiro liefert einen erschöpfenden Sektionsbericht; der Pat. erlag einer Nachblutung der arrodirtten Aorta, am 11. Tage nach der Laparotomie. Die Folgen der Unterbindung der Aorta waren nach drei Tagen, als wieder die Pulsation in den peripheren Teilen erfolgte, überwunden; da muß also der kompensatorische Kollateralkreislauf völlig funktioniert

1) Monteiro, Lancet 1842; Revue medico-chirurgicale 1852.

haben, und das Herz hatte die Katastrophe abgewendet. Leider gibt Monteiro nicht genauer die Herzmaße an, da doch in diesem Falle sich eine deutliche Hypertrophie des linken Ventrikels ausgebildet haben muß.

Fall 5. Sout.¹⁾ 28jähriger Mann, schwer arbeitend; angeblich soll kein Trauma eingewirkt haben.

Status praesens: Die ganze rechte Regio iliaca und lumbalis ist von einem Tumor eingenommen, der sich bis zum Rippenbogen und medial bis zur Mittellinie hin erstreckt; über diesem Tumor ist Fluktuation deutlich zu hören und zu fühlen. Im rechten Bein ist die Sensibilität völlig erloschen. Der Tumor wächst rapid, daher wird am

21. VI. 1856 2 Uhr p. m. in Chloroformnarkose die intraperitoneale Ligatur der Aorta dicht über der Bifurkation vorgenommen.

Das Befinden des Patienten war anfangs ein ausgezeichnetes, plötzlich jedoch starb er am zweiten Tage, im ganzen 43 Stunden p. op.

Sektion: Aneurysma spurium der Art. femoralis dextr. mit Ruptur.

Dieser Fall ist nach jeder Richtung so mangelhaft beobachtet und mitgeteilt, daß sich, zumal bei dem Fehlen eines genaueren Sektionsberichtes, nichts aus ihm entnehmen läßt; die Todesursache ist unbekannt, wenn man auch aus dem raschen Eintritt des Todes wohl einen Kollaps, also eine Herzinsuffizienz, annehmen darf.

Fall 6. Hunter Mc. Guire.²⁾ 30jähriger gesunder Neger, welcher plötzlich bei der Arbeit Schmerzen in der rechten Seite bekam; kurze Zeit nachher trat Übelkeit und Erbrechen auf.

Status praesens: In der Regio iliaca und hypogastrica der linken Seite sitzt ein fluktuierender, etwa gänseeigroßer Tumor, über welchem deutlich Pulsation hörbar und fühlbar ist.

26. III. 1868. Der Tumor vergrößert sich ziemlich schnell; die permanente Kompression wird nicht ertragen, daher wird am

30. III. durch einen linksseitigen Schrägschnitt das Abdomen eröffnet. Guire beabsichtigte, nur die erkrankte Art. iliaca communis zu unterbinden, jedoch trat, als er das Gefäß isolierte, aus dem aneurysmatischen Sacke eine so heftige Blutung auf, daß er zur Rettung des fast pulslosen Patienten schnell die Aorta 1 Zoll oberhalb des Tumors unterband. Nach Beendigung der Operation war der Puls sehr schwach und frequent.

30. III. 5 Uhr p. m. Puls schwach, irregulär, ca. 100.

9 Uhr 30 Min. p. m. Puls 100, etwas besser; Pat. ist zeitweise bekommen.

10 Uhr 30 Min. p. m. Puls wieder schlechter, 120, flatternd, leicht unterdrückbar. Große motorische Unruhe; Pat. ist etwas klarer und hat große Schmerzen in den Beinen.

12 Uhr p. m. Puls 160; starke Cyanose; Cheyne-Stokes Atemphänomen; Pat. ist moribund.

27. III. 12 Uhr 30 Min. a. m. Exitus. 10 Uhr 30 Min. p. lap.

Sektion: Peritoneum glatt und spiegelnd. Die Ligatur der Aorta sitzt

1) Sout, Lancet 1856; Associat. medic. Journal 1856.

2) Guire, Americ. journal of the medical sciences. Vol. LVI, 1868.

dicht unter dem Abgange der Art. meseraica inf. und hat den linken Ureter mitgefaßt.

Der schnelle Eintritt des Todes unter den Symptomen der Cyanose und Dyspnoe weist darauf hin, daß hier ein typischer Fall von Herzinsuffizienz vorliegt, wenn auch das Mitfassen des linken Ureters in die Ligatur eine Stauung des Harnes in der Niere hervorrief, die den Exitus beschleunigte. Peritonitis wird man wohl nach dem Sektionsergebnis ausschließen können; Pat. war durch die Blutung so anämisch, daß er den Eingriff nicht überstand.

Fall 7. Watson.¹⁾ 35jähriger Mann, welchem Watson vor 9 Wochen die linke Art. iliaca communis wegen eines Aneurysma mit einem Katgut-faden unterbunden hatte, bekam eine heftige Nachblutung; es wurde daher die Aorta intraperitoneal $\frac{1}{2}$ Zoll oberhalb der Teilungsstelle unterbunden. Pat. starb nach anfänglichem Wohlbefinden dann plötzlich nach 48 Stunden.

Sektion ist unterblieben.

Da bei diesem Falle so gut wie gar keine Mitteilungen verzeichnet sind, so ist, zumal da auch die Autopsie nicht stattfand, seine Bewertung unzweckmäßig.

Fall 8. Stokes.²⁾ 50jähriger, schwer arbeitender Mann, der früher Lues akquirierte, bekam plötzlich in der rechten Weiche eine Geschwulst, welche in 2 Monaten bis zur Größe einer Faust anwuchs. Aufnahme im ganzen 3 Monate nach dem Entstehen des Tumors ins Krankenhaus.

Status praesens: Vom Nabel reicht eine pulsierende Geschwulst bis unter das Lig. inguinale der rechten Seite; der Tumor geht medial bis zur Linea alba, lateral bis zur Linea semilunaris. Pulsation der rechten Art. femoralis nicht zu fühlen; die Kompression verursacht große Schmerzen.

8. III. 1868. 11 Uhr 15 Min. a. m. wird unter Chloroformnarkose das Abdomen durch einen halbkreisförmigen Schnitt eröffnet und die Aorta nach vorheriger Isolierung mit Silberdraht dicht oberhalb der Bifurkation unterbunden; die Enden des Drahtes werden so lange mit dem Kompressor zusammengedreht, bis in der Femoralis die Pulsation erlischt.

Nach Beendigung der Laparotomie betrug die Temperatur im linken Bein einige Zehntel mehr als am rechten; der Puls war auf 128 gestiegen.

12 Uhr. Pat. hat sich vom Chok erholt.

2 Uhr 30 Min. p. m. Linker Fuß kälter als der rechte.

5 Uhr 30 Min. p. m. Schwere Ohnmacht; Lippen weiß; Puls kaum zu fühlen.

9 Uhr p. m. Pulsation ist wieder in der Femoralis vorhanden.

10 Uhr 30 Min. p. m. Pat. ist moribund.

Kurz vor Mitternacht Exitus, 12 $\frac{3}{4}$ Stunden p. op.

Sektion: Das Aneurysma gehört der rechten Art. iliaca communis und ihren beiden Endästen an und hat den Beckenknochen weithin arrodirt. Der Silberdraht hatte die Innenfläche der Aorta nicht verletzt; der Verschuß war wasserdicht und saß dicht oberhalb der Teilungsstelle.

1) Watson, British medical journal 1869.

2) Stokes, Dublin Quarterly Journal, Vol. XXXXVIII, 1869.

Die Herzmuskulatur war atrophisch und blaß mit ausgesprochener fettiger Degeneration.

Es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, daß dieser Pat. an Herzinsuffizienz zugrunde ging, da das erkrankte Myokard die notwendige kompensatorische Hypertrophie zu leisten außerstande war; hier hat die akute Mehrbelastung des Kreislaufes und Herzens genügt, das schon erkrankte Organ völlig insuffizient zu machen.

Fälle 9 u. 10. Czerny ist der einzige Autor, der bisher die Aortenligatur 2mal ausgeführt hat.

I. Fall¹⁾: 27jähriger französischer Infanterist vom 84. Regimente, Arrondissement Reims, welcher in der Schlacht am Gaisberge durch einen Schuß in den linken Oberschenkel verwundet wurde, etwa 4 Querfinger unterhalb des Lig. inguinale. 8 Tage später, beim ersten Verbandwechsel, erfolgte eine heftige arterielle Blutung aus der Wunde, so daß Czerny sich genötigt sah, die Femoralis zwischen Ligament und dem Abgange der Art. profunda femoris zu unterbinden; nach der Ligatur trat vorübergehendes Kältegefühl im linken Beine auf. Aber der Faden schnitt durch, die Arterie war ulceriert, und am 19. VIII. erfolgte abermals eine heftige Blutung.

Czerny wollte jetzt die Iliaca communis sich durch Laparotomie freilegen und ligieren, um so die Blutung zu beherrschen, dabei aber passierte ihm das Versehen, daß er sich zu sehr nach oben hielt und die Aorta unterband, welche seiner Meinung nach die linke Art. iliaca communis sein sollte.

Durch den Blutverlust und die lange Narkose ist Pat. sehr geschwächt; Puls 136, klein, aber regelmäßig; linkes Bein kalt.

20. VIII. Linker Oberschenkel enorm aufgetrieben und schmerzhaft; das ganze Bein ist kalt. Beim Einschneiden in die aufgetriebene Partie entleert sich stinkende Jauche. Im rechten Bein ist die Motilität und Sensibilität ungestört. Pat. kollabiert aber immer mehr und stirbt 26 Stunden p. lap.

Sektion: Keine Peritonitis; Thromben an der Unterbindung der Iliaca; die Ligatur der Aorta sitzt 2,5 cm oberhalb der Blutungsstelle; das Gefäß weist im peripheren Abschnitt einen Thrombus auf, während das zentrale leer ist. Im rechten Ventrikel etwas schaumiges Blut; Herz sonst intakt; geringes Lungenödem.

II. Fall²⁾: 50jähriger Mann hat seit 2 Jahren eine Geschwulst im Abdomen, welche nach ihrem ganzen Wesen und Symptomen einen linksseitigen Nierentumor darstellt.

19. I. 1878. Laparotomie; als der Operateur in den retroperitonealen Raum eindringen wollte, indem er sich zwischen den Blättern des Mesocolon descendens hindurcharbeitete, entstand plötzlich eine enorme Blutung aus den arteriellen Gefäßen des Mesocolon, die Czerny nur durch Kompression der Aorta stillen konnte. Da der Kranke fast verblutet war, so sah der Operateur keinen anderen Ausweg, als die Aorta zu unterbinden.

1) Czerny, Wiener med. Wochenschr. 1870/71, S. 1402, 102.

2) Czerny, Zentralbl. f. Chir. 1879, Nr. 45, S. 738.

2 Stunden p. op. Anästhesie und Paralyse der unteren Extremitäten.
10 Stunden p. op. stirbt plötzlich der Kranke.

Sektion: Die Aorta ist dicht über dem Abgange der Art. mesenterica inf. ligiert; die linke Art. renalis ist kurz vor ihrem Eintritte in den Tumor abgerissen, der Unterbindungsfaden der Aorta ist so angelegt, daß das Blut noch in die höher entspringende Art. renalis der rechten Seite fließen konnte.

Die beiden Fälle von Czerny müssen eine gesonderte Deutung erfahren; im ersten handelte es sich um einen stark anämischen, septisch infizierten Kranken, dessen Herzkraft schon vor der Operation eingreifend geschädigt war, die Ligatur der Aorta hat aber zweifellos den Exitus beschleunigt; ja hätte Czerny in richtiger Weise die Iliaca unterbunden, so hätte das Verhängnis vielleicht abgewendet werden können; so erlag das geschwächte Herz der Toxinwirkung im Verein mit der akuten Drucksteigerung im arteriellen Systeme.

Im zweiten Falle hat nach dem übereinstimmenden Urteile aller Autoren Czerny diese gefährliche Operation ohne zwingende Notwendigkeit vorgenommen; wenn ihm, woran wohl kein Zweifel ist, im Beginn der Operation die Art. renalis einriß, so hätte er vor allem dieses Gefäß isoliert unterbinden müssen und nicht die Aorta selbst. Auch dieser Kranke erlag der akuten Herzdilatation als direkte Folge der Operation, wenn man auch zugeben muß, daß die starke Blutung im Beginne der Exstirpation das Ende beschleunigt hat. Es handelt sich also in beiden Fällen um Herzinsuffizienz bei schon vorher geschwächten Menschen, wo die durch die Operation geschaffene gewaltige Drucksteigerung hinreichte, das schon schwer in Mitleidenschaft gezogene Organ völlig zu irritieren, so daß es seinen Dienst versagte.

Fall 11. Milton.¹⁾ 45 jähriger syphilitischer Mann mit multiplen Gummiknoten hat seit 16 Monaten einen langsam wachsenden Tumor im Abdomen bemerkt.

Status praesens: Oberhalb des Nabels etwas nach der linken Seite zu sitzt ein orangengroßer Tumor, der bei jeder Systole anschwillt. Radialpuls sehr hart und gespannt, aber sonst intakt.

3. VII. 1891. Der Tumor ist sehr stark gewachsen und geht in eine Masse über, welche sich vom Nabel zur lateralen Seite des Abdomens bis zur Regio hypochondriaca sin. erstreckt; es bestehen Zeichen schwerster Anämie, daher wird am Mittage die Laparotomie gemacht. Milton versuchte nach Isolierung der Aorta einen Gummischlauch unter das Gefäß zu leiten und dann die langsame Kompression vorzunehmen; da ihm aber dabei der aneurysmatische Sack einriß, unterband er sofort die Aorta selbst. Dauer der Operation nur 12 Minuten (?).

Sofort nach Anziehen des Fadens hörte die Pulsation in der Femoralis und dem Aneurysma auf; Pat. empfand nach dem Erwachen heftige Schmerzen in der Seite und der Brust und starb plötzlich 24 Stunden p. op.

Sektion: Die ganze Aorta vom Abgange der Renalis bis zur Bifurkation ist in einen aneurysmatischen Sack umgewandelt; dieser ist an der

1) Milton, Lancet, Bd. I, 1891.

unteren Fläche perforiert. Im Abdomen etwas freies Blut; sämtliche Organe sind höchst anämisch; die Ligatur sitzt dicht unter dem Abgange der Art. renalis.

Auch in diesem Falle werden wir der Vermutung, daß Herzinsuffizienz die letzte Todesursache war, Raum gewähren müssen, da Milton ausdrücklich erwähnt, daß bis zum Exitus die Pulsation in den Femorales fehlte; es war also hier noch kein Kollateralkreislauf eingetreten und das geschwächte Herz erlag der Mehrforderung an seine Arbeitskraft.

Fall 12. Keen.¹⁾ 52jähriger Syphilitiker hat seit ein paar Monaten starke Schmerzen im Rücken und der epigastrischen Gegend; starke Obstipation, fast völliger Appetitmangel; Radialis nicht geschlängelt.

Status praesens: Innere Organe nicht nachweislich erkrankt. Vom Proc. ensiformis reicht bis zum Nabel ein deutlich pulsierender Tumor, dessen Breite stellenweise über 7 cm beträgt. Als man dem Pat. eine Operation vorschlug, ging er sofort nach Hause.

22. XI. 1899. Wiederaufnahme wegen unerträglicher Schmerzen. Pat. ist stark kollabiert, sein Puls schwach und zeitweise irregulär. Der Tumor reicht auf der linken Seite vom Rippenrande bis zur Darmbeinschaukel.

29. XI. Mediane Laparotomie. Man findet ein fast kindskopfgroßes retroperitoneales Hämatom, ausgehend von einem Aneurysma der Bauch-aorta. Sofortiger Schluß des Abdomens; der Zustand des Kranken bessert sich in den nächsten Tagen.

Am 4., 5., 11. und 16. Dezember erhält der Kranke subkutane Gelatineinjektionen.

20. XII. 1899. Mediane Laparotomie in der alten Narbe; Colon wird nach unten, Magen nach oben in die Zwerchfellkuppe gelagert; zwischen Pankreas und Magen kommt man dicht neben der Wirbelsäule auf die intakte Wand der Aorta. Keen wollte anfangs einen Draht in das Aneurysma einführen und den elektrischen Strom zur Verödung des Gefäßes durch den Metalldraht hindurchleiten; als er jedoch die Arterie „so schön vor sich liegen sah“, änderte er seinen Plan und unterband die Aorta.

Der Puls, welcher vorher schwach und irregulär und leicht unterdrückbar war, stieg im Moment der Ligatur von 90 sofort auf 128, und es verschwand die Pulsation im Aneurysma und der Femoralis. Kurz darauf trat heftige Cyanose des Gesichts, Kopfes und Nackens auf; die Beine waren kalt bei erhaltener Motilität und Sensibilität.

25. XII. 7 Uhr 40 Min. p. m. Die Pulsation in der Femoralis ist wiedergekehrt; der Kollateralkreislauf funktioniert also gut.

27. XII. Es tritt deutlich fühlbare Pulsation in der Art. epigastrica inf. und mammaria interna auf(?).

10. I. 1900. Pat. ist tagsüber einige Stunden außer Bett und erhält täglich subkutane Gelatineinjektionen, aber im Laufe des Januar wächst der Tumor wieder.

13. II. Starke Schmerzen im ganzen Körper, besonders Brust und Beinen.

15. II. 2 Uhr p. m. Puls sehr schwach und klein, leicht unterdrückbar, zeitweise aussetzend; Lippen weiß; große Unruhe und Dyspnoe.

1) Keen, Americ. Journal of the medical sciences. 1900.

3 Uhr 20 Min. p. m. Exitus letalis am 57. Tage p. op.

Sektion: Im Abdomen befindet sich eine große Menge flüssiges, schwarzes Blut. Die Aorta ist dicht unterhalb des Diaphragma(?) unterbunden; der Faden hat etwas eingeschnitten, das Gefäß weist an dieser Stelle eine ganz feine Öffnung auf, aus welcher sich das Blut bis zur rechten Niere hin gewühlt hat. 3 cm unterhalb der Unterbindungsstelle sitzt in der hinteren Aortawand eine Perforation etwa in der Höhe des 11. und 12. Brustwirbels; von dort erstreckt sich der aneurysmatische Sack bis über den 1. Lendenwirbel hinaus und hat den Wirbelkörper arrodiiert. Schon makroskopisch hat die ganze Aorta zahlreiche atheromatöse Stellen; aber weder ober- noch unterhalb der Ligatur ist das Gefäß durch einen Thrombus obliteriert.

Keens Fall ist für die Beurteilung sehr einfach; er will glaubhaft machen, die Aorta dicht bei ihrem Eintritt in die Bauchhöhle unterbunden zu haben; es ist das die am meisten zentral angelegte Ligatur, die je ein Chirurg ausgeführt hat, und in diesem Falle, wo oberhalb der Meseraica sup. und inf., der beiden Renales und Spermaticae internae abgebunden war, soll der Patient noch fast 2 Monate am Leben geblieben sein, es soll sich keine Darmgangrän, keine Anurie, keine Urämie eingestellt haben, wiewohl doch erst in 5 Tagen der Kollateralkreislauf völlig entwickelt war, also vor diesem Termine eine genügende Blutversorgung der abgesperrten Bezirke nicht stattfand und die Schlacken des intermediären Stoffwechsels nicht eliminiert werden konnten.

Aus allen diesen Tatsachen geht wohl zur Genüge hervor, daß Keen sich im größten Irrtume befindet, wenn er glaubt, die Aorta dicht unter dem Zwerchfelle wirklich unterbunden zu haben; er mag im guten Glauben gehandelt haben, hat aber, wenn er wirklich die Aorta vor sich hatte, durch seine Ligatur nur eine Stenose des Gefäßes, keinen wirklichen Verschuß hervorgerufen. Es ist jammerschade, daß bei der Sektion die Sondierung der Aorta oder die Einspritzung von Flüssigkeit in das Gefäß unterblieben ist.

Fall 13. Tillaux ¹⁾: 46jähr. „homme alcoolique et athéromateux“ hat seit drei Jahren in der linken Inguinalgegend einen kleinen, pulsierenden Tumor beobachtet, welcher in der letzten Zeit schnell gewachsen ist; gelegentlich einer schweren körperlichen Anstrengung bekam er plötzlich rasende Schmerzen in die Weichen und die Geschwulst wuchs auf das Doppelte an.

2. III. 1900. Stat. praes.: Im Abdomen sitzt ein pulsierender Tumor, der vom Nabel bis zum Lig. inguinale hinreicht, medial geht er bis zur Linea alba, latral zum Darmbeinkamme; über der Geschwulst ist Pulsation deutlich fühl- und hörbar. Da die Exstirpation sich als unmöglich erweist, wird am

6. III. durch Laparotomie der retroperitoneale Raum freigelegt; Tillaux unterbindet dort ein Gefäß, welches „sich in 2 Äste teilt“, und das er für die zugehörige Iliaca communis ansieht. Nach dem Knüpfen der Ligatur schwindet sofort die Pulsation in dem Aneurysma.

In der Folgezeit machen sich an den Extremitäten auch keine Störungen der motorischen oder sensiblen Sphäre bemerkbar.

1) Tillaux, Revue de Chirurgie. 1901.

1. IV. Beginn des körperlichen Verfalles; es treten zeitweise Delirien auf.
 14. IV. Exitus unter zunehmendem Verfall am 39. Tage p. lap.

Sektion: Aneurysma der linken Iliaca communis und externa angehörend; die Aorta ist dicht oberhalb der Bifurkation eingeengt, jedoch gelingt die Sondierung der stenosierten Stelle ohne Schwierigkeiten; an der Stelle, wo der Faden liegt, ist das Gefäß durch Thromben nicht verschlossen. Intima und Media der Aorta weithin zerrissen.

Auch hierbei ist aus Versehen die Aorta anstatt der Iliaca communis ligiert, oder besser gesagt stenosiert worden; da die Sektion die völlig ungenügende Unterbindung ohne irgend einen Zweifel erkennen ließ, so gehört auch dieser Fall nicht zu den eigentlichen Aortenligaturen. Im übrigen ist dieser Kranke an den Folgeerscheinungen seines Aneurysma gestorben.

Fall 14. Körte¹⁾: 28jähr. Kaufmann, vorher stets gesund: keine Lues. Nach einer anstrengenden Gebirgstour erkrankt er plötzlich mit heftigen Schmerzen in der Iloecöcalgegend und im rechten Beine; sie wurden unerträglich, als er einige Zeit nachher eine größere Radtour unternahm.

Status praes: Gesunder Mensch; innere Organe nicht besonders verändert. Puls 100—110 leicht unterdrückbar. Dicht über dem Lig. inguinale der rechten Seite liegt eine pulsierende Geschwulst, über welcher Gefäßgeräusche hörbar sind; sie geht nicht über die Mittellinie hinaus und reicht bis dicht an den Rippenbogen; dieser Tumor tritt bei rektaler Untersuchung sehr deutlich hervor; die Pulsation in ihm erlischt sofort bei Kompression der Art. iliaca von den Bauchdecken aus.

Herzbefund: Herzdämpfung nach links verbreitet; Spitzenstoß außerhalb der Mammillarlinie im 5. Intercostalraum; über der Spitze lautes diastolisches Geräusch; über der ganzen Aorta diastolisches Schwirren fühl- und hörbar; beide Radialarterien geschlängelt.

Diagnose: Aorteninsuffizienz; Aneurysma der rechten Femoralis; Aneurysma der Aorta. (?)

17. IV. 1899. In Mischnarkose und Beckenhochlagerung wird durch eine mediane Laparotomie das Abdomen eröffnet. Das Aneurysma liegt retroperitoneal an der Linea arcuata interna und pulsiert sehr. Das Gefäß wird stumpf isoliert und in typischer Weise unterbunden; es treten keine Zirkulationsstörungen auf; auch die sensible und motorische Sphäre bleibt intakt.

Da aber das retroperitoneale Hämatom sehr schmerzt, wurde es entleert durch Incision am

23. V. Fast war die Entleerung vollständig, als plötzlich eine starke arterielle Blutung erfolgte, so daß Körte rasch bei dem narkotisierten Patienten abermals in der Mittellinie die Bauchhöhle eröffnete und schnell die Aorta unterband. Pat. erwachte bald nachher aus der Narkose, kam aber doch nicht mehr recht zu sich und starb schon eine Stunde später im Kollaps. Der Puls war bei Lebzeiten dauernd hoch, zeitweise etwas irregulär, eine Pulsation der Femoralis wurde nicht beobachtet.

Sektion: Herz stark dilatiert und vergrößert; 12:13 cm lang; der rechte Ventrikel schlaff; Muskulatur anämisch; linker Ventrikel derb, stark

1) Körte, Deutsche med. Wochenschr. 1900, Nr. 45.

dilatiert; mäßige Insuffizienz der Aortenklappen; multiple Atheromatose im ganzen Verlauf des Gefäßes.

Im Abdomen keine Flüssigkeit; Unterbindung der Aorta unter dem Abgange der Art. meseraica. inf., etwa $2\frac{1}{2}$ cm oberhalb ihrer Teilungsstelle. Rechts über dem Psoas liegt ein Tumor von blau-roter Farbe; das retroperitoneale Gewebe ist bis zur Niere hin mit Blutgerinnseln infiltriert. Die rechte Art. iliaca communis ist dicht an ihrer Ursprungsstelle obliteriert. Zwischen den Endästen der beiderseitigen Arteriae hypogastricae bestehen zahlreiche arterielle Anastomosen. In der rechten Art. femoralis ist ein Aneurysma bis zum Lig. inguinale hin, ein etwa kirschkerngroßes sitzt noch in der Art. profunda femoris der rechten Seite; für Lues finden sich keine Anhaltspunkte.

In Körtes Fall ist eine genaue Sektion, besonders hinsichtlich des Herzens vorgenommen worden, daher lassen sich hieraus mancherlei Schlüsse ziehen. Die Todesursache liegt klar zutage, das Herz war zur Bewältigung der erforderlichen Mehrleistung insuffizient, es erlahmte unter dem Drucke der nötigen Überarbeit; die Sektion stellte eine akute Dilatation des anämischen Organes fest. Daß der Klappenfehler an den Semilunarklappen der Aorta der erforderlichen Kompensation des Myokards hinderlich gewesen sei, ist schon denkbar, zumal bei Lebzeiten infolge der Überlastung des linken Ventrikels ein guter Teil der Reservekraft des Herzens verbraucht war, andererseits ist aber auch wohl zu bedenken, daß gerade durch die Aorteninsuffizienz der linke Ventrikel sich schon in Hypertrophie befand, aber selbst diese nicht hinreichte zur Bewältigung der momentanen gewaltigen Drucksteigerung im arteriellen Systeme.

Fall 15. Morris¹⁾: 54jähr. Potator wird aufgenommen wegen eines Tumors im Epigastrium.

Stat. praes. Vom Schwertfortsatz bis zum Nabel, etwas mehr auf der linken Seite liegend, befindet sich ein pulsierender Tumor, welcher für ein Aortenaneurysma angesprochen wird, daher macht Morris am

17. I. 1901 die mediane Laparotomie über die größte Prominenz der Geschwulst; die Diagnose wurde bestätigt, es handelte sich um ein Aneurysma der Aorta, welches vom Abgange der Arteria colica bis über die meseraica inf. hinaus sich erstreckte. Es wurde unterhalb des Sackes, in der Absicht den Sack durch Blutgerinnsel zur Obliteration zu bringen, ein elastischer Schlauch um die Aorta gelegt, dieser nach außen geleitet und dort, wo er dem Gefäß dicht anlag, zugeklemmt; mit anderen Worten, es wurde die temporäre Ligatur mit einem elastischen Schlauche vorgenommen.

18. I. 1905. Pulsation in der Femoralis erloschen; keine Störungen in den Beinen; Puls regelmäßig, Befinden gut.

26 Stunden nach der Laparotomie wurde die Klemme entfernt und die Ligatur gelöst; der aneurysmatische Sack zeigte keine Pulsation mehr und hatte sich mit Gerinnsel gefüllt. 2 Stunden später wird der Leib etwas aufgetrieben und schmerzhaft; am anderen Tage ist die Peritonitis manifest, welcher Pat. 53 Stunden p. lap. erliegt.

Sektion: Im Abdomen trübe, seröse Flüssigkeit; Serosa der Därme

1) Morris, Annals of Surgery. 1902.

matt, an einzelnen Stellen fibrinöse Auflagerungen besitzend. Eine untere Dünndarmschlinge weist eine tiefe, gangränöse Schnürfurche auf, welche durch Anlegung der den elastischen Schlauch schließenden Klemmzange entstanden ist.

Das Aneurysma ist mit Gerinnsel angefüllt, die Aorta weist dicht unter dem Abgange der Art. mesenterica inf. eine Einschnürung auf, welche für eine feine Sonde noch eben durchgängig ist.

Hierbei handelt es sich nur um eine temporäre Ligatur der Aorta, allerdings war durch sie eine dauernde Stenose des Gefäßes entstanden, der Tod ist zweifelsohne infolge der Darmgangrän und der Peritonitis erfolgt.

Experimenteller Teil.

Während ich die Dignität der einzelnen Fälle und ihre Deutung erst später erörtern will, mögen jetzt meine eignen Versuche angeführt werden. Zum Versuche dienten mir große Kaninchen, Katzen und Hunde. Da sowohl die Symptome als auch ganz besonders die durchschnittliche Lebensdauer und die Sektionsergebnisse bei den verschiedenen Tieren zwar sehr verschieden sind, aber dennoch innerhalb der einzeln Gruppen eine große Übereinstimmung herrscht, so werde ich die Experimente und ihre Ergebnisse gruppenweise abhandeln.

Technik der Unterbindung.

Was zunächst die Technik angeht, so kommt man, und das gilt für Mensch und Tier, auf zwei Wegen zu den großen Bauchgefäßen. Durch einen Lumbalschnitt von der letzten Rippe der linken Seite bis zur entsprechenden Crista ossis ilii am vordern Rande des Muscul. quadratus lumborum entlang kann man sich unschwer bei dem in Rücken- oder rechten Seitenlage befindlichen Kranken den retroperitonealen Raum, in dem die großen Unterleibsgefäße mit samt dem Ureter verlaufen, freilegen. Diese retroperitoneale Methode wurde früher mit Vorliebe benutzt, als man sich vor der Eröffnung der Abdominalhöhle scheute. Schon v. Nußbaum¹⁾ empfahl in seinen bekannten Briefen, die er bei dem unvermeidlichen Ausbruche des Bruderkrieges seinen Schülern mit als Geleite gab, einen andern Weg, nämlich den diaperitonealen (*διὰ* = durch = hindurch). „Ein Bauchschnitt mit Auseinanderhalten der Gedärme gefiel

1) v. Nußbaum, Vier chirurgische Briefe an seine in den Krieg ziehende ehemaligen Schüler. München 1866.

mir bei der Unterbindung der Aorta abdominalis viel besser, als das Einschneiden bis auf das Peritoneum und das Zurückschieben des letztern um den halben Leib herum“ Befolgen wir heute diesen Rat, so eröffnen wir durch eine mediane Laparotomie in der Mitte zwischen Nabel und Symphyse die Bauchhöhle, bringen durch steilste Beckenhochlagerung die Därme in die Zwerchfellkuppe, in der sie durch eingelegte sterile Kompressen zurückgehalten und vor Abkühlung und Infektion an der Luft geschützt werden, und haben dann dicht vor der Wirbelsäule das hintere Blatt des Peritoneums vor uns, unter welchem bekanntlich die Gefäße verlaufen; nach seiner Spaltung müssen dann noch die einzelnen Gefäße isoliert und aus der Gefäßscheide herauspräpariert werden.

Welche Methode man einschlägt, ist mehr oder minder Liebhaberei; ich bevorzugte den diaperitonealen Weg, schon deswegen, weil man sich hier das Operationsterrain weit und übersichtlich freilegen kann und bei etwa eintretender Blutung die verletzten Gefäße bequemer fassen und ligieren kann. Zwar nimmt man bei dieser Methode die Gefahren der Beckenhochlagerung mit in den Kauf, ein Umstand, der bei erkrankten Menschen nicht zu unterschätzen ist, aber die Operationsdauer ist doch meist eine sehr kurze, so daß die Nachteile dieser Lagerung nicht so sehr in die Wagchale fallen. Die in der vorantiseptischen Zeit stets drohende Peritonitis können wir durch eine peinliche Asepsis und richtige Technik bei der diaperitonealen Methode jetzt umgehen, denn es ist ganz selbstverständlich, daß man im Tierexperiment mit den gleichen Vorsichtsmaßregeln seine Eingriffe umgeben muß, wie wir sie bei einer jeden Laparotomie am Menschen treffen; ihre Unterlassung rächt sich schwer, an Ileus und Peritonitis gehen die Tiere eher ein, als bis die eigentliche Untersuchung und Beobachtung des Falles beendet ist. Was die Narkose angeht, so sieht man sich auf die allgemeine durch Inhalation schon deswegen angewiesen, weil sonst die Tiere durch ihre Unruhe das Arbeiten sehr erschweren; diese muß aber eine gleichmäßige, tiefe sein, will man das höchst unangenehme Hervorpressen der Därme vermeiden. Ich bediente mich daher entweder des Billrothschen Gemisches oder der Ätherchloroformnarkose; bei vorsichtiger und richtiger Handhabung läßt jede Störung während der Operation sich vermeiden; einen Todesfall nach der Narkose, der ihr zuzuschreiben wäre, kann ich nicht melden.

I. Aortenunterbindung bei Kaninchen.

Im ganzen führte ich diese Operation 8 mal aus und zwar bei 3 Böcken und 5 Weibchen, von letzteren waren 2 gravid; je 4 mal benutzte ich die extra- und diaperitoneale Methode. Nach Isolierung des Gefäßes wurde mit der Deschamps'schen Nadel die Aorta in verschiedener Höhe zwischen dem Ursprunge der Art. mesenteric. inf. und ihrer Bifurkation mit je 2 Katgutfäden fest zusammengeschnürt; als Kriterium für die sichere Ligatur dient das momentane Verschwinden des Pulses in der Iliaca. In einzelnen Fällen habe ich zwischen den beiden Katgutfäden die Aorta durchschnitten; dann ist man sicher, daß die Unterbindung auch festgeknüpft war; später jedoch unterließ ich das, um die Veränderungen in der abgeschnürten Gefäßpartie auch untersuchen zu können. Nach Unterbindung des Gefäßes hat man bei der extraperitonealen Methode nur noch exakt die Weichteilwunde zu schließen; bei der diaperitonealen hingegen muß zuerst die Öffnung in dem hinteren Blatte des Peritoneums durch Katgut geschlossen werden; erst dann kann man durch horizontale Lagerung des Tieres die Därme wieder in ihre gewöhnliche Lage zurückbringen; der eigentliche Schluß der Bauchwunde geschieht in der üblichen Weise durch Etagnennaht.

Nach dem Erwachen aus der Narkose boten die Tiere im allgemeinen folgendes Krankheitsbild dar:

Die hinteren Extremitäten waren völlig gelähmt; das Tier konnte sie willkürlich nicht bewegen: die Sensibilität war stark herabgesetzt, oft sogar völlig erloschen. Sie schleppten sich auf ihren Vorderbeinen mühsam umher, während die hintern einfach nachgezogen wurden. Schon sehr bald trat völlige Inkontinenz auf; das Lager der Tiere war beschmutzt, und auf ihren Wegen ließen sie deutlich Spuren von Urin und Kot zurück; der Anus klappte, der Sphincter externus hatte seinen Tonus völlig eingebüßt; bei den männlichen Tieren war keine Erektion mehr zu erreichen, die Vulva der weiblichen war geöffnet. Einen deutlichen Unterschied in der Wärme habe ich zwischen den Vorder- und Hinterbeinen nicht feststellen können; weder der aufgelegte Handrücken noch das in Achsel und Weiche eingeführte Thermometer ergaben eine bemerkenswerte Abweichung. Die Herzaktion blieb sich im ganzen gleich; der Puls in der Carotis wurde etwas gespannter und kräftiger, die einzelnen Herzschläge etwas ausgiebiger, die Pausen aber nicht beeinflusst; schon nach ein paar Stunden, allerdings schwankt diese Zahl sehr bei den einzelnen Individuen, trat aber wieder Pulsation in der Femoralis ein; diese war zwar lange nicht so ausgiebig wie vor der Unterbindung, aber immerhin eben zu fühlen; wenn man jetzt das Gefäß anschnitt, so träufelte bei jeder Systole etwas Blut hervor, aber die Arterie spritzte nicht im eigentlichen Sinne.

Die Tiere waren in der ersten Zeit ganz munter, fraßen und schleppten sich, so gut es anging, im Käfig herum; irgend ein Zeichen schwerer Erkrankung war ihnen nicht anzumerken, dagegen bestand in allen Fällen, schon nach 24 Stunden nach der Operation bemerkbar, eine Verbreiterung der Herzdämpfung besonders nach der linken Seite und eine Akzentuation des 2. Aortentones; der Spitzenstoß war nach außen verdrängt und beträchtlich hebend. Aber schon nach weiteren paar Stunden wurden sie auffallend ruhig und furchtsam, erschraken sehr leicht, saßen zusammen-

gekauert in einer Ecke des Käfigs und starben gewöhnlich 30—40 Stunden nach der Unterbindung ohne besonders prägnante Symptome.

Die möglichst schnell nach dem Tode vorgenommene Sektion ließ im allgemeinen folgende Verhältnisse erkennen.

Schädel: Dura nicht injiziert; die venösen Gefäße enthalten teils r und Speckhaut, teils flüssiges Blut.

Das Groß- und Kleinhirn ist anämisch, ohne Herderkrankungen; genau so verhält sich auch das Rückenmark.

Brust: Herz stark dilatiert, besonders der linke Ventrikel; Klappenapparat intakt. Myokard anämisch, stellenweise etwas brüchig, aber histologisch unverändert. Die Muskulatur des linken Ventrikels beträgt nur knapp die Hälfte von der des rechten, letzterer ist fest kontrahiert und leer, ersterer hat ein verschieden großes Lumen und enthält noch flüssiges Blut, teilweise auch Cruor. Beide Vorhöfe und Herzohre ohne Besonderheiten.

Die Lungen sind besonders in ihren unteren Partien sehr saftreich; auf Druck läßt sich viel schaumige Flüssigkeit herauspressen; herausgeschnittene Stücke sinken sofort im Wasser unter. In dem Oberlappen ist der Luftgehalt ein normaler.

Abdomen: Serosa glatt und spiegelnd; keine Beläge auf den Darmschlingen. Darm ohne Besonderheiten, ebenso Magen; bei einigen Tieren war das Rektum stark dilatiert und mit Kot angefüllt; in einem Falle war der Magen enorm aufgetrieben.

Leber, Milz, Nieren: ohne besonderen Befund; einige Male waren diese Organe etwas vergrößert, ihre Zeichnung undeutlich, besonders bei der Leber waren die venösen Gefäße strotzend gefüllt; in diesen Fällen war im Abdomen meist etwas freie, seröse, nicht getrübe Flüssigkeit.

Blase oft gefüllt, in vielen Fällen aber auch leer; die Schleimhaut war sehr anämisch, die Blutgefäße kaum mit Blut gefüllt. Ihr Inhalt, wo solcher vorhanden war, ließ keine Veränderungen erkennen.

Im retroperitonealen Raum befand sich einige Male ein paar Tropfen Cruor oder seröse Flüssigkeit; die Aorta war in verschiedener Höhe zwischen dem Ursprunge der Art. meseraic. inf. und der Bifurkation mit Katgut unterbunden; dieser Faden lag noch fest und war nicht resorbiert. Nach Herausnahme des Gefäßes gelingt die Sondierung von beiden Enden nur bis zur Ligaturstelle, ebenso gelangt eingespritzte Flüssigkeit nicht über diese hinaus. Die übrigen Gefäße, sowie der linke Ureter sind völlig unversehrt.

Bei vorheriger Injektion des Gefäßsystems von der Carotis oder der Brustaaorta aus ergaben sich hinsichtlich der Unterbindung die gleichen Verhältnisse. Stärker als wie bei Kontrolltieren war die Füllung in den beiden Mammariae internae und epigastricae inf. sowie in den paarigen Vertebralgefäßen, welche dicht neben der Ligaturstelle liegen; aber auch hier ist es nicht gelungen die Injektionsmasse während des ganzen Verlaufes der Gefäße aufzufinden.

Das Blut in dem Zwischenstück zwischen den beiden Katgutfäden war flüssig und in seinem Äußern in nichts von dem andern des gleichen Tieres zu unterscheiden; auch die Gefäßwände ließen makroskopisch keine Veränderungen erkennen.

II. Aortenunterbindung bei Katzen.

10 Exemplare dieser Tiergattung dienten zu Versuchen; 4 mal betrat ich den intraperitonealen Weg, in den anderen 6 Fällen kam die diaphragmatische Methode zur Anwendung; unter diesen so operierten Tieren befand sich ein Kater; keines der Weibchen befand sich in gravidem Zustande.

Die Technik der Unterbindung ist genau die gleiche wie sie vorhin beschrieben wurde; nur ist bei diesen Tieren eine besondere Vorsicht geboten, auf daß sie sich nicht die äußere Wunde aufreißen. Zu dem Zwecke nähte ich die Bauchdecken mit eng aneinander liegenden Seidenknopfnähten und bestrich sie zuletzt noch mit einer Styraxsalbe in dicker Schicht; schon allein der Geruch ist den Tieren so widerwärtig, daß sie dann die Wunde in Ruhe lassen.

Sie alle boten nach dem Erwachen aus der Narkose das gleiche Krankheitsbild dar, welches dem vorhin beschriebenen durchaus ähnlich war, wenn es auch in manchen Punkten gewisse Abweichungen zeigte.

Zunächst gingen die Lähmungserscheinungen der hinteren Extremitäten viel schneller zurück; die Tiere konnten schon in den ersten paar Stunden die Beine aktiv etwas bewegen, wenn auch die eigentliche Kraft in ihnen noch fehlte. Erst gewöhnlich am andern Tage benutzten sie ihre Hinterbeine wieder zum Gehen; der Gang war ein mühsamer und watschelnder, dabei knicken die Beine oft ein; auch passierte es gelegentlich, daß sie ataktische Bewegungen ausführten. Die Sensibilität kehrte auch in ein paar Stunden wieder, blieb aber dauernd herabgesetzt. Größere Temperaturdifferenzen fehlten völlig; auch habe ich nie Störungen von Blase und Darm beobachtet, im Gegenteil, ihr Lager war stets rein, und beim Aufheben des Tieres floß kein Urin ab; ebenso waren die äußeren Genitalien bei den Katzen geschlossen, während bei dem einzigen Kater sich selbst bei elektrischer Reizung des Penis eine Erektion nicht mehr erzielen ließ.

Der Puls in der Carotis war etwas gespannter, in der Femoralis trat er erst am andern Tage ganz gering auf; Vergleichskurven mit dem Sphygmographen ließen die Differenz deutlich erkennen. Die bloßgelegte Femoralis spritzte nicht beim Anschneiden, sondern entleerte nur ein paar Tropfen Blut bei jeder Systole.

Im allgemeinen aber gingen die Tiere in etwa 3—4 Tagen nach der Unterbindung ein, nachdem sie schon vorher sich ganz ruhig in eine Ecke des Käfigs gelegt hatten; sie berührten die vorgesetzte Nahrung nicht mehr und wimmerten sehr.

Die Sektion, möglichst rasch nach dem Tode vorgenommen, ließ am und im

Schädel, sowie im übrigen Zentralnervensystem makroskopisch nachweisbare Veränderungen vermissen; allein auffällig war die große Blässe dieser Organe.

Brust: Konstant fand sich in beiden Unterlappen der Lungen ein reicher Gehalt an Saft, welcher auf gelinden Druck schaumig hervorquoll; die oberen Partien waren lufthaltig, das Gewebe dort aber ziemlich derb mit ausgesprochener brauner Induration; stellenweise auch hämorrhagische Infarkte.

Das Herz war in allen Fällen vergrößert und zwar hauptsächlich der linke Ventrikel; in diesem war jedesmal Cruor vorhanden, durch welchen es mehr oder minder angefüllt war, während das ganze rechte Herz in fest kontrahiertem Zustande sich befand. Die Muskulatur des linken Ventrikels war weich und schlaff, die des rechten etwas hypertrophisch, ihre Dickenverhältnisse waren etwa wie 1:2,5—3 die Vorhöfe und Herzohre sowie der Klappenapparat an den arteriellen und venösen Ostien waren intakt.

Bauch: Peritoneum glatt und spiegelnd; Intestina ohne pathologischen Befund. Nieren und Milz meist unverändert, erstere in 2 Fällen entzündlich verändert. Leber etwas vergrößert; acinöse Zeichnung sehr deutlich; das Zentrum der Acini springt deutlich hervor; das ganze Organ ist sehr hyperämisch. Genitalien ohne Befund; Blase enthält etwas klare, gelbliche Flüssigkeit, Mucosa völlig normal.

Die Aorta war in verschiedener Höhe zwischen der Teilungsstelle und dem Abgange der Art. mesenteric. inf. mit einem Katgutfaden unterbunden und völlig durch einen frischen Thrombus verschlossen bis zum Abgange des zuletzt genannten Gefäßes; im peripheren Ende war das Lumen bis kurz vor die Bifurkationsstelle thrombosiert; in dem abgeschnürten Mittelstücke zwischen den Ligaturstellen befand sich noch flüssiges Blut; die Gefäßwände waren makroskopisch nicht verändert.

Bei den Tieren, bei welchen die Injektion des Gefäßsystems vorher vorgenommen war, fand sich diese Masse ziemlich zahlreich wieder in den Bahnen der Mammaria int. und epigastrica inf. jeder Seite, den lumbalen Arterien an der Ligaturstelle und den letzten Verästelungen der Haemorrhoidalis sup. und media, also indirekt der Art. meseraica inf. und der iliaca interna.

Erwähnen muß ich hiervon gesondert einen Fall, wo es mir gelang, bei der diaperitonealen Methode das Tier am Leben zu erhalten.

Fall 9. Ausgewachsene, schwere Katze mit scheckigem Fell.

17. IV. 6 Uhr p. m. Mediane Laparotomie in Chloroform-Äthernarkose; Zurückhalten der Därme, Genitalien und der Blase; Eröffnung des retroperitonealen Raumes, Isolierung der Aorta und Ligatur mit Katgut; der obere Faden wird etwa 1 cm unterhalb des Ursprunges der Art. mesenteric. inf. gelegt, der untere kurz vor der Bifurkation geknüpft. Schluß des Schlitzes im hinteren Blatte des Peritoneums durch fortlaufende Katgutnaht; typische Etagennaht der Bauchwunde; Dauer der Operation 20 Minuten.

6 Uhr 30 Min. Tier erwacht aus der Narkose und zieht

6 Uhr 35 Min. spontan das rechte Bein etwas an.

6 Uhr 45 Min. bewegt es etwas beide Hinterfüße.

6 Uhr 50 Min. Tier schleppt sich auf den Vorderfüßen weiter, wobei es die hintern als Stütze gebraucht; beim Aufheben des Tieres geht kein Urin oder Kot ab.

7 Uhr 5 Min. Tier setzt sich auf seine Hinterbeine und spielt; in den beiden Femoralis deutliche Pulsation zu fühlen.

18. IV. Tier ist ziemlich munter; beim Anfassen geht es auf allen 4 Beinen vorwärts; Temperatur in der Achselhöhle und Weiche sind nicht verschieden.

19. IV. Tier frißt und springt wieder im Käfig herum.

20. IV. Völlige normale Beweglichkeit der Extremitäten; keine größeren sensiblen Störungen mehr.

28. IV. Das Tier springt in einem unbewachten Augenblick vom Boden durch ein etwa $\frac{3}{4}$ m über ihm befindliches, offenstehendes Fenster und entläuft.

In den nächsten Tagen wird es noch mehrmals in der Nähe des Stalles beobachtet, bis es endlich vom Hunger getrieben am

10. V. wieder eingefangen wird; es ist sehr heruntergekommen. Objektiv besteht eine Verbreiterung der Herzdämpfung besonders nach links; Spitzenstoß hebend und verbreitert; Verstärkung des 2. Aortentones; 2. Ton an der Pulmonalis akzentuiert. Das Tier befand sich in der Folgezeit sehr wohl und wurde am 28. VIII, also 4 Monate 11 Tage nach der Unterbindung durch Chloroform getötet, darauf wurde sofort das Gefäßsystem mit flüssigem Zinnoberwachs injiziert.

Sektion: Am Schädel sind keine Veränderungen. Das gesamte Zentralnervensystem ist makroskopisch unverändert.

Brust: Lungen intakt; alle exzidierten Stückchen schwimmen in Wasser; abnormer Saftgehalt nirgends zu finden; Gewebe weich und lufthaltig; einzelne Hilusdrüsen verkalkt; in der rechten Spitze ein etwa kirsch-kerngroßer, verkalkter Herd.

Herz ist stark hypertrophiert und zwar besonders der linke Ventrikel, aber auch in etwas geringerem Grade der rechte. Die Kammern sind leer und fest kontrahiert, in beiden Vorhöfen, die nur mäßig hypertrophisch sind, etwas flüssiges Blut; Herzhöhre ohne Besonderheiten. Klappenapparat überall intakt; die Chordae tendineae des linken Ventrikels sehr mächtig entwickelt; ebenso der „Aortenzipfel“ der Mitralis. Muskulatur in beiden Kammern trabekulär angeordnet, in einzeln sehr starken Bündeln in das Lumen vorspringend. Myokard sehr kräftig entwickelt, weist selbst mikroskopisch keine Herderkrankungen auf; es hat eine frische Farbe, ebenso das Endokard. Dicke des linken Ventrikels 9 mm, des rechten 6,5 mm. Höhe des linken 13 mm, Höhe des rechten 10,5 mm.

Bauch: Völlig normale Verhältnisse; kein Ascites, keine Stauungserscheinungen an Leber, Milz und Nieren.

Aorta 11 mm oberhalb der Bifurkation doppelt ligiert, weist im zentralen und peripheren Abschnitte je einen Thrombus, welcher organisiert ist, auf; das Mittelstück zwischen den beiden Unterbindungsstellen ist vollständig obliteriert. Die Sondierung des Gefäßes gelingt nicht; auch fließt keine Flüssigkeit hindurch.

Über die kollateralen Bahnen wird später berichtet.

III. Aortenunterbindung bei Hunden.

Bei dieser Tiergattung lassen sich sehr leicht die Verhältnisse der Aortenunterbindung an größeren Exemplaren studieren. Demgemäß führte ich die Ligatur aus bei 2 Doggen, 1 großen Bastardhund (Kreuzung von Jagd- und Schäferhund), 1 weiblichen Spitze, 3 Ziehhunden und einer Jagdhündin; es wurde 5 mal der diaphragmatische Weg beschritten; in den andern Fällen gelangte die retroperitoneale Methode zur Anwendung. Am Leben

blieb nur der eine Bastardhund, aber auch dieser mußte bereits nach 8 Tagen aus einem andern Grunde getötet werden.

Fall 10. 20. IV. 3 Uhr p. m. Laparotomie eines 18 kg schweren Hundes unter Narkose mit dem Billrothschen Gemisch nach vorheriger Injektion von 0,05 Mph. und 0,01 Atropin. Typische Operation wie vorhin beschrieben; doppelte Ligatur der Aorta etwa in der Mitte zwischen Bifurkation und des Ursprunges der Art. mesenterica inf.; Vollendung der Operation wie oben ausführlich beschrieben. Nach Schluß der Hautwunde durch Seidenknopfnähte werden noch eine Reihe Aluminiumbronzefäden eigens eingelegt, fest geknüpft und mit den Stacheln nach außen stehen gelassen, um das Abbeißen zu verhindern; darüber wurde noch in dicker Lage Styraxsalbe gelegt. Dauer der Operation 25 Minuten.

3 Uhr 50 Min. Tier ist aus der Narkose erwacht; hintere Extremitäten gelähmt; Sensibilität nicht vorhanden; in der Femoralis keine Pulsation; Temperaturdifferenzen zwischen den vorderen und hinteren Extremitäten nicht ausgesprochen.

4 Uhr 15 Min. Tier ist ganz wach; Puls in der Carotis gespannt, hart; in der Femoralis fehlt er; Tier macht einige kurze zuckende Bewegungen mit dem rechten Hinterfuß; beim Aufheben fließt weder Kot noch Urin ab; Erektion erloschen.

7 Uhr 30 Min. Keine Pulsation in der Femoralis; Tier geht etwas auf den Vorderbeinen umher und zieht die Hinterbeine nach.

21. IV. 1906. Das Lager des Tieres ist nicht beschmutzt; es sitzt ruhig in einer Ecke auf den Hinterbeinen, geht auch etwas herum, wobei es diese als Stütze benutzt; erst gegen Abend ist es ganz munter und frißt.

22. IV. Tier bewegt spontan seine hinteren Extremitäten; auf sensible Reize an diesen reagiert es; sitzt aber meist noch immer; erst abends ist in der Femoralis geringe Pulsation zu fühlen.

23. IV. Normale Pulsation in der Femoralis.

24. IV. Tier macht die ersten Gehversuche; dabei tritt es etwas unbeholfen und ängstlich auf.

25. IV. Gang noch etwas schwach, aber schon sicherer; es wird die erste kräftige Erektion des Penis beobachtet.

27. IV. Tier geht munter im Stalle einher, kann auch schon wieder 35 cm hochspringen. Die Herzdämpfung ist verbreitert, der Spitzenstoß verlagert; 2. Aortenton verschärft; geringe Verbreiterung der Herzdämpfung nach rechts.

28. IV. Hund hat sich in der Nacht die Wunde aufgerissen und sitzt ruhig in einer Ecke; es liegt eine Darmschlinge vor, welche stark verunreinigt und hyperämisch ist; daher wird das Tier mit Chloroform sofort getötet und das Gefäßsystem injiziert. Lebensdauer nach der Ligatur der Aorta 7 Tage 19 Stunden.

Sektion: Über die Kollateralbahnen wird später berichtet.

Schädel: Gehirn und Rückenmark unverändert.

Brust: Lungen weisen keine Veränderungen auf, sind in allen Partien luftthaltig.

Herz stark hypertrophisch, besonders der linke Ventrikel; er ist gut kontrahiert und enthält einige Tropfen flüssigen Blutes. Linker Vorhof ent-

hält einige ccm Blut; rechter Ventrikel auch etwas hypertrophisch, ist leer und fest kontrahiert; rechter Vorhof leer. Klappenapparat im Herzen wie an den abgehenden Gefäßen intakt; Endokard spiegelnd und glänzend. Die Herzmuskulatur ist von frischer braunroter Farbe, ohne Herderkrankungen, am rechten Ventrikel 10 mm breit, am linken 12,6 mm. Herzohre ohne Besonderheiten. Coronargefäße sehr kräftig entwickelt ohne Erkrankung der Intima sind für mitteldicke Sonde durchgängig.

Bauch: Im Abdomen reichlich Spreu und Schmutz; Serosa belegt; im kleinen Becken einige ccm Eiter und übelriechende Flüssigkeit. Das Colon transversum ist stark hyperämisch, die Serosa dort mit zahlreichen fibrinösen Auflagerungen bedeckt. Leber, Milz, Nieren ohne Besonderheiten.

Die Aorta ist 3 cm oberhalb der Bifurkation doppelt ligiert, und hat im zentralen und peripheren Stumpfe je einen Thrombus; das Mittelstück zwischen den beiden Ligaturstellen ist von einem blutreichen, weichen Gewebe eingenommen und obliteriert; die Sondierung des Gefäßes gelingt nur bis zur Ligaturstelle.

Die übrigen 7 Tiere boten im allgemeinen das schon so oft beschriebene Bild dar, bestehend in völliger Paraplegie der Beine, Erloschensein der Sensibilität und der Pulsation in der Femoralis, während der Puls in der Carotis voll und kräftig war. Incontinentia alvi et urinae habe ich nie beobachtet, ebensowenig ein Klaffen der äußeren Genitalien bei den Hündinnen, dagegen bestand bei allen Rüden vollständige Impotenz. Unter wenig prägnanten Erscheinungen starben die Tiere alle durchschnittlich in 60—70 Stunden; die Lähmung blieb bis zum Tode bestehen, und wenn auch die Tiere sich oft mühsam herumschleppten, so war doch von einem eigentlichen Gehen oder Stehen keine Rede, sie lagen vielmehr still in einer Ecke und jammerten viel. Temperaturdifferenzen zwischen Weiche und Achsel wurden selbst *sub finem vitae* nicht beobachtet.

Die Sektion lieferte im allgemeinen folgendes Ergebnis.

Schädel: Zentralnervensystem einschließlich des Rückenmarks ohne besonderen Befund; die Teile sind nur etwas anämisch.

Brust: Herz stark dilatiert, besonders der linke Ventrikel; er enthält etwas Cruor. Klappenapparat intakt; Vorhof ebenfalls erweitert und mit Blut angefüllt. Rechter Ventrikel mäßig ausgedehnt, aber leer, Vorhof und Herzohre ohne Besonderheiten. Linker Ventrikel gut doppelt so dick in seiner Wandung wie der rechte, Endo- und Myokard ohne Veränderungen. Coronargefäße meist unverändert. Im Perikard einmal mäßige Exsudation.

Lungen enthalten in ihren unteren Partien einen stark vermehrten Saftgehalt, während die Luft dort fast ganz entwichen ist, in den oberen Partien ist das Gewebe derb und hart mit deutlich ausgesprochener Induration; Luftgehalt in normaler Weise vorhanden; Gefäße und Bronchen sind ohne Besonderheiten; jedoch wölben sich die Venen in die Alveolen vor und sind stark geschlangelt.

Bauch: Serosa der Därme glatt und spiegelnd; Intestinaltraktus in wechselnder Menge angefüllt. Blase gefüllt mit klarem Inhalte; nur einmal enthielt sie etwas blutigen Urin.

Leber hat deutliche acinöse Zeichnung; Zentrum der Acini prominent; das ganze Organ ist sehr hyperämisch.

Milz etwas vergrößert; Follikel undeutlich; Saftgehalt vermehrt.

Nieren etwas geschwollen; Rinde intakt; Kapsel leicht abziehbar ohne Substanzverluste. Blutgehalt beider Nieren etwas vermehrt. Einige Male war im Abdomen etwas freie seröse Flüssigkeit vorhanden, aber auch hierbei war das Peritoneum vollständig frei; in diesen Fällen waren die Stauungserscheinungen an Leber, Milz und Nieren besonders stark ausgeprägt.

Die Aorta ist in verschiedener Höhe unterhalb des Abganges der Art. mesenterica. inf. doppelt ligiert; beide Gefäßenden sind durch einen weißen Thrombus verschlossen; das Mittelstück zwischen den beiden Ligaturen enthält noch flüssiges Blut; die Sondierung der Aorta gelingt in jeder Richtung nur bis zur Unterbindungsstelle; die Intima des Gefäßes läßt keine pathologische Veränderungen erkennen.

Zusammenfassung.

Die Ergebnisse meiner Experimente stimmen im großen und ganzen mit denjenigen der andern Autoren überein; aber es lassen sich doch aus ihnen noch weitgehende Schlüsse ziehen. Daß in letzter Linie der Tod bei der Aortenunterbindung durch Erlahmen der Herzkraft erfolgt, dürfte wohl aus den Symptomen zu Lebzeiten, wie besonders auch aus den Ergebnissen der Obduktion gefolgert werden; und wenn ganz vereinzelt einige Tiere den Eingriff überstehen, so hat eben in diesen Fällen das Herz die kolossale Mehrbelastung seiner Arbeitskraft ertragen und überwunden. Finden wir doch hierbei eine ganz enorme konzentrische Hypertrophie seiner Muskulatur, welche trabekulär angeordnet ist, den richtigen Typus des „Balkenherzens“ bei körperlich schwer arbeitenden Menschen. Erlahmt aber das Herz, so liefert die Sektion in ununterbrochener Kette die Beweise für die Herzinsuffizienz: Dilatation beider Ventrikel, besonders des linken, beginnende Hypertrophie des Myokard, Lungenödem, Induration und Infarkte der Lungen, Stauungserscheinungen in den großen Unterleibsdrüsen, ja bisweilen freies Transsudat im Abdomen. Diese Veränderungen mit den Erscheinungen zu Lebzeiten, die hauptsächlich in der Änderung des Pulscharakters bestehen, zusammengenommen, ergeben ein erdrückendes Beweismaterial.

Kritische Bewertung der einzelnen Fälle.

Sehen wir uns auch darauf hin die in der Literatur veröffentlichten Fälle einmal etwas genauer an. Zwar sind bislang 15 Fälle beschrieben, doch scheiden mehrere davon aus; zunächst einmal selbstverständlich diejenigen, wo das Gefäß in der Tat gar nicht ligiert, sondern durch den Faden nur stenosierte war; hier hatte der Chirurg nur Verhältnisse geschaffen, die sich am besten mit einer

Stenose der Aorta, sie sei nun kongenital oder erworben, vergleichen lassen; hierzu gehören die drei Fälle von Keen, Tillaux und Morris; weiterhin sind wegen des mangelhaften Krankheitsberichtes und der unvollständigen Sektion die beiden Publikationen von Sout und Watson nicht zu verwenden. Wir werden daher gut tun, in Zukunft nur mehr 12 Unterbindungen der Bauchaorta als bislang sicher ausgeführt anzuerkennen, und nur 10 von diesen zur Klärung etwa strittiger Verhältnisse zu benutzen. Diese Fälle sind (s. Tabelle S. 246 u. 247).

Blutdruckmessung.

Zu dem gleichen Ergebnis gelangen wir, wenn wir uns die Kreislaufverhältnisse vor Augen führen, besonders die Schwankungen des Blutdruckes und der Pulsation. Auch hier ergeben sich gewaltige Unterschiede bei den einzeln Tiergattungen. Es unterliegt gar keinem Zweifel, daß bei Kaninchen im Momente der Ligatur der Blutdruck in der Femoralis auf 0 sinkt und sich auch nicht wieder erhebt; nach Kast¹⁾ soll für die ersten paar Sekunden eine geringe Steigerung in der Carotis die Regel bilden. Ganz anders verhalten sich Katzen und Hunde; auch hier fällt der Druck fast bis zur Abszisse herab (Kast), steigt aber sehr bald wieder und soll schon nach zwei Sekunden wieder seine ursprüngliche Höhe erreichen. Genauere Untersuchungen an einem größern Tiermaterial sind über diese Punkte von Sonnenburg²⁾ angestellt worden. Bei Kompression der Aorta fällt der Blutdruck im zentralen Teile der Femoralis nur langsam, ohne jedoch völlig zur Abszisse herabzusteigen, und schnellst sofort bei Freigabe der Passage in der Aorta wieder zurück auf seine ursprüngliche Höhe. Bei Unterbindung des Gefäßes beobachtete er bei einem Hunde einen Abfall von 110 mm/Hg auf 66 mm. Dann aber begann er schon nach einer halben Minute wieder langsam sich zu heben, so daß schon nach 12 Minuten die Femoralis wieder pulsierte. Im peripheren Teile des Gefäßes zeichnete der Sphygmograph sofort Pulse auf; es hob sich auch sehr schnell der Blutdruck bis zur normalen Höhe; dabei wurde das von Pirogoff³⁾ und Demme⁴⁾ beschriebene periodische Auftreten des Pulses nicht beobachtet. Aber Katzen-

1) Kast, Deutsche Zeitschr. f. Chir., Bd. 12, H. 4/5

2) Sonnenburg, Zentralbl. f. Chir. 1876, Nr. 44.

3) Pirogoff, Dissertation. Dorpat 1835.

4) Demme, Arch. f. klin. Chir., Bd. 56.

Autor	Krankheit	Methode	Zeit des Todes nach der Operation	Todesursache nach Krankheitsverlauf und Sektion	Wo unterbunden	Besonderheiten
Cooper	Aneurysma der Iliaca communis sin.	Laparotomie	40 Stdn.	Peritonitis? Herzinsuffizienz.	1½ cm oberhalb der Bifurkation.	Nur Sektion des Abdomens.
James	Aneurysma der Femoralis sin.	"	4½ "	Ileus? Peritonitis? Kollaps, Nachblutung aus einem kleinen Gefäße, Herzinsuffizienz.	2 cm oberhalb der Bifurkation.	Denkbar schlechteste Technik bei der Laparotomie angewandt; diese kann den Tod beschleunigt haben.
Murray	Aneurysma der Femoralis dextr.	extraperitoneale	23 "	Keine Peritonitis; Herzinsuffizienz.	1½ cm oberhalb der Bifurkation.	Injektion des Gefäßsystems vor der Autopsie.
Monteiro	Aneurysma der Femoralis dextr.	Laparotomie	260 "	Keine Herzinsuffizienz; Nachblutung durch Arrosion der Aorta.	1 cm oberhalb der Bifurkation.	Zum ersten Male vollständige Sektion, das Herz hatte gesiegt, enorme Herzhypertrophie.
Sout	Aneurysma spurium der Femoralis dextra.	"	43 "	Unbestimmt; wahrscheinlich Kollaps, also Herzschwäche.	Dicht oberhalb der Bifurkation.	Mangelhafte Beobachtung und Sektion.
Guire	Aneurysma der Iliaca communis sin.	"	10½ "	Typische Herzinsuffizienz, Cyanose, Kollaps, Anurie.	Dicht unterhalb der Mesenteric. inf.	Die Aorta wurde versectlich statt der Iliaca unterbunden, dabei wurde der linke Ureter mitgefaßt.

Watson	Aneurysma der Iliaca communis sin.	?	48	?	?	Es fehlt der Krankenbericht und das Ergebnis der Obduktion.
Stokes	Aneurysma der Iliaca communis sin. und ihrer Äste.	Laparotomie	123, 4	Myodegeneration echter Herztod	1 cm oberhalb der Bifurkation.	Chloroformnarkose nicht ausgeschlossen.
Czerny	Schußverletzung der Femoralis sin.	"	26	Sepsis; Gasphlegmone; Anämie; Oedema pulmonum.	2½ cm oberhalb der Bifurkation	Die Aorta wurde wesentlich statt der Iliaca communis unterbunden; bei der Sektion Schaum im Herzen.
Czerny	Verletzung d. Art. renalis sin. bei einer Nephrektomie.	"	12	Anämie; Herztod.	Dicht unter dem Abgange der rechten Art. renalis.	Die Indikation zu der Ligatur wegen Blutung wird heute von den meisten Chirurgen bestritten.
Milton	Aneurysma der Aorta von der Art. renalis bis zur Bifurkation.	"	24	Herzinsuffizienz.	Dicht unter dem Abgange der Renalis.	In der Femoralis trat nach der Ligatur keine Pulsation mehr auf.
Körte	Aneurysma der Femoralis dextr.	"	1	Kollaps, also Herzinsuffizienz.	2½ cm oberhalb der Bifurkation.	Völlige Herzsektion! Anämie des Herzens und akute Dilatation.

stein¹⁾ hat selbst in Stunden nach der Aortenligatur die Pulsation der Femoralis vermißt; die angeschnittene Arterie träufelte zwar aus, aber es spritzte nicht aus ihr hervor, und das Manometer zeigte einen Druck an, wie er dem stehenden Blute entspricht. Diese Verhältnisse sind überaus wichtig und erheischen dringend eine Nachprüfung, denn solche enorme Schwankungen im Blutdrucke mit vikariierenden Einflüssen, wie sie die Narkose, die Laparotomie und die Erregung des Splanchnicus bei der Unterbindung nun einmal darstellen, erklären zu wollen, geht doch nicht recht an. Aus dem Widerstreit dieser Ansichten gehen auch die verschiedenen Angaben über Temperaturabfall- und Differenzen hervor, die sich bei Messung der Eigenwärme in den vordern und hintern Extremitäten ergeben sollen. Ich verzichte auf die ausführliche Wiedergabe dieser Zahlen, welche aus dem Tierexperiment gewonnen sind; beim Menschen will Stokes²⁾ die Wiederkehr des Pulses in der Femoralis nach 10 Stunden beobachtet haben; Guire³⁾ erklärt daraus den Abfall der Temperatur in den Beinen bis zu 35,5°, ja sogar 27° C.

In den oben beschriebenen Experimenten habe ich nun auch bei den verschiedenen Tiergattungen die Prüfung des Blutdruckes vorgenommen; ich bediente mich des Kymographium von Ludwig, mit welchem der Druck der Femoralis und Carotis des Tieres zu verschiedenen Zeiten gemessen wurde. Die so erhaltenen Zahlen bekommen erst dann Wert, wenn man sie mit denen vergleicht, welche an Vergleichstieren, denen die Aorta nicht unterbunden war, gewonnen sind. So ergibt sich für

Kaninchen: Druck in der Carotis				70—90 mm/Hg;
	"	"	Femoralis	85—105 " "
Katze:	"	"	Carotis	90—125 " "
	"	"	Femoralis	100—115 " "
Hund:	"	"	Carotis	130—190 " "
	"	"	Femoralis	135—200 " "
als Mittelwerte.				

Da ich die Technik dieser Untersuchungen als bekannt voraussetzen muß, lasse ich nur die Ergebnisse an einigen markanten Beispielen der verschiedenen Tiergruppen folgen.

1) Katzenstein, Arch. f. klin. Chir., Bd. 76, 3.

2) Stokes, Dublin Quarterly Journal, 1869, Bd. 48.

3) Guire, Americ. journal of the medic. scienc. 1868, Bd. 58.

Fall 7. Großes schwarzes Kaninchen. Freilegung der l. Femoralis und der rechten Carotis. Unterbindung der Aorta.

Blutdr. d. narkot. Tieres v. d. Aortenlig. in d. Fem. 80 mm/Hg;
in d. Carotis 85 mm/Hg
" " " " bei " " " " " 3 mm/Hg;
in d. " 94 "
" " erwacht. " 1 Stde. nach d. Aortenlig. in d. Fem. 5 mm/Hg;
in d. Carotis 90 "
" " " " 2 " " " " " " 8 mm/Hg;
in d. Carotis 90 "
" " " " 10 " " " " " " 10 mm/Hg;
in d. Carotis 89 "
Tier stirbt darauf; Sektion: Dilatatio cordis.

Fall 15. Ausgewachsene Tigerkatze. Anordnung des Versuchs wie oben.

Blutdr. d. narkot. Tieres vor d. Unterbindg. in d. Fem. 105 mm/Hg;
in d. Carotis 90 mm/Hg
" " " " während d. " " " " 2 mm/Hg;
in d. Carotis 120 "
" " erwachten " 1 Std. n. d. " " " " 10 mm/Hg;
in d. Carotis 105 "
" " " " 5 " " " " " " 18 mm/Hg;
in d. Carotis 100 "
" " " " 10 " " " " " " 20 mm/Hg;
in d. Carotis 95 "
" " " " 24 " " " " " " 35 mm/Hg;
in d. Carotis 96 "

Fall 3. Ausgewachsene männliche Dogge, etwa 30 kg schwer. Versuchsanordnung wie oben.

Blutdr. d. narkot. Tieres vor der Ligat. in d. Femor. 160 mm/Hg;
in d. Carotis 155 mm/Hg
" " " " im Moment d. " " " " 12 mm/Hg;
in d. Carotis 183 "
" " erwachten " 1 Std. n. d. " " " " 30 mm/Hg;
in d. Carotis 167 "
" " " " 5 " " " " " " 48 mm/Hg;
in d. Carotis 160 "
" " " " 10 " " " " " " 95 mm/Hg;
in d. Carotis 155 "
" " " " 18 " " " " " " 105 mm/Hg;
in d. Carotis 158 "
" " " " 22 " " " " " " 118 mm/Hg;
in d. Carotis 157 "

Diese Zahlen sind natürlich innerhalb gewisser Grenzen individuellen Schwankungen unterworfen; sie lehren nur das eine, daß

nach der Aortenligatur, wenn überhaupt, so erst in Stunden oder gar Tagen, die Pulsation der Femoralis sich einstellt, daß der Druck fast bis zur Abszisse sinkt und sich nur sehr langsam erst wieder erhebt. Alle diese Tatsachen sind zur Beurteilung der enormen Herzarbeit von größter Wichtigkeit; denn wozu in aller Welt soll die Druckdifferenz von 148 mm/Hg gebraucht worden sein, wenn nicht zur Überwindung großer Widerstände. Und diese liegen in den Bahnen des sich jetzt eröffnenden Kollateralkreislaufes. Hieraus allein geht schon hervor, daß es nicht große arterielle Anastomosen sind, sondern in letzter Linie Gefäße allerkleinsten Kalibers; nur die Kapillaren setzen solchen Widerstand entgegen, nicht etwa schon präformierte Arterien. Am besten und übersichtlichsten macht man sich diese Verhältnisse durch Injektion des Gefäßsystems am Kadaver klar; wir können, wie das schon mehrfach geschehen ist, auch mit Erfolg heute uns des Durchleuchtungsverfahrens im Röntgenkabinett bedienen, wenn wir der Injektionsmasse eine diese Strahlen absorbierende Substanz zusetzen, so z. B. etwa Zinnober oder Wismut; Katzenstein hat seiner Arbeit einige treffliche Aktinogramme hinzugefügt, wo man sehr deutlich neben dem Schatten der Knochen auch denjenigen des injizierten Gefäßsystems und seiner feinsten Anastomosen sieht. Heute wissen wir, daß mehrere Bahnen in Betracht kommen, welche das Blut nach Ligatur der Bauchaorta fortleiten. Schon Scarpa¹⁾, der die Technik der Injektion lehrte und Hodgson²⁾ sprechen als die hauptsächlichsten Bahnen die Verbindungen zwischen den *Mammariae internae* und den *Epigastricae infer.* in Nabelhöhe an; dann zeigte Porta³⁾, daß ein ungemein zahlreiches und feines Anastomosennetz sich bisweilen zwischen den Stümpfen der durchschnittenen Aorta ausbilden kann, indem die *Vasa vasorum* dilatiert werden und aus ihrem Endothel durch Wucherung junge Kapillaren entstehen (vergl. Fig. 1). Kast⁴⁾ fand die Bahnen sehr gut ausgeprägt zwischen der *Spermatica interna* und der *Hypo-* und *Epigastrica* beziehungsweise ihren letzten Verzweigungen; weiter zeigte sich ein reiches Anastomosennetz zwischen den der Unterbindungsstelle benachbarten Lumbalgefäßen, als auch noch besonders zwischen den letzten Ausläufern der *Art. circumflexa ileum profunda* und den an den untern Lendenwirbeln

1) Scarpa, Die Pulsadergeschwülste. Zürich 1808.

2) Hodgson, Von den Krankheiten der Arterien und Venen mit besonderer Berücksichtigung der Aneurysmen. Hannover 1817.

3) Porta, Mailand 1845.

4) Kast, Deutsche Zeitschr. f. Chir., Bd. 12, H. 4/5.

gelegenen Arterien, welche die Knochen und das Zentralnervensystem versorgen. Sehr beachtenswert sind die von Körte¹⁾, in seinem Falle beim Menschen entdeckten kapillaren Anastomosen zwischen der Mesenterica infer. und der Iliaca inter. beziehungsweise den diesen Gefäßen entspringenden oberen, mittleren und

Fig. 1.

Anastomosen zwischen den Stumpfen der ligierten Aorta nach Porta beim Hunde.

unteren Hämorrhoidalarterien. Dagegen sind Pirogoffs²⁾ Vermutungen, wonach sich auch zwischen der Art. mesenterica sup. und inf. sofort reichliche arterielle Anastomosen entwickeln sollen, so daß er zur Verbesserung der Resultate die Aortenligatur zwischen diesen

1) Körte, Deutsche med. Wochenschr. 1900, Nr. 45.

2) Pirogoff, Dissertation. Dorpat 1835.

beiden Arterien empfahl, von Litten¹⁾ als völlig falsch auf experimentellem Wege widerlegt worden. Man sieht also, daß es mehrere Wege gibt, auf welchen das Blut nach Unterbindung der Aorta fortgeleitet wird; bei Hunden ist eine weitere Bahn noch vorhanden zwischen der oberhalb der Nierenarterie entspringenden Art. phrenico-abdominalis und den letzten Ästen der ileo-lumbalis.

Fig. 2.

Anastomosen der Art. mammaria interna und epigastrica inf. nach Unterbindung der Aorta beim Hunde.

Es ist mir nun, wie allen andern Untersuchern, niemals gelungen, selbst bei peinlichster Präparation direkte arterielle Anastomosen zwischen den oben genannten Gefäßen aufzudecken, sondern ich fand stets nur ein ungemein zartes, aber dafür sehr reichhaltiges Netz von kapillaren Anastomosen, welche besonders schön im Durchleuchtungsbilde zutage traten. (Vgl. Figur 2, 3). Daher muß man wohl mit vollem Recht nach den Ergebnissen der Blutdruckunter-

1) Litten, Virchows Arch., Bd. 63.

suchung und bei den vorliegenden Tatsachen der Durchleuchtung und Blutgefäßpräparation, als die letzten Ausgleichswege die zahlreichen Kapillaren ansprechen, welche zwischen den oben aufgezählten größeren Arterien eingeschaltet sind; da diese wegen der Enge der Strombahn einen ungeheuer großen Widerstand entgegensetzen, so wird der größte Teil des Blutdruckes zur Eröffnung dieser kapillären Bahnen benutzt, daher sinkt auch der Druck in der Femoralis so gewaltig, daher spritzt auch die angeschnittene Arterie nicht mehr. Diesen Widerstand muß aber das Herz zu

Fig. 3.

Anastomosen der Art. ileo-lumbalis und der Art. phrenico-abdominalis nach Unterbindung der Aorta beim Hunde.

überwinden trachten, eine gewaltige Steigerung seiner Arbeitskraft ist also die unausbleibliche Folge; dieser Forderung kann aber naturgemäß nur ein völlig gesundes Organ gerecht werden, und so finden wir denn eine gewaltige, kompensatorische Hypertrophie oder, falls die Herzkraft eher erlahmt, eine ebenso beträchtliche Dilatation. Ich kann mich daher nicht einverstanden erklären mit der allgemeinen Gültigkeit des von Kast¹⁾ aufgestellten Satzes, wonach alle Tiere mit schwachentwickelten epigastrischen Gefäßen und

1) Kast, Deutsche Zeitschr. f. Chir., Bd. 12, 4/5.

dünnen Bauchdecken die Aortenligatur schlecht ertragen; nicht auf diese Gefäße kommt es an, sondern einzig und allein auf das Herz, ob es genug Reservekraft besitzt, der akuten Drucksteigerung zu begegnen, oder ob es vorzeitig erlahmt und dilatiert wird.

Ursache der Lähmungen.

Diese Auseinandersetzungen führen mich zum letzten Punkte in der Reihe der Symptome, welche uns nach Unterbindung der Aorta ins Gesicht fallen; um es gleich vorweg zu nehmen, auch diese sind die Folgen der Überlastung des Herzens, wenigstens in den ersten Stunden.

In seinem Buche: „*Elementorum Myelogiae specimen*“ beschrieb 1667 Nicolaus Stenon¹⁾, daß die Beweglichkeit der hinteren Extremitäten bei Tieren aufhöre, wenn man die Aorta abdominalis zuschnüre, daß sie aber sehr schnell wiederkehre, wenn der Faden rechtzeitig wieder aufgeknüpft werde. Ob die unter dem Namen des Stenonschen Versuches bekannte Erscheinung wirklich zuerst von diesem Manne beobachtet wurde, wird jetzt mit Recht bezweifelt; Albrecht v. Haller²⁾ weist die Ehre der Entdeckung durch das Experiment Johann Swammerdan³⁾ zu; genug, die Tatsache ist allen Physiologen wohlbekannt, daß der motorische Muskel nach Unterbindung der zuführenden Arterie gelähmt wird; über die Ursachen dieser Lähmung und ihren Sitz hat lange ein erbitterter Streit getobt. Zuerst dachte man an eine zentrale Ursache im Rückenmarke selbst; es sollten die vertebralen Ästchen mit ligiert und so das Rückenmark selbst anämisch werden. César le Gallois⁴⁾ durchschnitt in verschiedener Höhe das Brust- und Lendenmark bei Tieren, welchen vorher er in der gleichen Sitzung die Aorta unterband, dabei blieben die Zuckungen natürlich in den Extremitäten aus; aber der Schluß, daß es sich um einen zentralen Sitz handle, ist ganz falsch, da ja auch bei peripherer Lähmung die gleiche Erscheinung auftreten muß. Auch Pirogoff⁵⁾ neigte noch dieser Ansicht zu, die durch die elektrischen Reizungsversuche

1) Stenon, *Elementorum myelogiae specimen, cui accedant canis carchariae dissectuy caput et dissectus piscis ex genere canum*. Amatelodamiae 1667.

2) v. Haller, *Element. physiologicae corporis humani*. Lausanne 1762.

3) Swammerdami, *Tractatu de respirativy*. Lugdani Batavorum 1667.

4) César le Gallois, *Oeuvres de César le Gallois, avec de notes de Monsieur Pariset*. Tome I. *Expériences sur le principe de la vie*. Paris 1834.

5) Pirogoff, *Dissertation*. Dorpat 1835.

von Schiffer¹⁾ scheinbar neue Nahrung erhielt; sogar Weil²⁾ sprach noch von einer rasch nach der Aortenunterbindung auftretenden sekundären Degeneration in den peripheren Nerven, welche ihre Ursache in der Anämie des Rückenmarkes habe; Schiff³⁾ kam auf Grund direkter Reizungsversuche zu ähnlichen Resultaten. Cooper⁴⁾ und Kast⁵⁾ neigen zur Annahme einer ischämischen Paraplegie, bedingt durch das unvermeidliche Mitfassen sympathischer Fasern bei der Unterbindung und der Zerrung einzelner Ganglien.

Sehr widersprechend sind ferner die Ergebnisse der histologischen Untersuchung. Ehrlich und Brieger⁶⁾ fanden schon schwere Veränderungen in der Medulla nach bloßer Umstechung der Aorta ohne vorherige Präparation des Gefäßes; nach Verlauf von $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ Stunden gingen diese Erscheinungen, ebenso auch die Ischuria paradoxa wieder zurück. Sarlò⁷⁾ beschreibt schwere degenerative Prozesse in den Ganglien bis hinauf in das Halsmark; es handelt sich hierbei um körnigen Zerfall der gefärbten Substanz des Plasma und homogene Atrophie des Kernes; in der weißen Substanz war weitgehender Schwund der Markscheiden zu konstatieren. Mit vollkommen einwandfreier Methode haben aber mehrere andere Autoren (Rothmann⁸⁾, Singer⁹⁾, Münzer¹⁰⁾ Wiener¹¹⁾ keine Veränderungen in der Medulla finden können, wenn die Aorta länger als zwei Stunden abgeklemmt war. Eingehende Untersuchungen über diese Verhältnisse liegen auch von Katzenstein¹²⁾ vor; in allen diesen Fällen war das Rückenmark gleichfalls unverändert.

Nachdem so die Ansicht von einem zentralen Ursprunge der Lähmungen nicht mehr so recht zu verteidigen war, wandte man

1) Schiffer, Zentralblatt für die medizinischen Wissenschaften. Berlin 1869.

2) Weil, Über den Stenonschen Versuch. Dissertation. Straßburg 1873.

3) Schiff, Pflügers Archiv, Bd. 18.

4) Cooper, Medic. chirurgical. Transact. London 1817. Vol. II.

5) Kast, l. c.

6) Ehrlich-Brieger, Zeitschr. f. klin. Medizin. 1884.

7) Sarlò, Zentralbl. f. Neurologie. 1895.

8) Rothmann, Zentralbl. f. Neurologie. 1899.

9) Singer, Sitzungsbericht der kaiserl. Akademie der Wissenschaften. Wien 1896.

10) Münzer, Arch. f. experim. Pathologie und Pharmakologie. 1895.

11) Wiener, dasselbe.

12) Katzenstein, Arch. f. klin. Chir., Bd. 76, H. 3.

sich der zuerst von Haller¹⁾ und später durch Brown-Séquard²⁾ vertretenen Meinung zu, welche einen peripheren Sitz annehmen. Ersterer erblickte ihr Wesen in einer Anämie der quergestreiften Muskulatur, letzterer in einer Schädigung der peripheren Nerven in den anämischen Bezirken.

Histologie.

Zur Lösung dieser strittigen Verhältnisse betrat ich zwei Wege; der erste war der der histologischen Untersuchung. Wie ich schon vorher mitteilte, lieferte die Sektion keinen bestimmten Anhaltspunkt für eine Beteiligung des Zentralnervensystems; nur in einigen wenigen Fällen sah es etwas blaß aus und fühlte sich etwas weich an. In jeder Höhe des Rückenmarkes wurden nun durch Querschnitte einzelne Stückchen exzidiert und zur weiteren Untersuchung zuerst in Müllerscher Flüssigkeit, die Formalinzusatz enthielt, gehärtet. Nach dieser wurden sie verschieden weiter behandelt; ein Teil wurde nach der Marchischen Methode mit Osmiumsäure gefärbt, um die frischen degenerativen Vorgänge nachweisen zu können; die Kontrastfärbung der unveränderten Gewebe und der Stützsubstanz kann dann vorteilhaft mit Hämatoxylin oder Hämalaun erfolgen; sehr schöne Bilder lieferten aber auch die Schnitte der anderen Gruppe, welche nach der Vorschrift von Mallory angefertigt wurden. Obschon diese Methoden wohl weniger bekannt sind, muß ich doch auf ihre Wiedergabe an diesem Ort verzichten, zumal sie in dem bekannten Handbuche v. Kahldens³⁾ sehr eingehend geschildert sind.

Was die histologischen Veränderungen an den Sektionspräparaten ergab, war herzlich wenig. In keinem Schnitte sind mir degenerative Prozesse begegnet, weder in der grauen noch in der weißen Substanz des Rückenmarkes. Ganz besonders waren die Ganglienzellen der Vorderhörner völlig intakt und ließen durchaus keine Veränderung erkennen. Ihr Plasma war fein granuliert, der Kern scharf umrandet und distinkt gefärbt, und die ganze Zelle unterschied sich in nichts von völlig unversehrten. Achsenzyylinder und Markscheiden zeigten gleichfalls keine Veränderungen, ebenso wenig das Gliagewebe. Die arteriellen und venösen Bahnen ließen nichts Abnormes finden; gerade so verhielten sich die Lymphwege.

1) v. Haller, *Elementa physiologica corporis humani*. Lausanne 1762.

2) Brown-Séquard, *Comptes rendus de médec. et de physiolog.* Tome 32.

3) v. Kahlden, *Technik der Untersuchung pathologisch-anatomischer Präparate*. Jena 1902. Verlag von G. Fischer.

Ein wesentlich anderes Bild erhält man aber, wenn man sich die Verhältnisse möglichst bald nach der Aortenligatur vor Augen führt. Am besten ist es, die Untersuchung innerhalb der ersten und zweiten Stunde nach der Ligatur vorzunehmen. Man hat nur nötig die Aorta durch eine Klemme abzusperren am narkotisierten Tiere und nach einiger Zeit das Tier zu töten; wenn man dann sofort Formalin in das Rückenmark einspritzt, erhält man sich die Organe lebensfrisch. Auf diese Weise untersuchte ich die Veränderungen in der Medulla spinalis in Fall 15—18 an ausgewachsenen Kaninchen; Fall 24—30 erwachsenen Meerschweinchen; Fall 17 Hund; Fall 32, 33 erwachsenen Katzen.

Das Erste, was an diesen Präparaten auffällt, ist die hochgradige Anämie; die Blutgefäße sind leer und enthalten in ihrem Lumen kein Blut. Auch die Parenchymzellen sind äußerst anämisch; das Gliagewebe ist durchweg unverändert; in der grauen und weißen Substanz liegen zerstreut zahlreiche feinste, stark lichtbrechende, doppelt konturierte Tröpfchen, welche in den mit Osmiumsäure vorbehandelten Schnitten ganz schwarz gefärbt sind. Diese Tröpfchen sind besonders zahlreich in der Nähe der Vorderhörner; die in diesen gelegenen Ganglien weisen zwar in ihrem Innern keine dieser Fetttröpfchen auf, dagegen ist ihr Plasma viel stärker granuliert und enthält teilweise stärkere Schollen; auch ihr Kern hat seine scharfe Umrandung verloren und sieht etwas verblaßt und verschwommen aus; ganz besonders ist sein Gerüst undeutlich geworden. Die Achsenzyylinder sind etwas gequollen und verdickt, lassen aber keine Tröpfchen in ihrem Innern erkennen; auch die Markscheiden um die Nervenfasern sind nicht verändert.

Blutdruck.

Zu ähnlichen Ergebnissen ist auch Katzenstein¹⁾ gelangt; in allen Präparaten fand er die beginnende fettige Degeneration nur in den ersten Stunden nach der Unterbindung, sie schwand aber sehr bald wieder. Meiner Ansicht nach handelt es sich hierbei nur um die Veränderungen im Blutdrucke unmittelbar nach der Ligatur. Müssen wir, wie vorhin auseinandergesetzt, als die eigentlichen Ausgleichsbahnen das ungemein feine und zahlreiche Kapillarnetz, welches zwischen die größeren Arterienstämme eingeschaltet ist, betrachten, so ist es ganz klar, daß bei der momentanen enormen Überbelastung des Herzens die Kraft dieses Organes zur Eröffnung

1) Katzenstein, Arch. f. klin. Chir., Bd. 76, H. 3.

dieser feinsten Kapillaren bis auf den letzten Rest absorbiert wird, so daß in die feinen medullären Bahnen, welche ebenfalls erst durch den Kollateralkreislauf gespeist werden, nur so wenig Blut hineingelangt, wie es zur normalen Existenz der Nervelemente nicht hinreicht. Wissen wir doch, wie ungemein empfindlich gerade die nervösen Apparate auf Anämie reagieren, so ist das histologische Bild, wo die beginnende fettige Degeneration eben nur die Ganglienzellen betroffen hat, leicht zu begreifen; die mesodermalen Elemente, die Markscheiden und die Glia sind widerstandsfähiger und daher nicht verändert; die eigentlichen Parenchymzellen aber so hochgradig alteriert, daß eine Spaltung ihrer Konstitutionsprodukte erfolgt ist. Andererseits ist ja auch bekannt, daß eine beginnende fettige Degeneration wieder der Rückbildung fähig ist, wenn die *Materia peccans* eher entfernt wird, als es zu einer völligen Zertrümmerung des Eiweißmoleküles der Zelle gekommen ist. Hierin verhalten sich die Zellen der einzelnen Organe höchst verschieden; immerhin sind gerade die Ganglienzellen auch in dieser Hinsicht sehr anspruchsvoll, als bei ihnen die Wiederherstellung nur sehr langsam vor sich geht, und die fettige Entartung sich nur in den allerersten Stadien befinden darf. Nach einigen Stunden nun hebt sich, wie aus den vorher mitgeteilten Tabellen hervorgeht, der Blutdruck so weit, daß wieder eine hinreichende Zirkulation auch in den medullären Bahnen sich einstellt, und bei günstigen Ernährungsverhältnissen sehen wir die fettige Degeneration aus dem Gewebe scheiden; das wechselvolle Resultat der Untersucher ist also allein durch die verschieden lange Zeitdauer nach der Ligatur zu erklären, in welcher die histologische Untersuchung vorgenommen wurde.

Elektrische Erregbarkeit.

Der zweite Weg ist derjenige der direkten Reizung durch den elektrischen Strom. Es ist eine bekannte Tatsache, daß man zur Erregung eines quergestreiften Muskels durch die Nerven einen stärkeren Strom durchgehen lassen muß nach Unterbindung der zuführenden Muskelarterie als vorhin. Die Stromstärke, welche noch eben den Muskel zur Kontraktion bringt, ist verschieden je nach der Art des Tieres und des Muskels selbst, ja sie schwankt beim gleichen Tiere und gleichen Muskel zu verschiedenen Zeiten. Man legt sich daher am narkotisierten Tiere einen Nervus ischiadicus am Oberschenkel frei, durchschneidet ihn und sieht zu, mit welcher Stromstärke die erste deutliche Zuckung in der Pfote auftritt; wenn

man dann die Aorta unterbindet, so reizt man von neuem den Nerven, bis die Kontraktion erfolgt; jetzt ist eine wesentlich größere Stromstärke erforderlich. Natürlich kann der Versuch in der späteren Zeit beliebig lange fortgesetzt werden. Ich machte dieses Experiment zuerst in Fall 36 bei einem ausgewachsenen, fahlen Kaninchenbock. Bei Reizung des Ischiadicus erfolgte die erste deutliche Muskelkontraktion in der Pfote

direkt vor der Aortenunterbindg. bei einer Stromstärke von 0,95 Milliampères

" nach "	"	"	"	"	"	1,73	"
10 Min. "	"	"	"	"	"	1,58	"
20 " "	"	"	"	"	"	1,37	"
45 " "	"	"	"	"	"	1,16	"
65 " "	"	"	"	"	"	1,1	"
24 Std. "	"	"	"	"	"	0,98	"

Für die faradische Reizung ergaben sich folgende Zahlen:

direkt vor der Unterbindg. d. Aorta bei ein. Abstand d. beiden Rollen v. 127 mm

" nach "	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	65	"
10 Min. nach der	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	73	"
25 " "	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	87	"
50 " "	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	90	"
90 " "	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	92	"
4 Std. "	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	97	"
24 " "	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	122	"

Im weiteren lasse ich schnell die Werte für die Katze und den Hund folgen:

	Katze galvanischer Strom Milliampères	faradischer Strom mm Abst.	Hund galvanischer Strom Milliampères	faradischer Strom mm Abst.
vorher	1,05	110,5	1,16	117,5
direkt nachher	2,38	104,5	2,47	109,0
10 Minuten später	2,11	105,0	2,22	109,3
20 " "	2,03	105,6	2,12	109,5
30 " "	1,76	105,7	2,06	110,1
45 " "	1,44	106,1	2,01	110,2
90 " "	1,40	106,3	1,85	110,7
2 Stunden "	1,39	106,7	1,71	111,6
4 " "	1,36	107,2	1,63	111,9
24 " "	1,07	109,9	1,20	116,8

Diese Tafeln zeigen deutlich, welch gewaltiger Unterschied in der Stromstärke erforderlich ist, um bei Benutzung der gleichen

Elektroden vom Ischiadicus aus vor und nach der Unterbindung der Aorta eine Kontraktion der Pfote zu erreichen. Das gleiche Ergebnis hat übrigens auch Katzenstein¹⁾ erhalten, wenn er auch die Differenzen nicht mit Zahlen angibt; gerade das raschere Verschwinden der Blasen- und Mastdarmstörungen sieht er als weiteren Beweis für den peripheren Sitz der Lähmungen an, da ja alle zentralen eine längere Zeit zum Verschwinden brauchen; diese Behauptung besteht vollkommen zu Recht, wenn wirklich nach der Ligatur Incontinentia alvi et urinae auftritt; diese Erscheinung habe ich jedoch nur bei Kaninchen, dagegen nie bei Katzen oder Hunden beobachtet; bei den Tieren, wo sie bestand, hielt sie bis zum Lebensende an; ich muß mir daher aus diesem Grunde schon versagen, näher hierauf einzugehen.

Es weist also auch das ganze Verhalten der Nerven mit zwingender Notwendigkeit darauf hin, daß die klinischen Symptome, unter denen sie nach der Aortenligatur in die Erscheinung treten, ganz allein durch die plötzliche Absperrung der Blutzufuhr nach den peripheren Teilen, das ist also Muskelfaser und intramuskuläres Nervenende, bedingt sind. Erst, wenn das Herz den Widerstand der Kapillaren zwischen den kollateralen Arterienbahnen überwunden hat, wird auf diesen neu eröffneten Wegen so viel Blut wieder den peripheren Teilen zugeführt, daß ihre Erregbarkeit sich der Norm nähert. Hierbei werden zuerst die nervösen Elemente im Rückenmarke berücksichtigt, so daß schon sehr bald bei ihnen die „trübe Schwellung“ schwindet, dann erfolgt eine sich ganz langsam der Norm nähernde Steigerung der Erregbarkeit des zugehörigen Nerven für beide Stromarten; daß in der Tat die Lähmung einen ganz peripheren Sitz hat, geht ferner aus dem Umstand hervor, daß die vorherige Injektion von Strychnin, welches bekanntlich die Erregbarkeit des Rückenmarkes steigert, auf das Schwinden der Erscheinungen und die Erregbarkeit dem elektrischen Strom gegenüber keinen Einfluß ausübt.

Aus allen diesen mitgeteilten Tatsachen geht wohl für die praktische Chirurgie der Schluß hervor, daß die Unterbindung der Bauchaorta unterhalb des Ursprunges der Art. mesenterica inf. an das Herz solch gewaltige Anforderungen seiner Leistungen stellt, daß nur ein absolut gesundes und ungeschwächtes Organ ihnen gerecht werden kann. Ob dies bei akuten Anämien, z. B. Verletzung eines größeren Astes der Unterleibsgefäße, der Fall ist, muß die

1) Katzenstein, Arch. f. klin. Chir., Bd. 76, H. 3.

Zukunft lehren; vielleicht überwindet hierbei das Herz die größere Arbeit, wenn es nicht gelingen sollte, das verletzte Gefäß für sich zu isolieren, sondern die Aorta selbst unterbunden wird; es spricht wenigstens das Tierexperiment nicht gerade gegen diese Annahme. Handelt es sich aber um organische Veränderungen in der Gefäßwand selbst, so ist das Herz wohl schon so in Mitleidenschaft gezogen, daß es dieser erneuten Überbelastung nicht Herr werden kann, sondern erlahmt. Das beweisen die in der Literatur publizierten 10 Fälle von Aneurysma im Stromgebiete der Aorta, von welchen 9 direkt infolge des Eingriffes gestorben sind; nur ein einziger überwand die direkten Folgen der enormen Mehrbelastung des Kreislaufes, aber der Erfolg blieb insofern aus, als vielleicht infolge der Drucksteigerung im Aortensystem am 11. Tage nach der Unterbindung eine Ruptur der Arterie erfolgte, gerade an der Stelle, wo der Knoten der Ligatur der Gefäßwand anlag; es ist hier sehr wohl möglich, daß auch oberhalb des eigentlichen Aneurysmas schon atheromatöse Prozesse in der Aorta vorhanden waren, welche die Perforation begünstigten.

Daß andererseits sowohl septische Erkrankungen, als auch maligne Neubildungen die Prognose der Aortenligatur ganz wesentlich verschlechtern, beweisen die beiden Fälle von Czerny. Obschon nach keiner Richtung hin einem einzigen Falle eine besondere Beweiskraft innewohnt, muß man diese doch verwenden mit Rücksicht auf die Seltenheit der Operation überhaupt; daß bei allen septischen Erkrankungen in letzter Linie das Heil der Kranken von der Stärke und Ausdauer ihrer Herzkraft abhängt, ist bekannt, und unser ganzes therapeutisches Handeln konzentriert sich auf diesen Punkt; daher ist es wohl begreiflich, wenn der septisch infizierte Soldat die Aortenunterbindung nicht länger als 26 Stunden ertrug; das bei der Sektion aufgefundene Lungenödem beweist an sich schon allein, daß die eigentliche Todesursache ein langsames Erlöschen der Herzkraft war. Im andern handelt es sich um einen malignen Nierentumor; der Patient war äußerst elend, die Operation sehr schwierig; auch hier hat das Herz allzu früh seine Arbeit eingestellt; es kann, selbst bei der nur höchst spärlichen Mitteilung der Sektion, keinem Zweifel unterliegen, daß die Grundkrankheit, die Narkose, die bei der Exstirpation eingetretene heftige Blutung und zuletzt noch die Aortenligatur in ihrer Gesamtheit die Reservekraft des Herzens überstiegen; ein welcher großer Teil der Schuld aber dem letzteren Umstande zuzuschreiben ist, das zu entscheiden ist nicht möglich.

Es folgt daher aus diesen Auseinandersetzungen, daß zur Erhaltung des Lebens nach Unterbindung der Aorta ein absolut gesundes und leistungsfähiges Herz das Haupterfordernis ist, dieses aber wohl in fast allen Fällen, wo die Notwendigkeit, eine Ligatur der Bauchaorta vornehmen zu müssen, an einen Chirurgen herantritt, nicht erhofft werden darf.

B. Unterbindung der Arteria iliaca communis.

Experimentell ist die Ligatur der Iliaca an einem großen Tiermaterial nicht unternommen worden, dagegen sind eine Reihe von Fällen aus der menschlichen Pathologie bekannt.

Schon Bérard¹⁾, welcher die Indikation der Aortenligatur bei großen Aneurysmen ihrer Äste prinzipiell anerkannte, schlug vor, statt dieses Eingriffes lieber die zugehörige Iliaca zu unterbinden; diesem Plane stimmte Guthrie²⁾ zu; auch Dieffenbach³⁾ billigte dieses Vorgehen, weil die Aortenligatur zu wenig sicher sei.

Die zuerst von Barbosa⁴⁾ aufgestellte Statistik übergehe ich, weil sie veraltet ist; die beste Statistik hat Kümmell⁵⁾ auf dem Chirurgenkongreß im Jahre 1883 vorgetragen: er berichtete daselbst über 62 einschlägige Fälle, von welchen 46, also rund 75 Proz., an verschiedener Ursache, mitunter auch an Peritonis und Sepsis gestorben sind. Wegen Aneurysma allein wurde bis dahin die Operation 39 mal vorgenommen mit 29, also 74,3 Proz. Todesfällen. Neuerdings hat dann Dreist⁶⁾ gezeigt, daß 77,97 Proz. Todesfälle in die vorantiseptische Zeit fallen, während in der aseptischen Ära diese Zahl auf 55,56 Proz. herabgesunken ist; beide Autoren sind Anhänger der Operation in geeigneten Fällen, wenn auch letzterer als bedenkliche Komplikation die Möglichkeit einer Beingangrän auf der Seite des unterbundenen Gefäßes erwähnt.

Experimente.

Ich machte nun die Unterbindung der Art. iliaca communis im ganzen an 3 Kaninchen, 4 Katzen und 4 Hunden, und zwar unterband ich bei 2 Kaninchen, 1 Katze und 1 Hunde die Arterien auf beiden Seiten zwischen der Bifurkation und ihrem Zerfall in ihre beiden Endäste.

Überall dort, wo ich das Gefäß auf beiden Seiten ligierte, schaffte ich genau die gleichen Verhältnisse wie bei der Aorten-

1) Bérard, Dictionnaire de médec. Paris 1833, Tome III.

2) Guthrie, London medical Gazette. 1834, Vol. XIV.

3) Dieffenbach, Die operative Chirurgie. Leipzig 1845.

4) Barbosa, Gaz. medic. de Lisboa 1874.

5) Kümmell, Verhandl. d. Deutschen Gesellsch. f. Chir. 1883.

6) Dreist, Deutsche Zeitschr. f. Chir., Bd. 71, H. 5.

unterbindung. Sowohl der gesamte klinische Verlauf, wie auch die Ergebnisse der Autopsie deckten sich so vollständig mit den eben ausführlich beschriebenen Verhältnissen, daß ich auf diese verweisen muß; irgend etwas Neues habe ich diesen Versuchen nicht hinzuzufügen; auch die Blutdruckverhältnisse in der Femoralis wie die Ergebnisse der elektrischen Erregbarkeit deckten sich vollständig.

Gerade dieser Umstand ist meiner Meinung nach ein neues, wichtiges Glied in der Kette der Beweise, daß der Tod nach der Aortenligatur durch Erlahmen der Herztätigkeit erfolgt. Von der Iliaca gehen keine Äste ab, welche das Rückenmark versorgen, da letzteres nicht so tief herabreicht; es kann sich also bei der Feststellung der Todesursache in diesen Fällen nicht um primäre oder sekundäre spinale Schädigungen handeln. Andererseits bleibt es sich doch vollständig gleich, ob die Aorta oder ihre beiden letzten Äste unterbunden sind; die Drucksteigerung ist in beiden Fällen die gleiche. Auch davon habe ich mich mehrere Male durch die direkte Blutmessung überzeugt; die erhaltenen Zahlen passen in den Rahmen der vorhin angegebenen, der Ausgleich erfolgt erst am anderen Tage, wenn das Herz den Widerstand der kapillären Gefäßbahnen überwunden hat, ebenso liegen die Verhältnisse bei der elektrischen Erregbarkeit der Muskulatur der Hinterbeine bei Reizung des Nerv. ischiadicus. Was nun die eigentlichen Kollateralbahnen nach doppelseitiger Ligatur der Iliaca angeht, so erfolgt der Ausgleich des Blutdruckes durch das vorhin ausführlich beschriebene Kapillarnetz zwischen der Mammaria interna und epigastrica superfic. den lumbalen Ästen und der Circumflexa ileum profunda, den letzten Ausläufern der Epi- und Hypogastrica einerseits und der SpermatICA interna andererseits; dazu kommen bei Hunden noch die Anastomosen der Ileolumbalis mit der Phrenico-abdominalis.

In den übrigen Fällen unterband ich das Gefäß nur auf der einen Seite. Nur ein charakteristisches, gemeinsames Symptom konnte ich hierbei an allen Tieren bemerken: das war das Gefühl der Schwäche in dem dazu gehörigen Hinterbeine. Sofort nach dem Erwachen aus der Narkose waren sie äußerst munter und liefen umher, wobei sie die Hinterpfote der ligierten Seite etwas in die Höhe zogen, sich aber nicht darauf stützten; da keines der so operierten Tiere einging, hatte ich Gelegenheit, die Verhältnisse genauer zu studieren. Eine Temperaturdifferenz zwischen den beiden Seiten ist mir nie aufgefallen, und der Versuch, diese mit dem Thermometer nachzuprüfen, mißlang mir stets. Die Pulsation in der Femoralis der ligierten Seite kehrte nach verschieden langer

Dauer, gewöhnlich im Laufe des zweiten oder dritten Tages nach der Unterbindung, wieder; vorher war der Blutdruck so gefallen, daß die eröffnete Arterie nur auslief, aber nicht spritzte. Proportional mit dem Steigen des Blutdruckes in der Femoralis gingen die Lähmungserscheinungen zurück, und kehrte die Kraft und Beweglichkeit in der Extremität wieder, so daß die Tiere ein paar Stunden, nachdem die Femoralis wieder pulsierte, auf der Hinterpfote, wenn auch sie noch schonend, so doch auftraten und sie am folgenden Tage wieder zum Gehen und Laufen benutzten. Ja, Hunde konnten mitunter schon nach 5 Tagen wieder völlig normal springen. Andere Störungen habe ich nie bemerkt, so ist in keinem meiner Fälle das Bein gangränös geworden; Störungen von Blase und Darm oder den Genitalien wurden ebenfalls niemals beobachtet. Was die Verhältnisse des Blutdruckes und der elektrischen Erregung vor und nach der Unterbindung angeht, so diene folgende Tafel, welche sie bei einem ausgewachsenen Spitzhund demonstrieren soll, als Beispiel:

Blutdruck in der l. Femoralis 155 mm; in der r. 156 mm/Hg vor der Unterbindg.												
"	"	"	"	"	13	"	;	"	"	198	"	sof. nach der Unterbindg. (die linke Seite war ligiert)
"	"	"	"	"	20	"	:	"	"	r. 177 mm/Hg 10 Min. n. d. Unterbd.		
"	"	"	"	"	25	"	:	"	"	175	"	30
"	"	"	"	"	28	"	:	"	"	171	"	60
"	"	"	"	"	39	"	:	"	"	168	"	2 Std.
"	"	"	"	"	78	"	:	"	"	162	"	5
"	"	"	"	"	139	"	:	"	"	159	"	24

Elektrische Erregbarkeit für die Muskelkontraktionen am Unterschenkel vom Ischiadicus aus:

vor der Unterbindg. für den faradischen Strom 119 mm Abstand;		für den galvanischen Strom 1,13 Milliampères	
nach der Unterbindg. für den faradischen Strom 106,5 mm Abstand;		für den galvanischen Strom 2,36	
10 Min. nach der Ligatur für den faradischen Strom 110 mm Abstand;		für den galvanischen Strom 2,01 Milliampères	
25 Min. nach der Ligatur für den faradischen Strom 112,5 mm Abstand;		für den galvanischen Strom 1,95 Milliampères	
45 Min. nach der Ligatur für den faradischen Strom 114,5 mm Abstand;		für den galvanischen Strom 1,70 Milliampères	
1 Stunde nach der Ligatur für den faradischen Strom 115 mm Abstand;		für den galvanischen Strom 1,66 Milliampères	
3 Stunden nach der Ligatur für den faradischen Strom 115,5 mm Abstand;		für den galvanischen Strom 1,59 Milliampères	
5 Stunden nach der Ligatur für den faradischen Strom 116 mm Abstand;		für den galvanischen Strom 1,51 Milliampères	
24 Stunden nach der Ligatur für den faradischen Strom 118 mm Abstand;		für den galvanischen Strom 1,18 Milliampères.	

Die Tiere wurden dann verschieden lange Zeit nach der Unterbindung getötet, und ihr Gefäßsystem injiziert; auf diese Weise bringt man sich die Kollateralbahnen zu Gesicht. Hauptsächlich an der Ableitung des Blutes ist die *Art. iliaca communis* der anderen Seite beteiligt, soweit es sich um die Blutversorgung der Organe des kleinen Beckens handelt, mit anderen Worten, den Ausfall der *Iliaca interna* deckt die gleichnamige Arterie der anderen Seite; ihre Äste bilden ein ungemein feines und zahlreiches Kollateralnetz, welches mit dem gleichen der anderen Seite durch unzählige Kapillaren in Verbindung steht. Diejenigen Äste jedoch, welche zur Beckenwand hinlaufen, werden ebenso wie das ganze Stromgebiet der *Femoralis* rückläufig auf mehreren Wegen versorgt; einmal durch die Kapillaranastomosen zwischen *Mammaria interna* und *Epigastrica inf.*, wenn auch nicht in so ausgesprochenem Maße, als das bei der Aortenunterbindung der Fall ist; dann aber ganz besonders noch durch die Kapillaren, wodurch die *Circumflexa ilei profunda* mit der *Epi-* und *Hypogastrica* in Verbindung steht; der Hauptweg für die untere Extremität geht dabei durch die *Art. profunda femoris*. Also auch hierbei kommen mehrere Ausgleichswege in Betracht, aber die letzten eigentlichen Strombahnen sind die zahlreichen Kapillaren, welche in den Ausbreitungsbezirken dieser arteriellen Gefäße sich befinden.

Müssen wir also nach dem klinischen Verlaufe und dem Ergebnisse der Gefäßpräparation auch in diesen Fällen wieder kapilläre Anastomosen vermuten, so suchte ich nach den Veränderungen am Herzen, wie sie einer solchen Mehrbelastung des Kreislaufes entsprechen würden, denn es konnte kein Zweifel bestehen, daß sich nach so langem Bestande des Kollateralkreislaufes auch direkt nachweisbare Veränderungen am Zentralorgan wieder auffinden lassen. Da in allen Fällen der Sektionsbefund mit Ausnahme der Herzverhältnisse ohne Besonderheiten war, so will ich nur auf Mitteilung der letzteren mich beschränken. Das Herz war in allen Fällen vergrößert und zwar hatte in der Hauptsache der linke Ventrikel an Volumen und Dicke zugenommen; er war aber in allen Fällen fest kontrahiert und leer, sein Klappenapparat völlig intakt. Auch der rechte Ventrikel war etwas dicker als man für gewöhnlich bei diesen Tieren ihn antrifft mit vollständig unversehrten Klappen; beide Vorhöfe und Herzohre waren ohne Besonderheiten. Die Muskulatur am linken Ventrikel war sehr stark entwickelt, trabekulös angeordnet und sprang als deutliche Balken in das Ventrikellumen vor; am rechten Ventrikel war diese Balkenbildung lange nicht so deutlich aus-

geprägt. Das Myokard war auf Durchschnitten völlig unverändert.

Ich konnte auf diese Weise die einige Male bei Lebzeiten schon diagnostizierten Herzveränderungen direkt nachweisen; einzelne Tiere ließen schon in den ersten Tagen nach der Operation eine deutliche Vergrößerung und Verschiebung der Herzdämpfung erkennen, welcher zwar den rechten Ventrikel mit betraf, in der Hauptsache jedoch sich auf eine Verlagerung und Verstärkung des Spitzenstoßes nach links unten beschränkte; auch war es so möglich, gelegentlich eine scharfe Akzentuation des 2. Aortentones, sowie bisweilen eine Verschärfung des 2. Tones der Pulmonalis zu auskultieren.

Kurz, wir finden also auch nach der Ligatur der Art. iliaca communis deutliche Veränderungen am Herzen, welche auf eine Mehrbelastung dieses Organes hindeuten; diese sind nicht so gewaltig wie bei der Aortenligatur, denn ein Teil des Blutes zirkuliert ja noch in den gewöhnlichen Bahnen, aber immerhin direkt nachweisbar. Mit Zahlen dieses Verhältnis auszudrücken, geht nicht recht an, ein erheblicher Teil des Gesamtblutes muß eben durch eine gesteigerte Herzaktion in ein enges, langes Kapillarsystem hinein und durch dieses hindurchgepreßt werden. Da es aber den Anschein gewinnt, als ob direkt nach dem Zuknüpfen des Fadens nur so viel Blut durch die eben beschriebenen Bahnen in den Versorgungsbezirk der außer Tätigkeit gesetzten Femoralis und Hypogastrica einströmt, als eben zur Erhaltung dieser Teile nötig ist, während der weitaus größte Teil (siehe Blutdrucktabelle) durch die offenen Gefäße der anderen Seite fließt, so ist die geringere Herzarbeit leicht erklärlich, welche somit die Prognose des Eingriffes an sich bessert und bei der Autopsie die extremsten Grade der Herzhypertrophie oder aber die Dilatation des Organes vermissen läßt.

Ausdrücklich sei aber noch bemerkt, daß sich nie Veränderungen am Rückenmark feststellen ließen; selbst kurze Zeit nach der Ligatur waren histologisch die Verhältnisse durchaus normal, von beginnender fettiger Degeneration war keine Spur zu finden; dieser Punkt muß deshalb besonders hervorgehoben werden, weil Sarlò¹⁾ nach Unterbindung der Bauchaorta dicht oberhalb der Bifurkation schwere pathologische Veränderungen der Nervenzellen bis in das Halsmark gefunden haben will. Wie schon gesagt, gibt die Iliaca communis keine Äste, die zu den nervösen Zentralorganen hingehen, ab; es

1) Sarlò, Neurologisches Zentralbl. 1895.

ist daher schon von vornherein nicht zu erwarten, daß nach ihrer Unterbindung degenerative Prozesse im Rückenmark sich konstatieren lassen.

C. Unterbindung der Art. hypogastrica.

Auch über die Ligatur der Iliaca interna liegen bislang nur Erfahrungen aus der menschlichen Pathologie vor; experimentell in größeren Versuchsreihen ist die Operation nicht ausgeführt worden; die Hypogastrica versorgt die Eingeweide des kleinen Beckens, die Glutäalgegend und die Weichen, sowie die äußeren und inneren Genitalien.

Schon Jatschinsky¹⁾ berichtet auf Grund von 1034 Sektionen, daß kaum eine andere Arterie hinsichtlich ihres Ursprunges, Verlaufes und ihrer letzten Verästelungen so viele Anomalien und Variationen aufweise, als gerade die Iliaca interna; aus diesem Grunde rät Robinson²⁾, bei allen den Erkrankungen, wo die Ligatur eines ihrer Äste in Frage komme, sich nicht mit der Unterbindung dieses einen Zweiges zu begnügen, sondern lieber den Stamm der Hypogastrica aufzusuchen und an diesem die Operation auszuführen. Es sind der Hauptsache nach maligne Tumoren der Genitalien beim Weibe, des untersten Teiles des Rektums, einfache Hyperplasie und echte Tumorbildung in der Prostata sowie endlich Aneurysmen im Verlaufe ihrer Äste, welche den Eingriff indizieren können. Die Ligatur der Hypogastrica bei Myomen des Uterus ist mit Recht verlassen; nur bei inoperablem Uteruscarcinom kann sie in Frage kommen, wenn abundante Blutungen das Leben bedrohen und die Kranke stark schwächen; meist ist der Erfolg rasch vorübergehend, wenn sich die Kollateralen gut entwickelt haben. Bier³⁾ hat darauf diese Operation sehr empfohlen bei den einfachen Hyperplasien und gutartigen Drüsen- und Bindegewebsgeschwülsten der Prostata, wo ohne Nebenbeschwerden sofort eine Besserung der Urinbeschwerden sich einstellen und allmählich die Prostatahypertrophie völlig schwinden soll. Endlich empfiehlt Baudet⁴⁾ die prophylaktische Ligatur zur besseren Blutstillung bei der Rektumexstirpation. In allen diesen Fällen muß man natürlich die Arterie auf beiden Seiten unterbinden; aber es kann gar keinem Zweifel unterliegen, daß Baudets Statistik zurzeit nicht mehr zu verteidigen ist. Dieser Autor berichtet über im ganzen 30 Fälle von doppelseitiger Ligatur mit der enormen Zahl von 16 Todesfällen in direktem Zusammenhange mit der Operation stehend; das ergibt also 40 Proz. primäre Mortalität; gerade anfangs d. Jahrhunderts ist auf Veranlassung französischer Operateure von gynäkologischer Seite sehr häufig wegen der geschilderten Affektionen die doppelseitige Hypogastrica-Unterbindung ausgeführt worden; eine besondere Gefährlichkeit dieses Eingriffes

1) Jatschinsky, Monatsschrift f. Anatomie und Physiologie, Bd. 8, 1891.

2) Robinson, Annals of surgery, 1902.

3) Bier, Wiener klin. Wochenschr. 1893, Nr. 32.

4) Baudet, Gazette des hôpitaux, 1899, No. 38.

ist dabei nicht zu konstatieren gewesen; obige Zahlen umfassen daher weder die gesamte Kasuistik noch die Todesfälle, und sind zur Beurteilung über die Gefahren dieser Operation nicht verwendbar. Es liegt natürlich, soweit die malignen Tumoren des Uterus und der Prostata in Betracht kommen, in der Natur der Erkrankung, daß von einer Dauerheilung keine Rede sein kann.

Von den einseitigen Unterbindungen der Art. hypogastrica hat D'Antona¹⁾ 35 Fälle zusammengestellt, in denen allen es sich um aneurysmatische Erkrankungen der beiden Art. glutaecales oder der obturatoria handelte. Auch von diesen sind 14, d. h. 40 Proz. kurz nach der Unterbindung gestorben; hierbei muß allerdings bemerkt werden, daß die Mehrzahl der vorantiseptischen Zeit angehört und an den Erscheinungen der Sepsis oder der Peritonitis zugrunde gingen. Als höchst interessanter Fall dieser Gruppe ist die Küstersche Beobachtung zu erwähnen. Gelegentlich der Exstirpation eines Sarkoms am Os sacrum trat eine so abundante Blutung auf, daß Küster²⁾ den Kranken sofort in Rückenlage brachte und auf der entsprechenden Seite die Hypogastrica ligierte, worauf die Exstirpation zu Ende geführt werden konnte. Es ist das eine sehr seltene Indikation zur einseitigen Unterbindung der Art. hypogastrica.

Hinsichtlich der Folgeerscheinungen erwähnt D'Antona¹⁾ Paresen in dem Beine der Seite, wo die Hypogastrica ligiert wurde, welche erst in Wochen schwinden sollen und Odeme als Folge der Reizung der Vasodilatoren bei dem Mitfassen des die Arterie begleitenden sympathischen Nervenplexus. Störungen der motorischen und vasomotorischen Sphäre sind von keinem anderen Autor beobachtet worden und nach Lage der Sache auch nicht recht anzunehmen; der Ausbreitungsbezirk der Hypogastrica beschränkt sich auf das kleine Becken und den obersten Teil des Beckengürtels und Oberschenkels; die eigentliche Extremitätsarterie ist aber die Iliaca externa, welche überdies noch mit der Hypogastrica durch direkte Anastomosen in Verbindung steht (Art. profunda femoris — Art. obturatoria).

Experimente.

Experimentell habe ich die Arteria hypogastrica auf beiden Seiten unterbunden an 6 Kaninchen, 2 Katzen und einer Hündin; auf einer Seite machte ich die Operation nur 4 mal an Kaninchen und bei einer Katze.

Alle Tiere überstanden den Eingriff glatt und hatten nach dem Erwachen aus der Narkose keine Störungen; sie liefen sogleich herum und spielten; auch ihre Freßlust war nach der Unterbindung unvermindert. Temperaturdifferenzen ließen sich nicht feststellen, auch war die Sensibilität völlig normal; Incontinentia alvi et urinae gelangte nie zur Beobachtung, ebenso fehlten Störungen der Genitalien

1) D'Antona, Archives internationales de chirurgie. Vol. I, Fasc. I, 1903.

2) Küster, 5 Jahre Augstahospital. Verlag von Aug. Hirschwald. Berlin 1875.

vollständig. Im allgemeinen war das Verhalten der Tiere, deren Hypogastrica selbst auf beiden Seiten unterbunden war, schon nach drei bis vier Tagen von dem der Nichtoperierten in nichts mehr zu unterscheiden. Um etwa vorhandene Störungen im Gebiete der unteren Extremitäten nachzuweisen, wurde die Erregbarkeit des Ischiadicus bei den einseitig operierten Tieren in verschiedenen Intervallen geprüft; das Ergebnis fiel insofern negativ aus, als sich ein bemerkenswerter und konstanter Unterschied beim gleichen Tiere auf beiden Seiten nicht ergab. Was nun die Blutdruckverhältnisse angeht, so fand im Momente des Zuknüpfens des Fadens sowohl in der Femoralis, als auch in der Carotis eine Erhöhung des Druckes um etwa 10—12 mm Hg bei der Katze und bis zu 20 mm Hg beim Hunde statt. Demgemäß scheint nach der Hypogastrica-Unterbindung schon sehr schnell ein ausgiebiger Kollateralkreislauf in Funktion zu treten, denn sehr bald erreichte der Druck in den oben genannten Arterien wieder seine ursprüngliche Höhe. Infolgedessen ließen sich bei Lebzeiten auch nicht so deutlich die perkutatorischen Phänomene der Herzhypertrophie auffinden, schon eher gelang der Nachweis der deutlichen Verstärkung des 2. Aortentones, während die gleiche Erscheinung an der Pulmonalis nicht zur Beobachtung gelangte.

Mit diesen klinischen Symptomen deckten sich später die Sektionsbefunde; nach Tötung der Tiere wurde das Gefäßsystem injiziert, und darauf zur Autopsie geschritten.

Nach doppelseitiger Ligatur der Hypogastrica ließ sich die Injektionsmasse besonders deutlich nachweisen in dem zahlreichen feinen Anastomosennetz zwischen den Art. ileo-lumbales und Circumflexae ilium, sowie der Arteria obturatoria und der Spermatice externa Epigastrica inf. und der Circumflexa femoris externa. Direkte arterielle Anastomosen waren zwar nicht festzustellen, dagegen waren die Kapillaren stark dilatiert und mit der Injektionsmasse angefüllt. (Siehe Fig. 4, 6.)

Bei nur einseitiger Unterbindung waren die eben beschriebenen Kapillaren gleichfalls deutlich ausgeprägt und dilatiert, daneben aber in bedeutend höherem Grade diejenigen in den Organen, welche von den gleichnamigen Arterien der anderen Seite versorgt werden; insbesondere sind erwähnenswert die Ileo-lumbalis und sacrales fernerhin die zur Blase und dem Mastdarm hinlaufenden Zweige; bei den weiblichen Tieren erst recht die Gefäße im Myometrium (s. Fig. 5).

Da aber die Arteria hypogastrica ein immerhin nur kleines Gebiet versorgt im Vergleich zu den bisher abgehandelten Gefäßen,

so waren natürlich die Veränderungen am Herzen nach ihrer Unterbindung auch lange nicht so ausgeprägt, wie nach der gleichen Operation bei den mehr zentral gelegenen Arterien. Ja, die durch die Sektion aufgedeckte Herzhypertrophie war so unbedeutend, daß sie noch in das Bereich des Normalen hineingehört; es fehlte vor allem die ausgesprochene trabekuläre Anordnung der Muskulatur und eine stärkere konzentrische Hypertrophie des Myokard; ebenso

Fig. 4.

Anastomosen zwischen der Art. circumflexa ilei und der Epi- und Hypogastrica nach Unterbindung der Art. hypogastrica bei der Katze.

war der Klappenapparat völlig unversehrt. Die durchschnittliche Dicke der Muskularis betrug am linken Ventrikel 9 mm, am rechten 6,5 mm bei Hunden; Stauungserscheinungen in den Lungen oder den großen Abdominaldrüsen waren nicht vorhanden.

Demgemäß gewinnt es den Anschein, als ob die doppelseitige Unterbindung der Hypogastrica an sich keinen besonders gefährlichen Eingriff bedeutet, da einmal ein zahlreiches Anastomosennetz existiert und dieses ferner sofort nach Sperrung der Zirkulation in der Hypogastrica in Funktion tritt, so daß eine gefährliche längere

Fig. 5.

Anastomosen der beiden Art. uterinas im Myometrium der Katze nach einseitiger Unterbindung der Art. iliaca interna.

Fig. 6.

Anastomosen zwischen der Art. spermatica externa und der Vaginalis inf. (art. pudenda communis) nach Unterbindung der Art. hypogastrica auf beiden Seiten bei der Katze.

Zeit anhaltende Anämie der von der Iliaca interna versorgten Organe ausbleibt; andererseits muß aber auch noch hervorgehoben werden, daß der Widerstand, welchen dieses eben beschriebene Kapillargeflecht dem Blutdruck entgegensetzt, ein unendlich viel geringerer ist, als nach Ligatur der Iliaca communis oder gar der Aorta; es lassen sich weder klinisch die charakteristischen Symptome für eine vermehrte Herzarbeit nachweisen, noch fehlen bei der Autopsie die höheren Grade der Herzhypertrophie, wenn auch geringere Veränderungen meist nachweisbar sind. Wir sind daher in der glücklichen Lage, bei sorgfältiger Auswahl der Fälle die Ligatur der Iliacainterna als eine Radikaloperation bei Aneurysmen oder als palliativer Eingriff bei Tumoren ausführen zu können selbst auf beiden Seiten.

D. Unterbindung der Art. iliaca externa.

Wir verstehen unter diesem Namen den lateralen Ast nach der Teilung der Art. iliaca communis bis dort, wo die ersten Gefäße aus ihm entspringen; er erstreckt sich also bis zum Ligamentum inguinale; es ist der Bauchteil der Femoralis.

Diese Arterie ist schon häufig beim Menschen, meist wegen Verletzungen oder Aneurysmen der Arteria femoralis, unterbunden worden; irgendwelche Störungen sind darnach nicht bekannt geworden, besonders ist die Extremität nicht der Gangrän anheim gefallen; die Ursache ist wohl in dem Umstand zu erblicken, daß das reiche Anastomosennetz einerseits zwischen der Profunda femoris und der Circumflexa ilium, andererseits der Ileo-lumbalis, obturatoria und den andern Ästen der Hypogastrica sofort in ausgiebige Funktion tritt und eine hinreichende Blutzufuhr den Beinen zuführt.

Experimente.

Wohl infolge des Mangels irgendwelcher Störungen existieren bisher auch keine experimentelle Untersuchungen; ich habe die Iliaca externa bei 2 Kaninchen und je einem Kater und Hunde doppelseitig unterbunden und bei 2 Kaninchen und 1 Katze auf nur einer Seite. Alle Tiere ertrugen die Operation und ihre Folgen ohne irgendwelche Besonderheiten. Sie bewegten sich sofort nach dem Erwachen aus der Narkose frei umher, wiesen aber eine unverkennbare Parese in dem Hinterbeine der Seite, auf welcher die Arterie ligiert war, auf; bei Kaninchen bestand zeitweise völlige Lähmung; diejenigen Tiere, bei welchen beiderseits die Unterbindung gemacht war, saßen still in der Ecke, die kleinen Exemplare zogen

für die ersten paar Minuten die Hinterbeine schlaff nach. Aber dieser Zustand besserte sich gar bald; sie traten, wenn auch anfangs noch etwas zaghaft, dennoch auf, und benutzten die Hinterbeine wieder zum Stehen und Gehen. Temperaturdifferenzen zwischen den Vorder- und Hinterbeinen fehlten. In ein paar Tagen war dann auch die Schwäche geschwunden, und sie konnten sich wieder völlig frei und ungehindert bewegen. Irgendwelche Veränderungen am Herzen ließen sich nicht feststellen, wenn es auch bei den kleineren Tieren gelegentlich den Anschein hatte, als ob für die ersten Tage eine Verstärkung des Spitzenstoßes und Akzentuation des 2. Aortentones auf eine vermehrte Herzarbeit hinwiesen. Irgendwelche Störungen in der Sensibilität der Extremität gelangten nicht zur Beobachtung. Daß aber auch hier die eigentlichen Anastomosen in letzter Linie in kapillären Gefäßchen bestehen, beweist das Verhalten des Blutdruckes vor und nach der Ligatur; er wurde bei einer Katze bestimmt, wo die rechte Art. iliac. externa unterbunden wurde. Das Ergebnis war:

Vor der Ligatur	Druck in der l. Art. iliac. ext.	146 mm Hg;	
			in der r. Art. iliac. ext. 147,3 mm Hg
Sofort nach der Ligatur	Druck in der l. Art. iliac. ext.	146,6 mm Hg;	
			in der r. Art. iliac. ext. 19,5 "
10 Min. nach der Ligatur	Druck in der l. Art. iliac. ext.	146,2 mm Hg;	
			in der r. Art. iliac. ext. 37,1 "
30 Min. nach der Ligatur	Druck in der l. Art. iliac. ext.	146,0 mm Hg;	
			in der r. Art. iliac. ext. 50,3 "
45 Min. nach der Ligatur	Druck in der l. Art. iliac. ext.	146 mm Hg;	
			in der r. Art. iliac. ext. 56,9 "
1 Std. nach der Ligatur	Druck in der l. Art. iliac. ext.	146 mm Hg;	
			in der r. Art. iliac. ext. 73 "
2 Std. nach der Ligatur	Druck in der l. Art. iliac. ext.	146 mm Hg;	
			in der r. Art. iliac. ext. 78,4 "
6 Std. nach der Ligatur	Druck in der l. Art. iliac. ext.	146 mm Hg;	
			in der r. Art. iliac. ext. 92,7 "
24 Std. nach der Ligatur	Druck in der l. Art. iliac. ext.	146 mm Hg;	
			in der r. Art. iliac. ext. 144,2 "

Bei einem Kater mit doppelseitiger Ligatur der Art. iliac. externa ließ sich sofort nach Beendigung der Operation in der Carotis eine Drucksteigerung von 5,3 mm Hg nachweisen; vor der Unterbindung war der Druck in der linken Carotis 142 mm Hg; er stieg dann auf 147,3 mm Hg.

Ebensowenig konnte über den peripheren Sitz der Lähmung ein Zweifel bestehen; ganz abgesehen davon, daß das Rückenmark völlig intakt war, ließen die elektrischen Reizungsverhältnisse das sofort erkennen.

Elektrische Erregbarkeit für die Muskelkontraktionen am Unterschenkel bei Reizung des Ischiadicus der Katze:

Unterbrochener Strom	Rollenabstand	117,5 mm vor der	Unterbindung; stanter	kon-	Strom 1,16	Milliam-pères
"	"	101,5	" nach "	" ; "	"	2,75 "
"	"	108	" 10 M. n. d.	" ; "	"	1,93 "
"	"	111,5	" 20 " " "	" ; "	"	1,75 "
"	"	112,5	" 45 " " "	" ; "	"	1,64 "
"	"	112,7	" 1 Std. " " "	" ; "	"	1,58 "
"	"	113	" 2 " " "	" ; "	"	1,51 "
"	"	114,5	" 6 " " "	" ; "	"	1,42 "
"	"	117	" 24 " " "	" ; "	"	1,2 "

Nach verschieden langer Dauer der Unterbindung wurden die Tiere getötet und ihr Gefäßsystem injiziert. Irgendwelche konstante oder prägnante Veränderungen wurden bei der Sektion nicht gefunden und waren ja auch nach dem ganzen klinischen Verlaufe wohl nicht zu erwarten. Ganz besonders fehlten irgendwelche Veränderungen am Herzen bei den größeren Tieren; nur die Kaninchen, bei welchen die Operation doppelseitig ausgeführt wurde, ließen eine mäßige, kompensatorische Hypertrophie des linken Ventrikels erkennen; bei ihnen war das Myokard im Durchschnitt um 1—1,5 mm breiter als bei den Kontrolltieren; aber auch in diesen Fällen hatte der linke Ventrikel allein an der Hypertrophie sich beteiligt, welche zur Kompensation ausreichte, der rechte Ventrikel war unverändert, das Endokard und der Klappenapparat waren intakt.

Was nun die Kollateralen angeht, so kommen die zahlreichen Anastomosen in Betracht, welche die Profunda femoris mit den Endästen der Hypogastrica eingeht in der Inguinalgegend (Art. obturatoria [vgl. Fig. 7] und am Trochanter (glutaeales, ileo-lumbalis [vgl. Fig. 8] Pudenda communis); als Hauptstrombahn dürfte sich nach den vielfältigen Verästelungen wohl gerade die letztere erweisen. Diese treten nach Ligatur des Stammes der Art. iliaca externa sehr schnell in Funktion, so daß eine Gangrän der Extremität nicht zu befürchten steht; andererseits setzen sie auch der Herzarbeit einen nur so geringen Widerstand entgegen, daß diese Mehrbelastung des Kreislaufes vom Zentralorgan ohne irgendwelche Schwierigkeiten überwunden wird.

Für die praktische Chirurgie ergibt sich daher die Folgerung, daß die Ligatur der Art. iliaca externa einen durchaus harmlosen Eingriff darstellt, der bei richtiger Indikationsstellung und geeigneter Auswahl der Fälle wohl stets zum Segen der Kranken ausfallen

wird, und dem auch beim Menschen nicht die nun einmal unvermeidlichen Gefahren der Laparotomie anhaften, da wir uns das Gefäß zwar von den Bauchdecken aus, aber extraperitoneal freilegen können durch einen dem Lig. inguinale parallelen Schnitt, etwa 1—2 Finger breit oberhalb dieses Bandes; nach Durchtrennung der Muskulatur läßt sich dann das Peritoneum zurückschieben, und man

Fig. 7.

Anastomosen zwischen der Art. profunda femoris und der Art. obturatoria beim Hunde nach Unterbindung der Art. iliaca externa.

kommt in der Tiefe des subserösen Raumes auf die darin verlaufenden Gefäße.

E. Unterbindung der Art. femoralis.

Über die Zulässigkeit dieser Operation ist schon sehr viel geschrieben worden, sicher der beste Beweis, wie wenig die Ansichten der Autoren übereinstimmen. Wohl der einzige Chirurg, der Ge-

legenheit hatte, diese Unterbindung auf beiden Seiten auszuführen, ist Watson¹⁾; zuerst ligierte er die Arterie auf der linken Seite wegen eines Aneurysmas unter der Leistengegend; die Operation wurde gut ertragen; als dann ein halbes Jahr später die gleiche Affektion sich auf der anderen Seite bemerkbar machte, wurde der Eingriff auch auf dieser Seite gemacht mit dem gleichen, vorzüglichen Erfolge.

Fig. 8.

Anastomosen der Art. profunda femoris und der Arteriae glutaecalis pudenda, circumflexa ilei und ileo-lumbalis an der Hüfte nach Unterbindung der Art. iliaca externa beim Hunde.

Aber die Zweifler blieben nicht lange aus. Wenn ich von den einzelnen kasuistischen Beiträgen und kleinen Statistiken absehe, und nur Zeidlers²⁾ Arbeit anführe, der unter 5 Fällen von Unterbindung dieses Gefäßes 2 mal eine Beingangrän erlebte, so verfügen

1) Watson, Americ. journal of the medic. sciences 1863.

2) Zeidler, Berl. klin. Wochenschr. 1890, Nr. 39.

wir über eine größere Anzahl von einschlägigen Fällen in der Abhandlung von Niebergall.¹⁾ Er hat aus der Weltliteratur im ganzen 24 Unterbindungen der Femoralis unterhalb des Ligamentum inguinale zusammengestellt, unter denen sich 14 Fälle von Gangrän des entsprechenden Beines befinden (58,3 Proz.); er spricht deshalb diese Operation als höchst gefährlich an; zum gleichen Ergebnis gelangen wir auch, wenn wir in Boumanns²⁾ Dissertation unter 3 dieser Unterbindungen 2 mal Beingangrän erwähnt finden. Neben diesen lebensgefährlichen Folgezuständen hat ein Unbekannter³⁾ noch über höchst lästige und schmerzhaftes Neuralgien berichtet, die sich gelegentlich im Beine nach Ligatur der Femoralis einstellen sollen.

Es darf nicht Wunder nehmen, wenn nach diesen schlechten Resultaten immer wieder der Weg des Experimentes beschritten wurde, um Klarheit in diese Verhältnisse zu bringen; aber auch so ist es uns leider bis heute nicht geglückt, etwas näher diese Sachen zu studieren; ja man kann ruhig diese unerwähnt lassen, weil sich die Ansichten ganz unvermittelt diametral gegenüberstehen; aber in dem einen Punkte sind alle Forscher sich einig, daß hinsichtlich der Anastomosenbildung und der arteriellen Blutversorgung an der unteren Extremität die Verhältnisse beim Menschen wesentlich anders liegen als bei unseren Haustieren; daher klingt auch aus allen Publikationen der stille Wunsch heraus, die Verhältnisse genauer nur in der menschlichen Pathologie zu verfolgen, d. h. in allen den Fällen, wo die Ligatur der Femoralis indiziert ist, diese Operation vorzunehmen, sich aber auch bewußt zu sein der Größe und Schwere des Eingriffes und der möglichen Komplikationen; nur auf diesem Wege werden wir an der Hand der statistischen Ergebnisse in Jahren wohl zu einem berechtigten Schluß kommen.

Experimente.

Hauptsächlich zum Studium der Blutdruckverhältnisse und eventueller Herzveränderungen habe ich die Art. femoralis bei 2 Kaninchen, 1 Katze und 1 Hunde unterbunden und zwar bei je 1 Kaninchen und Katze auf beiden Seiten. 2 Kaninchen und zwar eines mit einseitiger linker Ligatur und eines, wo beide Femorales unterbunden waren, bekamen am zweiten Tage eine Gangrän des

1) Niebergall, Deutsche Zeitschr. f. Chir., Bd. 37.

2) Boumann, Dissertation. Amsterdam 1895.

3) Jahresbericht der chirurgischen Abteilung zu Basel 1875.

Beines, das letztere Tier auch nur auf der linken Seite; sie wurden, als sich die Zirkulation nach zwei weiteren Tagen nicht wieder herstellte und die Extremität leblos und kalt blieb, getötet. Sonst gelangten keine Störungen zur Beobachtung; die Tiere überstanden den Eingriff gut und bewegten sich schon sehr bald nach dem Erwachen aus der Narkose wieder herum; dabei wurde das Hinterbein, dessen Hauptarterie ligiert war, zur Fortbewegung nicht benutzt; die größeren Tiere hoben alsdann die paretische Extremität in die Höhe, während den kleineren auch hierzu die Kraft ermangelte, so daß sie diese einfach wie leblos nachschleppten. Aber auch sie bewegten meist schon am folgenden Tage etwas das Bein; bei den größeren wurde es nach ein paar Tagen, wenn auch zaghaft, wieder zum Auftreten benutzt, wobei eine noch deutliche Schwäche unverkennbar zutage trat. Die rohe Kraft kehrte gewöhnlich bei Katzen und Hunden nach Ablauf der ersten Woche wieder, dann nahmen die Tiere auch ihren gewöhnlichen Gang allmählich wieder an und liefen herum; nach weiteren acht Tagen waren dann auch die letzten paretischen Erscheinungen gewichen und die Tiere hatten wieder die gleiche Behendigkeit und Beweglichkeit wie vor der Operation; so konnten ganz besonders die Katzen wieder flott klettern und die Hunde wieder springen.

Blutdruck.

Was nun die Blutdruckverhältnisse angeht, so fiel im Momente des Zusammenschnürens des Fadens der Druck in der Femoralis dicht unter dem Abgange der Profunda von 162 mm/Hg auf nur 17 mm; ein Anstieg in der gleichen Arterie des anderen Beines oder der Carotis fand aber in nicht merklichem Maße statt. Der Blutdruck blieb auch während der nächsten Zeit auf dieser Höhe, erst nach $\frac{1}{2}$ Stunde hatte er 80 mm erreicht; dann erfolgte eine langsame Zunahme, bis gewöhnlich nach 2—3 Tagen wieder der ursprüngliche Druck zu verzeichnen war; jedenfalls trat erst nach Ablauf von 48 Stunden wieder Pulsation im Gefäße auf und diese war anfangs auch bedeutend schwächer als vor der Operation und im Vergleich zu der der anderen Seite.

Größere Störungen in der Sensibilität fehlten; dagegen wies die Erregbarkeit des Ischiadicus auf der ligierten Seite eine beachtenswerte Herabsetzung auf; gerade hier fiel sie besonders ins Auge, wo der Vergleich mit der auf der gesunden Seite so leicht anzustellen war.

Das Resultat war folgendes:

		Faradischer Strom		Galvanischer Strom			
gesunde Seite	117 mm	Abstand		1,14	Milliampères	vor der	
kranke "	117 "	"		1,13	"	Ligatur	
gesunde Seite	117,5 mm	Rollen-	1,44	Milliam-	sofort	nach der	Unterbindung
		abstand;		pères			
kranke "	109 "	"	1,97	"	"	"	"
gesunde "	117,5 "	"	1,13	"	10 Min.	"	"
kranke "	110,5 "	"	1,86	"	10 "	"	"
gesunde "	117 "	"	1,13	"	1 Std.	"	"
kranke "	112 "	"	1,82	"	1 "	"	"
gesunde "	117,5 "	"	1,14	"	6 "	"	"
kranke "	114,5 "	"	1,70	"	6 "	"	"
gesunde "	117 "	"	1,14	"	24 "	"	"
kranke "	116 "	"	1,17	"	24 "	"	"

Aus allen diesen Aufzählungen geht daher das eine Ergebnis hervor, daß die Ursache der Lähmung in der Unterbrechung der Blutzufuhr zu den Muskeln zu suchen ist; die Erregbarkeit nähert sich wieder der Norm, wenn mit der Steigerung des Blutdruckes nach Überwindung des kapillären Widerstandes wieder eine normale Blutversorgung und Zirkulation in den Muskeln des Beines erfolgt. Nur auf diese Weise ist die geringe Verbreiterung der Herzdämpfung nach doppelseitiger Ligatur erklärlich, nur so erklärt sich auch die Akzentuation des zweiten Aortentones bei den Tieren, wo die Unterbindung nur auf der einen Seite ausgeführt wurde.

Entsprechend der Mehrleistung war auch bei den Sektionen der getöteten Tiere eine geringe Vergrößerung und besonders Verdickung der Muskulatur des linken Ventrikels zu erkennen, die natürlich bei doppelter Unterbindung der Femoralis mehr in die Augen fiel als bei nur einseitiger. Diese Hypertrophie war aber allein auf den linken Ventrikel beschränkt, der rechte wies im Vergleich zu dem gleichartiger Tiere keine Verdickung des Myokard auf; und auch am linken war sie entfernt nicht so stark vorhanden wie etwa bei der Unterbindung der Iliaca communis.

Es scheint demgemäß für unsere Haustiere wohl der Satz zu Recht zu bestehen, daß durch vermehrte Arbeit des Herzens nach Ligatur der Femoralgefäße innerhalb des kleinen Beckens sich sofort ein ausreichender Kollateralkreislauf ausbildet, hauptsächlich durch das zwar feine, aber ungemein reichhaltige und viel verzweigte Anastomosennetz, welches sich zwischen den Endästen der Art. obturatoria und der Art. circumflexa femoris aus der Profunda und denen der Art. ileo-lumbalis und der circumflexa ileum profunda

ausbreitet; es ist also auch hier die eigentliche Strombahn für den Ausgleich in den feinsten Kapillaren zu suchen; damit stimmt das Verhalten des Blutdruckes nach der Unterbindung sehr wohl überein. Dann müßte ihr Widerstand sofort durch eine gesteigerte Herzaktion bei Tieren überwunden werden; in dieser Hinsicht sind die beiden oben beschriebenen Fälle von Gangrän der Extremität beachtenswert, denn dabei fand sich bei der Sektion eine ganz geringe Dilatation des linken Ventrikels; die Herzmaße waren einige Millimeter größer als bei den Kontrolltieren. Jedenfalls war in diesen beiden Fällen von einer Hypertrophie der Muskulatur nichts zu finden. Es ist aber auch denkbar, daß der Widerstand der Kapillaren auf den verschiedenen Seiten, vielleicht durch nervöse Einflüsse, ein verschieden großer ist, denn in dem einen Falle hatte die Herzkraft ausgereicht, das Blut in die kapillären Bahnen der einen Seite zu treiben, auf der andern es aber nicht vermocht.

Wie die Verhältnisse beim Menschen liegen, bleibt einstweilen, wie schon vorher bemerkt, der Zukunft übrig zu entscheiden. Aber sehr wünschenswert wäre es in jedem derartigen Falle, vor und nach der Operation die Herzarbeit genau zu kontrollieren und zu messen; es liegt immerhin im Bereiche der Möglichkeit, daß gerade unter den Fällen, wo später Beingangrän eintrat, sich solche mit relativer Herzinsuffizienz befanden, wo das Herz überhaupt nicht oder erst zu spät den Weg durch die kapillären Anastomosenbahnen eröffnete. Wenn fürderhin nach jeder Femoralis-Unterbindung, was bislang leider versäumt wurde, die Höhe des Blutdruckes in verschiedenen Intervallen geprüft und die Wiederkehr der Pulsation genau aufgezeichnet wird, dann läßt sich an der Hand der statistischen Ergebnisse wohl bald der exakte Nachweis erbringen, ob wir berechtigt sind, unsere experimentellen Erfahrungen direkt in die menschliche Pathologie zu übertragen, oder ob wir hier mit wesentlich anderen Faktoren zu rechnen haben; diese können schon allein im Ursprunge und Verlauf sowie in der Ausbreitung der abgehenden Arterien und in der Entwicklung ihres Kollateralnetzes gegeben sein. Zum mindesten befremdend ist die völlige Übereinstimmung der Ansichten der Chirurgen von der Gefährlichkeit dieser Operation und die widersprechenden Ergebnisse, welche man erhält, wenn man den Weg des Experiments beschreitet.

Für die Praxis folgt daraus, daß die Ligatur der Femoralis beim Menschen ein gewagtes Unternehmen darstellt, wenn das Herz nicht absolut kräftig und gesund ist, und uns jede Garantie leistet, daß es sehr schnell die kapillären Ausgleichswege eröffnen wird;

dieses ist aber bei dem Aneurysma der Arterie, und diese Erkrankung kommt praktisch am häufigsten in Frage, nicht zu erhoffen; vielleicht tun wir gut, uns in diesen Fällen Kümmells¹⁾ Ausspruchs zu erinnern: „Es scheint, daß die Unterbindung aller dem Zentralorgan näher gelegenen Arterien die Lebensfähigkeit der unteren Extremität weit weniger gefährdet, und die Herstellung der Kollateralen reicher und leichter ermöglicht, als der Abschluß peripherer Gefäße.“ Es wäre also dann die Iliaca communis zu ligieren, ein Eingriff, bei welchem auch im Experimente keine Gangrän des Beines erfolgt.

Nachdem die einschlägigen Verhältnisse bei der Ligatur der arteriellen Gefäße des Unterleibes besprochen worden sind, wenden wir uns nunmehr den Veränderungen nach Unterbindung der großen abdominalen Venen zu; ich beginne mit der größten.

F. Unterbindung der Cava inferior.

Tierversuch.

Schon Scoutetten²⁾, den wir unter den Experimentatoren der Aortenligatur kennen gelernt haben, hat auch einmal die untere Hohlvene, freilich unbeabsichtigt, unterbunden: das Tier starb in kurzer Zeit unter den bekannten Erscheinungen der Herzinsuffizienz; die Symptome der Ligatur des arteriellen Gefäßes standen dabei so im Vordergrund, daß irgendwelche Erscheinungen, die auf die Unwegsamkeit der Cava inf. hingewiesen hätten, nicht zur Beobachtung gelangten. Die erste größere Experimentalarbeit über diesen Gegenstand verdanken wir Purpura³⁾; er hat die Operation an einer größeren Reihe von Tieren in verschiedener Höhe vorgenommen: alle starben in wenigen Tagen unter Ödem der Extremitäten und Cyanose; als konstanten Sektionsbefund beschreibt er hämorrhagische Lungeninfarkte; durch Injektion des Venensystems stellte er die kollateralen Bahnen fest, welche durch die Venae renales, spermaticae und meseraicae inferiores einerseits und den dem Rückenmarke angehörigen Venae extra-arachnoidales ant. gebildet werden. Im wesentlichen hat dann Houzel⁴⁾ später diese Ergebnisse bestätigt; leider aber äußern sich beide Untersucher über die eigentliche Todesursache gar nicht; man sollte meinen, die klinischen Symptome: Cyanose, Ödeme und die Autopsiebefunde: hämorrhagische Infarkte in den Lungen hätten als Wegweiser zum weiteren Forschen dienlich sein können.

1) Kümmell, Verhandl. der Deutschen Gesellsch. f. Chir. 1893.

2) Scoutetten, Archives générales de médec. Tome XIII, Série I, 1827.

3) Purpura, Ath. della Reg. Academic. della science medicale di Palermo 1899.

4) Houzel, Revue de chirurgie. année XXIII.

Kasuistik.

Beim Menschen ist die Unterbindung der unteren Hohlvene bislang 6 mal ausgeführt worden; Albarran¹⁾ stellte aus der Weltliteratur 3 Fälle zusammen, wo das Gefäß bei einer Nierenoperation verletzt wurde; da die Naht nicht ausführbar war, wurde zur Ligatur geschritten; 2 von diesen Kranken kamen glatt durch, der letzte starb; dann berichtet Houzel²⁾ über 2 weitere Fälle, welche gleichfalls schnell genesen; hierbei handelte es sich um Tumoren, welche der Gefäßwand fest ansaßen, das Lumen aber noch nicht verlegt hatten; der letzte Fall ist von Goldmann³⁾ veröffentlicht; das Gefäß wurde gelegentlich einer Nephrektomie angerissen und zur schnelleren Blutstillung unterbunden; obschon keine Zirkulationsstörungen erfolgten, trat doch in ein paar Stunden der Tod ein; wir haben also bei Unterbindung der unteren Hohlvene bei Nierenoperationen unter 4 Fällen 2 mal Exitus (50 Proz.), in den genannten 6 Fällen von Ligatur überhaupt 2 mal Exitus = 33,3 Proz. Trotz dieser nicht besonders glänzenden Erfolge hält Cholzow⁴⁾ die Operation für vollkommen berechtigt, und Heresco⁵⁾ zieht sie der Venennaht sogar vor, weil letztere zu Embolien disponiere. Goldmann³⁾ hat sich dann dahin geäußert, daß die Unterbindung der unteren Hohlvene nur unterhalb der Einmündungsstelle der Renalis Aussicht auf Erfolg verheiße, weil alle die Venen, deren Aufgabe es sei auch zur Ernährung der Organe mitzuwirken, einen Ausgleich für die Zirkulation viel schwerer darböten, da die Abdominalorgane auf jede derartige Störung hin höchst empfindlich reagierten. Gerade mit Rücksicht auf die Cava inferior hat Finkelstein⁶⁾ den Satz aufgestellt, daß es im Abdomen keine Vene gäbe, deren gelegentliche Unterbindung an sich schon kontraindiziert sei.

Experimente.

Experimentell habe ich die Cava inferior von der Vereinigungsstelle der beiden Venae iliacae communes bis zur Einmündung der Nierenvenen an 4 Kaninchen, 5 Katzen und 2 Hunden unterbunden. Die Erscheinungen waren bei allen Tieren die gleichen, nur der

1) Albarran, Bulletin et mémoire de la société de chirurgie, No. 41. 1902.

2) Houzel, Revue de chirurgie. 1902, 3/4.

3) Goldmann, v. Bruns' Beitr. z. klin. Chir., Bd. 47.

4) Cholzow, Chirurgitscheski Westnik. 1892.

5) Heresco, Progrès medical, Bd. 48.

6) Finkelstein, Wratsch. 1901, Nr. 52.

Erfolg insofern verschieden, als mir die Katzen alle eingingen in ein paar Tagen, während die anderen Tiere den Eingriff überstanden.

Sofort nach dem Erwachen aus der Narkose konnten die Tiere sich gut auf den Hinterbeinen bewegen; es bestand höchstens eine ganz geringe Parese, aber keine motorische Lähmung, ebenso fehlten gröbere Störungen in der Sensibilität vollständig; Ödeme gelangten nie zur Beobachtung; die Temperatur in der Hüfte und in der Achselhöhle ließ keinen Unterschied feststellen. Auch in ihrem sonstigen Verhalten unterschieden sie sich durchaus nicht von den anderen Tieren; sie spielten wie diese und verzehrten ihr Futter. Schon am andern Tage war die ursprüngliche Kraft in den Hinterbeinen zurückgekehrt, die Kaninchen konnten wieder springen, die Katzen begannen wieder das Klettern; wenn auch an diesem Tage einzelne Exemplare noch etwas ruhig sich verhielten und still in der Ecke des Käfigs lagen, so war doch bei Kaninchen und Hunden am folgenden oder spätestens am 4. Tage nach der Ligatur absolut keine Veränderungen in ihrem Wesen mehr zu erkennen; sie boten, solange sie lebten, das Bild absolut gesunder Tiere dar.

Klinisch ließ sich bei ihnen nur eine ganz geringe, eben ange deutete Verbreiterung der Herzdämpfung nach links und ein, hinsichtlich des Verhaltens vor der Operation, etwas klappender und verstärkter 2. Ton an der Aortenklappe nachweisen. Andere Erscheinungen von seiten der Körperorgane fehlten, so ganz besonders Cyanose und Dyspnoe.

Nur die Katzen boten insofern eine Ausnahme dar, als sie am dritten Tage sich wieder still in eine Ecke zurückzogen und das Fressen stehen ließen; beim Anstoßen sprangen sie noch munter umher, aber sie legten sich doch sofort wieder hin und waren entschieden träger und weniger gut aufgelegt als die anderen Tiere. Von motorischen Lähmungen der Hinterbeine oder Ödeme war aber auch dann noch keine Spur zu erkennen; ohne besonders prägnante Erscheinungen auch hinsichtlich der Kreislauforgane gingen sie im Zeitraum von 75–86 Stunden nach der Unterbindung ein.

Die Sektion stellte in allen Fällen folgende Veränderungen fest:

Schädel ohne Besonderheiten; Zentralnervensystem einschließlich des Rückenmarkes etwas weich; vereinzelte Ekchymosen unter der Dura; Gefäße nur wenig mit Blut gefüllt.

Brust: Beide Lungen sind in den oberen Partien lufthaltig, in den unteren abnorm saftreich; auf Druck fließt reichlich schaumige Flüssigkeit aus. Einige Male fanden sich in den oberen Lappen keilförmige hämorrhagische Infarkte und rotbraune indurierte Partien; auf der Pleura pulmonalis

und costalis waren stecknadelkopfgroße Ekchymosen in Gruppen angeordnet. Das Herz war etwas vergrößert; der linke Ventrikel stand in Diastole still und enthielt Cruor; der Klappenapparat und sein Endokard waren intakt, das Myokard weich und anämisch, aber ohne Herderkrankungen. Der rechte Ventrikel war weniger mit Blut gefüllt, seine Wandung gleichfalls schlaff; Klappen intakt, ebenso die Herzohre; Coronargefäße durchgängig, ihre Intima ohne Besonderheiten. Die Muskulatur des rechten Ventrikels betrug bis zu 7 mm, die des linken 8,5. Histologisch fand sich einige Male geringe braune Atrophie des Myokards oder ganz feine Fetteinlagerung in den Fibrillen.

Im Herzbeutel war ebenso wie in der Pleura in einem Falle einige ccm einer nicht fadenziehenden, serösen Flüssigkeit.

Bauch: Peritoneum glatt und spiegelnd; am Rektum sind einzelne Ekchymosen unter der Serosa. Im Abdomen einige ccm einer serösen, nicht fadenziehenden Flüssigkeit. Darm und Magen intakt.

Leber etwas vergrößert, stark hyperämisch mit deutlich acinöser Zeichnung; das Zentrum der Acini etwas prominent von bräunlich roter Farbe. Peritonealüberzug unversehrt ohne Ekchymosen.

Milz vergrößert; auf dem Durchschnitt quillt das Gewebe hervor; Organ stark hyperämisch; Pulpa weich, Follikel deutlich erkennbar; Kapsel ohne Besonderheiten.

Nieren beide etwas vergrößert; Kapsel leicht abziehbar; das Organ ist sehr blutreich, besonders die etwas verbreiterte Rindensubstanz. Nierenbecken ohne Befund.

Die Vena azygos und hemiazygos waren stark dilatiert und strotzend mit Blut gefüllt.

Die Cava inf. war dicht unter der Einmündungsstelle der Vena renalis sin. mit Katgut ligiert; eine zweite Ligatur saß einige cm tiefer; in dem abgeschnürten Teile war flüssiges Blut enthalten. Die Sondierung des Gefäßes gelingt nur bis zu den beiden Knoten; auch gelingt es nicht, darüber hinaus Wasser hindurchzutreiben.

Beim Einschneiden in die hinteren Extremitäten läßt sich kein Ödem finden.

Die überlebenden Kaninchen und Hunde wurden dann einige Monate nach der Operation durch Chloroform getötet, und nach dem Vorgange von Goldmann¹⁾ das Venensystem durch Injektion von der Femoralis aus mit der Injektionsmasse angefüllt, nachdem bei Lebzeiten verschiedentlich der Blutdruck geprüft worden war. Über die Ergebnisse der Sektion kann ich mich ganz kurz fassen.

Das Zentralnervensystem bot selbst mikroskopisch gar keine Veränderungen; ebenso fehlten diese an den Lungen und im Pleuraraum. Als konstanter Befund ließ sich dagegen am Herzen eine zwar deutlich nachweisbare, aber nicht besonders hochgradige Hypertrophie des linken Ventrikels auffinden, während diese am rechten Ventrikel noch mehr in den Hintergrund getreten war. Beide Ventrikel waren fest kontrahiert und

1) Goldmann, Beitr. z. klin. Chir., Bd. 47.

enthielten nur ein paar Tropfen flüssigen Blutes, dagegen waren die Atrien etwas mit Blut angefüllt. Das Endokard war überall spiegelnd und glänzend, an den Klappen nichts Abnormes aufzufühlen. Auf Durchschnitten war das Myokard völlig intakt ohne Herdkrankungen; seine Dicke betrug bei Hunden am linken Ventrikel 12 mm, am rechten 9,5—10 mm.

Im Bauche fanden sich ebenfalls keine Veränderungen; Transsudat fehlte in allen Fällen; ebensowenig ließ sich eine Stauung in den großen Drüsen des Unterleibes feststellen.

Die Cava inferior war auf der Strecke von dem Zusammenflusse der beiden Venae iliacae communes bis zur Einmündung der Nierenvene in verschiedener Höhe doppelt ligiert und in dem Mittelstücke vollständig obliteriert.

Auffällig war die starke Füllung der Azygos und Hemiazygos sowie die der Pfortader.

Sowohl das Durchleuchtungsbild als ganz besonders die anatomische Präparation stellten folgende Bahnen fest, auf welchen der Kollateralkreislauf erfolgt war.

Analog dem Verhalten nach der Aortenligatur war um den Nabel ein ausgeprägtes Venengeflecht zu erkennen, sowie das bekannte Caput Medusae am Abdomen. Dieser Plexus wurde gebildet durch die letzten Verästelungen der Venae mammae internae und der Epigastricae infer. profundae; er war in allen Fällen sehr ausgeprägt und stellte daher wohl mit die Hauptkollateralbahn dar. Die beiden dieses Nabelgeflecht bildenden Venen hatten nun eine jede für sich noch andere Abflußwege. Die Venae mammae internae jederseits anastomosierten mit den Intercoastalvenen in einem gleichfalls sehr ausgesprochenen Geflechte und diese mündeten direkt in die Azygos und Hemiazygos ein. Kurz ehe die epigastrischen Venen das eben beschriebene Venengeflecht am Nabel bilden, geben sie einige ziemlich kräftig entwickelte Äste ab, welche entlang dem Lig. teres zur Leber ziehen und sich mit Umgehung der Leber in die Vena portarum einsenken. Neben dieser Hauptbahn sind noch zwei andere Strombahnen von untergeordneter Bedeutung vorhanden; die eine wird gebildet in der Gegend der Neosacralgelenke durch einen Venenplexus zwischen den unteren lumbalen Venen, die in die Azygos bzw. Hemiazygos münden, und den Venen der Beckenwand nebst den mit ihnen anastomosierenden der Beckeneingeweide, die anderen durch Verzweigungen der Hypo- und Epigastrica mit der Spermatika interna.

Blutdruck.

Es entsteht nun die höchst interessante Frage, ob diese ausgleichenden Strombahnen schon vorher da waren, oder ob nach Absperrung der Passage in der unteren Hohlvene durch Steigerung des Blutdruckes in den peripheren Abschnitten diese neuen Wege erst eröffnet werden. Damit hängt der Entscheid der Frage zusammen, ob der letzte Ausgleich sich durch Kapillaren vollzieht, oder ob größere Blutgefäße dabei beteiligt sind. Bislang liegen über diesen Punkt nur Injektionsversuche an Leichen vor; Cholzow¹⁾ zeigte, daß

1) Cholzow, Chirurgitscheski Westnik. 1892.

bei einem Druck von im Mittel 150 mm Hg die kollateralen Venen in über 90 Prozent aller darauf hin untersuchten Fälle in hinreichende Funktion treten; dies trifft ganz besonders zu bei Frauen, welche geboren haben, wo die Venen viel weiter und nachgiebiger sind.

Ganz abgesehen davon, daß am Kadaver doch wesentlich andere Verhältnisse vorliegen als beim lebenden Individuum bedurfte es zur Eröffnung der Kollateralvenen eines Druckes, welcher nahe an den herankommt, wie man ihn bei gesunden Menschen nur in der Aorta vorfindet; mit anderen Worten, es müßte nach absoluter Undurchgängigkeit der Cava inf. eine ungeheure Mehrarbeit des Herzens erforderlich sein, eine noch viel größere als bei dem völligen Verschlusse der Aorta; dem aber widerspricht die klinische Erfahrung, welche lehrt, daß die Aortenausschaltung beim Menschen in 12 Fällen 11 mal direkt zum Tode führte, die Unterbindung der Cava dagegen in den bekannten 6 Fällen nur 2 mal.

Den sichern Beweis nach der einen oder andern Richtung konnte nur die Prüfung des Blutdruckes in einer peripheren Vene vor und nach der Unterbindung erbringen. Es wurde daher der Druck in der Vena femoralis unterhalb des Lig. inguinale bei einem mittelgroßen Hunde gemessen. Folgendes waren die Werte.

Blutdruck in der Vena femoralis vor der Unterbindung der Cava 12,6 mm Hg,

"	"	"	Art.	"	"	"	"	"	153,9	"
"	"	"	Vena	"	direkt nach der	"	"	"	87,3	"
"	"	"	Art.	"	"	"	"	"	159,2	"
"	"	"	Vena	"	$\frac{1}{2}$ Std.	"	"	"	70,1	"
"	"	"	Art.	"	$\frac{1}{2}$	"	"	"	158,3	"
"	"	"	Vena	"	1	"	"	"	63,0	"
"	"	"	Art.	"	1	"	"	"	157,9	"
"	"	"	Vena	"	3	"	"	"	54,1	"
"	"	"	Art.	"	3	"	"	"	157,1	"
"	"	"	Vena	"	10	"	"	"	27,6	"
"	"	"	Art.	"	10	"	"	"	155,2	"
"	"	"	Vena	"	24	"	"	"	12,9	"
"	"	"	Art.	"	24	"	"	"	153,5	"

Daraus folgt also, daß sofort nach der Ligatur der unteren Hohlvene eine Drucksteigerung in den peripheriewärts gelegenen Venen eintritt, die durch eine gesteigerte Herzaktion und vermehrten Blutdruck im arteriellen Systeme auszugleichen gesucht wird. Dieser Ausgleich geht aber immerhin recht langsam von statten, finden wir doch erst am andern Tage in den Gefäßen einen Druck, wie er ungefähr vor der Unterbindung bestand. Die lange Zeitdauer bis zur Wiederkehr normaler Druckverhältnisse, im Ver-

ein mit der erhöhten Spannung im arteriellen Systeme und zuletzt die Blutdruckdifferenz vor und nach der Operation beweisen mit zwingender Notwendigkeit, daß als letzte Ausgleichsbahnen auch hier das zahlreiche, zwischen den eben genannten größeren Venen eingeflochtene Kapillarnetz anzusprechen ist, zu deren Eröffnung es bei der Enge der Strombahnen einer vermehrten Herzaktion bedarf, und wodurch sich auch, bis der Druckausgleich erfolgt ist, die Drucksteigerung in den peripheren Venen erklärt. Daß trotz alledem kein Ödem auftritt, liegt einmal an der Steigerung der Herzaktion, welche hinreicht, auch diese Druckerhöhung zu überwinden und das Blut durch die kapillären Anastomosen rasch und in hinreichender Menge hindurchzutreiben, und wohl fernerhin in dem Umstande, daß auch infolge der Mehrleistung des Herzens in den peripheren Teilen des Organismus, so in der Haut und den großen Eingeweiden neue, wenn auch nur kapilläre Bahnen eröffnet werden, so daß auf diese Weise auch der venöse Kreislauf unterhalb der Ligatur entlastet wird.

Es stimmen jedenfalls Experiment und klinische Erfahrung darin überein, daß nach Aufhebung der Blutzirkulation in der unteren Hohlvene sich zuerst eine rückläufige Drucksteigerung entwickelt, welche durch eine gesteigerte Herzarbeit zu überwinden ist; das gesunde Herz leistet diese Mehranforderung an seine Kraft durch Hypertrophie der Muskulatur, das geschwächte erliegt; in diesem Falle bilden sich alle Folgezustände der Herzinsuffizienz aus: Dilatation des Organes selbst, Stauung im großen und kleinen Kreisläufe: Ascites in wechselnder Menge, venöse Stauung in den großen Drüsen des Unterleibes, Ödem in den unteren Lungenpartien und Infarkte in der Lunge. Da aber der Druck in der Cava normalerweise nahe am Nullpunkte liegt, während er in der Aorta beim Menschen ca. 160 mm Hg beträgt, so ergibt sich ohne weiteres, daß die Mehrleistung des Herzens in beiden Fällen eine ganz verschiedene sein muß, im ersteren Falle relativ wenig, im letzteren enorm in Anspruch genommen wird. Daher erklärt sich auch der so verschiedenartige Erfolg bei den Operationen.

Genau ebenso liegen die Verhältnisse bei Tieren; ein Druck von höchstens einigen mm steht gegenüber einem solchen von 200—250 mm Hg beim Hunde und 150—170 mm Hg beim Kaninchen. Daher wird im allgemeinen auch die Ligatur der Cava viel besser ertragen; weshalb mir gerade alle Katzen an Dilatation des Herzens starben, vermag ich nicht zu sagen; es mag Zufall sein, daß gerade diese Exemplare weniger resistent waren. Bei den überlebenden

Tieren ließen sich dann auch sowohl bei Lebzeiten durch eine vermehrte und verstärkte Herzaktion Veränderungen dieses Organes vermuten, als später durch die Sektion auch direkt nachweisen; sie bestanden in einer Verdickung der Muskulatur und Volumzunahme beider Ventrikel. Gerade hier fiel so recht der gewaltige Unterschied in der verschiedenen Arbeitsleistung des Herzens in die Augen: bei der Aortenligatur die enorme, konzentrische Hypertrophie, das typische Balkenherz, bei der Unterbindung der Cava die zwar deutlich vorhandene, aber doch nur als gering zu bezeichnende Hypertrophie des Myokard.

Auf einen Punkt will ich noch wegen der praktischen Wichtigkeit mit ein paar Worten eingehen.

Unter den kollateralen Bahnen ist auch diejenige der Vena epigastrica inf. mit der Pfortader erwähnt; letztere steht nun durch einige kleinere Gefäße wieder in Verbindung mit der Cava inf. und zwar oberhalb des Abganges der Renales. Dieser Weg aus der Vena portae in die Cava wird von mehreren Autoren als die hauptsächlichste Strecke bezeichnet, auf welcher nach abdominalen Eingriffen Embolien in den Lungen zustande kommen sollen; nach Unterbindung der Gefäße würden Thromben von der Gefäßwand losgerissen und auf dem eben beschriebenen Wege in die Lungen verschleppt; man stützt sich hierbei auf den path.-anatomischen Befund, der Infarkte in den Lungen und lobuläre Pneumonie aufweist. Zwar sind mir bei der Unterbindung der Cava auch gelegentlich Lungeninfarkte zu Gesicht gekommen, aber ich wage nicht, sie von der Unterbindung der Cava herzuleiten und zu glauben, daß sie den eben beschriebenen Weg zurückgelegt haben; nach Ausschaltung der unteren Hohlvene treten immerhin solche Zirkulationsveränderungen auf, daß der Lungeninfarkt auch ebensogut von irgendeiner anderen Stelle als blander Embolus verschleppt worden sein kann; es wäre immerhin interessant, die bislang publizierten Fälle von Ligatur der Cava daraufhin zu untersuchen und in Zukunft bei dieser Operation auf den eben berührten Punkt ganz besonders zu achten.

G. Unterbindung der Vena iliaca communis.

Ob dieses Gefäß beim Menschen jemals isoliert unterbunden ist, muß als höchst fraglich bezeichnet werden; in der Literatur sind solche Fälle nicht erwähnt; da ebenfalls keine experimentellen Untersuchungen und Erfahrungen vorliegen, muß ich mich mit meinen eigenen Untersuchungen begnügen.

Experimentell habe ich die Vena iliaca communis doppelseitig unterbunden bei 2 Kaninchen und 3 Katzen, einseitig bei 3 Kaninchen und 1 Katze.

Geradeso wie die doppelseitige Ligatur der Art. iliaca communis die gleichen klinischen Symptome wie die Aortenligatur hervorruft, und auch die path.-anatomischen Veränderungen am Zirkulationsapparate in beiden Fällen die gleichen sind, ist auch das Verhältnis der Unterbindung der Cava inf. und derjenigen der Vena iliaca auf beiden Seiten. Da eine völlige Kongruenz der intra vitam beobachteten Symptome zu konstatieren war, da die Blutdruckverhältnisse sich auf das Haar glichen und zuletzt bei der Tötung die Herzhypertrophie genau so wie in den vorigen Versuchen gefunden wurde, erübrigt sich eine Wiederholung der beschriebenen Verhältnisse; weil ja in den Stamm der Vena iliaca communis keine Venen einmünden, so sind die Anastomosen ebenfalls die gleichen wie bei der Ligatur der Cava.

Wird schon die plötzliche Ausschaltung der unteren Hohlvene in den meisten Fällen reaktionslos ertragen, so erst recht die Unterbindung der Iliaca; ich hatte keinen Verlust an Tieren zu beklagen. Die vitalen Symptome waren äußerst gering; vasomotorische und trophische Störungen in der hinteren Extremität fehlten vollständig, ebenso war die Sensibilität intakt; die Motilität war anfangs etwas abgeschwächt, kehrte aber am folgenden oder spätestens am zweiten Tage nach der Unterbindung wieder; Temperaturdifferenzen und Störungen von Blase und Darm fehlten vollständig; ebenso war das Genitalsystem, wenigstens bei den männlichen Tieren, in Ordnung. Direkt nachweisbare Veränderungen am Herzen wage ich nicht mit Sicherheit zu behaupten, wenn es auch einige Male den Anschein hatte, als ob eine Steigerung der Herzarbeit sich durch eine schärfere Akzentuation des 2. Tones an der Aorta verrate. Im übrigen waren alle Tiere in ein paar Tagen wieder völlig frisch und munter. Nach verschieden langer Zeit nach der Unterbindung wurden sie getötet und ihr Gefäßsystem von der Vena femoralis aus injiziert. Die Sektion lieferte in allen Fällen einen negativen Befund; nur einige Male schien es, als ob eine geringe Hypertrophie des linken Ventrikels bestehe, diese war aber so geringgradig, daß sie noch in den Bereich des Normalen fallen kann.

Was nun die Kollateralen angeht, so waren es in der Hauptsache die Äste der gleichen Vene auf der anderen Seite; besonders ausgeprägt waren die letzten Verzweigungen der Hypogastrica an den Genitalien, am Darm, an der Blase und der Beckenschaufel;

ferner war deutlich eine Anastomose zwischen der Femoralis und und Obturatoria vorhanden, die ihrerseits wieder mit der Vesicalis der eigenen und der andern Seite in Verbindung stand. Daneben kamen noch einige der vorhin schon erwähnten Kollateralbahnen der unteren Hohlvene; so ist besonders erwähnenswert noch die Anastomose der Spermatica interna mit den Endästen der Epi- und Hypogastrica und das reiche Venennetz, welches die unteren lumbalen Venen mit der Azygos beziehungsweise Hemiazygos eingehen.

Die Blutdruckverhältnisse nach Unterbindung der Vena iliaca auf nur einer Seite wurden 1 mal bei der Katze geprüft. Es ergab sich folgendes:

Blutdruck in der linken Art. fem. 125 mm Hg; in der l. Vena fem. 10,7 mm Hg									
									vor der Unterbindung,
"	"	"	"	"	"	127,8	"	"	Vena fem. 18,6 mm Hg
									bei der Unterbindung,
"	"	"	"	"	"	127,1	"	"	Vena fem. 14,3 mm Hg
									10 Min. nach der Unterbindg.,
"	"	"	"	"	"	126,9	"	"	in der l. Vena fem. 14,1 mm Hg
									30 Min. nach der Unterbindg.,
"	"	"	"	"	"	126,7	"	"	in der l. Vena fem. 13,2 mm Hg
									1 Std. nach der Unterbindg.,
"	"	"	"	"	"	126,4	"	"	in der l. Vena fem. 17,7 mm Hg
									2 Std. nach der Unterbindg.,
"	"	"	"	"	"	125,3	"	"	in der l. Vena fem. 9,8 mm Hg
									24 Std. nach der Unterbindg.

Blutdruck in den Gefäßen der anderen Seite, auf welcher die Vena iliaca nicht unterbunden wurde:

r. Art. fem. 126,3 mm Hg; Vena fem. 10,9 mm Hg vor der Lig. auf der linken Seite									
"	"	"	126,5	"	"	11,7	"	"	nach " " " " " "
"	"	"	126,3	"	"	11,0	"	"	10 Min. nach d. Lig. auf d. l. Seite
"	"	"	126,2	"	"	10,7	"	"	30 " " " " " "
"	"	"	126,0	"	"	10,1	"	"	60 " " " " " "
"	"	"	126,2	"	"	10,4	"	"	2 Std. " " " " " "
"	"	"	126,4	"	"	10,8	"	"	24 " " " " " "

Auch aus diesen Tabellen folgt, daß nach plötzlicher Ausschaltung der Vena iliaca communis der Druck in den peripheren Venen schnell ansteigt. Diese Steigerung durch eine vermehrte Herzarbeit aber in kurzer Zeit wieder ausgeglichen wird; ja es tritt insofern eine Überkompensation ein, als der Druck in der Vena femoralis nach 24 Stunden unter die Norm herabgeht, die kollateralen Venenbahnen also vollständig in Funktion getreten sein müssen. Diese Herzarbeit ist aber bei weitem nicht so groß wie

nach Absperrung des arteriellen Gefäßes; schon allein der Umstand, daß alle Tiere selbst nach doppelseitiger Unterbindung der Vene am Leben blieben, beweist das; praktisch dürfen wir daher vor der Unterbindung der Vena iliaca communis nicht zurückschrecken, da die Kollateralen sehr schnell und in hinreichender Weise in Funktion treten und die Mehrleistung des Herzens nur sehr gering zu sein scheint.

H. Unterbindung der Vena hypogastrica.

Unsere Erfahrungen über die Ligatur der Vena iliaca interna sind höchst dürftige; alle vorhin genannten Autoren, welche die Unterbindung der entsprechenden Arterie bei Aneurysmen oder inoperablen Tumoren das Wort reden, erwähnen die Folgen nach Ausschaltung der Vene nicht; sollte das vielleicht darin seinen Grund haben, daß schlimme Folgezustände überhaupt nicht auftreten? Da ist aber von französischer Seite, die bei inoperablem Uteruscarcinom die doppelseitige Ligatur der Art. hypogastrica empfohlen, um die schweren Metrarrhagien zu bekämpfen, mit Nachdruck davor gewarnt worden, auch die Vene mit zu ligieren, wegen der schweren Zirkulationsstörungen in den Organen des kleinen Beckens und der Gefahr embolischer Prozesse in andern Körperorganen nach Ligatur der hypogastrischen Venen. Diese Gefahren bestehen beim Menschen nun in der Tat nicht, denn trotzdem gerade wegen der Blutungen beim inoperablen Uteruscarcinom schon so oft die Ligatur der Art. hypogastrica auf beiden Seiten ausgeführt wurde, und es gar keinem Zweifel unterliegen kann, daß bei dieser Gelegenheit mehrere Male von verschiedenen Operateuren auch die Vene mitgefaßt wurde, so sind dennoch irgendwelche schädlichen Folgen sowohl vorübergehender, wie dauernder Art nicht bekannt geworden. Ebenso gering ist das Interesse der Chirurgen an diesem Gefäße, denn sonst müßten sich doch Aufzeichnungen über die Ergebnisse der Tierexperimente irgendwo finden; das ist aber nicht der Fall; auch daraus darf man wohl mit Recht wieder schließen, daß von irgendeiner besonderen Schädlichkeit nach Ligatur der Vena hypogastrica nichts bekannt ist.

An Tieren habe ich diese Vene doppelseitig unterbunden bei 3 Kaninchen und je 2 Katzen und 2 Hündinnen; einseitig wurde die Operation bei 4 Kaninchen und 2 Katzen ausgeführt.

Bis auf eine Katze, wo die doppelseitige Ligatur gemacht war, kamen alle Tiere glatt durch, ohne irgendwelche prägnante Sym-

ptome darzubieten; alle, welchen das Gefäß auf nur einer Seite zugeschnürt war, konnten schon am Abend des gleichen Tages nicht von absolut unversehrten Kontrolltieren unterschieden werden; in ihrer Freßlust und ihrem sonstigen Benehmen boten sie ein völlig übereinstimmendes Bild dar.

Etwas mehr waren die Tiere angegriffen, bei welchen beide hypogastrischen Venen unterbunden waren; am ehesten erholten sich die beiden Hündinnen und die eine Katze, während die Kaninchen, bei denen schon wegen der Kleinheit der Gefäße die Operation äußerst schwierig war, erst am 3. Tage wieder völlig frisch waren. An allen diesen Tieren, das sei nochmals besonders hervor gehoben, war nur der Allgemeinzustand ein ruhigerer und die Freßlust vermindert; klinisch trat die Erkrankung irgend eines Organes oder Störungen eines ganzen Organsystems nicht in den Vordergrund. Beim Anfassen wehrten sie sich wie die anderen, nur, wenn man sie in Ruhe ließ, blieben sie still in einer Ecke liegen.

Die einzige Ausnahme hiervon bot eine ca. 5 kg schwere gestreifte Katze, deren Verlauf deshalb genauer geschildert werden soll.

2. VII. 1906. 12 Uhr a. m. In Billrothscher Narkose nach vorheriger Morphiuminjektion mediane Laparotomie in steilster Beckenhochlagerung; Zurückhalten der Därme durch Kompressen; Hervorwalzen der gefüllten Blase und Einpackung derselben in Kompressen. Nach Eröffnung des hinteren Blattes des Peritoneums werden die Gefäße stumpf isoliert und die Vena hypogastrica zuerst auf der linken, dann auf der rechten Seite doppelt mit Katgut ligiert. Schluß des Schlitzes im hinteren Blatte des Peritoneums durch fortlaufende Katgutnaht; Zurückbringen der Blase und Därme; die Organe sind alle vollständig unverändert; Schluß des vorderen Blattes des Peritoneums ebenfalls durch fortlaufende Katgutnaht; horizontale Lagerung des Tieres; Aneinanderbringung der übrigen Schichten der Bauchwand durch Etagnennaht.

Dauer der Operation 35 Minuten, der Narkose 40 Minuten.

1 Uhr p. m. Tier ist ganz munter und geht herum; der Gang ist noch etwas unbeholfen (Narkosewirkung); die Strecke, die das Tier geht, ist deutlich durch Flüssigkeitstropfen gekennzeichnet, welche aus der Urethra abgehen.

1 Uhr 20 Min. Tier ist vollständig wach und geht frei herum; das Urinträufeln besteht weiter; es wird in den Stall zurückgebracht.

3 Uhr p. m. Das Tier wird tot und steif aufgefunden; beim Aufheben des Kadavers fließt noch ziemlich reichlich Harn aus der Urethra ab.

Sektion ergibt völlig negativen Befund am Schädel und in der Brusthöhle; es läßt sich kein Lungenödem, keine Embolie, keine akute Herzdilatation auffinden.

Bauch: Serosa glatt und glänzend; Magen etwas aufgetrieben; Därme

nicht meteoristisch; Mucosa ohne path. Befund. Organe des kleinen Beckens völlig unverändert, besonders die Genitalien; Blase enthält noch etwas helle Flüssigkeit; Mucosa unverändert. Arterien etwas injiziert, Venen stärker mit Blut gefüllt als normal; im Abdomen kein Blut. Rückenmark unverändert.

Einige Monate nach der Unterbindung wurden dann die überlebenden Tiere getötet und in der bekannten Weise injiziert.

Die Ergebnisse der Sektion waren völlig negativ; wenn ich schon vorhin sagte, daß es bei einseitiger Ligatur der Vena iliaca communis den Anschein habe, als ob eine geringe Hypertrophie des Herzens bestehe, so ist aber auch von diesem bloßen Scheine bei einseitiger Ligatur der Vena hypogastrica keine Rede; das Herz ist in nichts von dem gleichen Organ gesunder Tiere derselben Gattung zu unterscheiden; nur bei doppelseitiger Unterbindung war eine geringe Volumzunahme des linken Ventrikels und eine Verdickung seines Myokards einige Male mit annähernder Sicherheit nachzuweisen; das war aber nur bei Kaninchen der Fall; die größeren Exemplare der Versuchstiere ließen aber auch diese Herzhypertrophie vermissen.

Es ergibt sich daher aus diesen Versuchen, soweit man direkte Schlüsse vom Experiment auf die in der menschlichen Pathologie vorkommenden Verhältnisse machen darf, für die Praxis die Lehre, daß die einseitige Ligatur der Vena iliaca interna wenigstens ohne irgendwelche nennenswerte Reaktion ertragen wird; es scheint, daß auch in der Mehrzahl der Fälle die doppelseitige Unterbindung dieses Gefäßes von keinen üblen Folgen begleitet ist. Es handelt sich hierbei nicht um starke Steigerung des Druckes im Gefäßsysteme und dadurch bedingte gewaltige Mehrleistung des Herzens, der ein schwaches Organ nicht gewachsen ist, und wo akute Herzdilatation den schnellen Tod herbeiführt, sondern im Experimente wenigstens sind es Störungen von seiten der Blase, welche das einzige Symptom zu Lebzeiten darbieten, und die ihren Grund haben in einer anatomisch nachweisbaren Schädigung der Blutversorgung der Harnblase; wenigstens war in dem oben erwähnten Falle die venöse Hyperämie der einzige positive Befund; die Möglichkeit, daß später, wenn das Tier länger dem Leben hätte erhalten werden können, auch an der Mucosa direkt nachweisbare Veränderungen aufzufinden gewesen wären, ist dabei nicht von der Hand zu weisen.

Die einseitige Ligatur der Vena hypogastrica ist daher ein durchaus ungefährlicher Eingriff, die doppelseitige, wenn eben angängig zu vermeiden, wegen der Störungen in der Blasenfunktion,

obschon es für mich gar keinem Zweifel unterliegen kann, daß sich hiermit allein der überaus rasche Tod des Versuchstieres nicht erklären läßt.

Im allgemeinen wird man ja höchst selten in die Lage kommen, dieses Gefäß beim Menschen isoliert unterbinden zu müssen; es liegt der Arterie so dicht an, daß meist die gleiche Affektion auch das arterielle Gefäß mit ergriffen hat; über die Verhältnisse aber, die nach Ligatur von Arterie und Vene auftreten, wird später berichtet.

J. Unterbindung der Vena iliaca externa.

Wir bezeichnen mit diesem Namen die Fortsetzung der Vena femoralis nach Aufnahme der Saphena magna; sie tritt durch die Lakuna vasorum unter dem Ligamentum inguinale in das kleine Becken ein und vereinigt sich etwa in der Höhe des Ileosacral-Gelenks mit der Vena hypogastrica zur Vena iliaca communis.

Auch dieses Gefäß ist schon mehrere Male ligiert worden, ohne daß dauernde Schädigungen für die Extremität sich eingestellt hätten; die Operation wurde ausgeführt wegen Verletzungen der Vena femoralis in der Nähe des Pourpatschen Bandes, zu welchem auch die gelegentlich der Exstirpation von Geschwülsten oder mit der Venenwand fest verwachsenen Drüsen aufgetretenen akzidentellen Risse in der Vena femoralis zu rechnen sind, wenn die Naht des Gefäßes mißlang.

Da dieser Eingriff stets ohne üble Folgen ertragen wurde, so sind die Fälle nicht alle einzeln in der Literatur niedergelegt; ebendeshalb sind bisher auch noch keine experimentelle Untersuchungen angestellt worden. Man kann sich, wie schon bei der gleichnamigen Arterie erwähnt, sehr leicht das Gefäß von den Bauchdecken aus extraperitoneal freilegen, um es dann zu unterbinden.

Experimentell habe ich die Vena iliaca externa bei 4 Kaninchen und 1 Katze auf beiden Seiten und bei 2 Kaninchen und je einer Katze und einem Hunde auf nur einer Seite ligiert.

Die Tiere überstanden alle den Eingriff ohne dauernde Störungen. Es bestanden nur vorübergehende leichte Paresen in den hinteren Extremitäten, welche aber die freie Beweglichkeit der Tiere nicht hinderten; sensible Störungen und Differenzen in der Temperatur wurden nicht beobachtet; ebenso fehlten Ödeme vollständig. Klinisch ließen sich mit keiner Beobachtungsmethode Veränderungen in der Größe der Herzarbeit direkt nachweisen. Mit diesem Verhalten

stimmte auch recht gut dasjenige des Blutdruckes überein; er wurde bestimmt bei einem Hunde, dessen rechte Vena iliaca externa unterbunden war; es ergab sich:

linke Vena femor.	13,8	mm Hg;	rechte Art. 148 femor.	mm Hg;	rechte Vena 14,1 femor.	mm Hg:	vor der Unterbindung			
"	13,9	"	"	149,4	"	"	25,3	"	nach "	"
"	13,9	"	"	149,0	"	"	22,9	"	10 Min. nach der	Unterbindg.
"	13,9	"	"	148,8	"	"	21,3	"	30 "	" " " "
"	13,8	"	"	148,8	"	"	20,7	"	45 "	" " " "
"	13,8	"	"	148,7	"	"	19,5	"	1 Std.	" " " "
"	13,7	"	"	148,6	"	"	18,1	"	2 "	" " " "
"	13,7	"	"	148,6	"	"	17,8	"	3 "	" " " "
"	13,8	"	"	148,5	"	"	17,2	"	6 "	" " " "
"	13,8	"	"	148,4	"	"	16,4	"	12 "	" " " "
"	13,7	"	"	148,2	"	"	14,5	"	24 "	" " " "

Aus diesen Zahlen folgt abermals, daß die Ausgleichswege für den Blutdruck in letzter Linie in den feinsten Kapillaren zu suchen sind, die in reichster Zahl zwischen den eigentlichen größeren kollateralen Gefäßen liegen; obschon ihre Eröffnung immerhin bis zu 24 Stunden dauert, setzen sie doch dem zirkulierenden Blutstrom keinen solchen Widerstand entgegen, daß es zu direkt nachweisbaren Veränderungen am Herzen käme. Andererseits treten aber diese Nebenbahnen auch wieder so rechtzeitig in Funktion, daß gröbere Zirkulationsstörungen, so ganz besonders Ödeme, nicht auftreten.

Die Tiere wurden dann später getötet und ihr Gefäßsystem injiziert; auch bei der Sektion ließen sich keine Veränderungen an den inneren Organen finden; so fehlten ganz besonders irgendwelche Veränderungen am Herzen; von einer Hypertrophie konnte gar keine Rede sein, selbst bei den Kaninchen, bei welchen diese Vene auf beiden Seiten unterbunden war, ließ sich keine Verdickung des Myokard gegenüber den Kontrolltieren entdecken.

Die hauptsächlichste Bahn, auf welcher das Blut nach Ligatur der Vena iliaca externa abgeleitet wird, ist in den Verästelungen der später die Vena hypogastrica bildenden Venae ilei circumflexae, ileo-lumbales und den glutäalen mit den Venen, welche dem Verlaufe der Art. profunda femoris folgen, zu erblicken; daneben kommen noch in Betracht die Anastomosen der Vena obturatoria mit den Venen, die aus dem Versorgungsbezirk der Art. circumflexa femoris entspringen.

Im Verein mit diesen Experimenten, wird man wohl in Zukunft

auch an unserer bisherigen in der menschlichen Pathologie gesammelten Erfahrung festhalten dürfen, daß in der Tat die extraperitoneale Unterbindung der Vena iliaca externa einen Eingriff darstellt, der besondere Gefahren nicht zu involvieren vermag. Weder sind durch die reichen Anastomosenbildungen gefährliche Zirkulationsstörungen in den Extremitäten zu erwarten, die ihren lokalen Tod zur Folge haben, noch machen sich sonst irgendwelche Störungen bemerkbar, da die kollateralen Gefäße sehr schnell in Funktion zu treten pflegen. Obschon in letzter Linie auch hierbei der Ausgleich sich durch Kapillaren vollzieht, setzen diese dem Blutstrom doch nur einen äußerst geringen Widerstand entgegen; die Inanspruchnahme des Herzens ist eine nur unwesentlich größere, ja für unsere klinischen Untersuchungsmethoden entzieht sich noch diese Mehrbelastung dem direkten Nachweise, und auch anatomisch können wir keine direkt nachweisbaren Veränderungen entdecken. Es kann daher wohl unbedenklich dieses Gefäß, wenn eine Indikation zu dieser Operation besteht oder die seitliche Naht sich als undurchführbar erweist, extraperitoneal unterbunden werden.

K. Unterbindung der Vena femoralis.

Ziemlich gut sind wir über die Folgezustände nach der Ligatur dieses Gefäßes unterrichtet. Es unterliegt gar keinem Zweifel mehr, daß die These, welche Hirsch¹⁾ in seiner Dissertation vorschlug, wonach die Unterbindung der Vena femoralis unterhalb des Lig. inguinale unweigerlich die Gangrän der Extremität zur Folge haben müsse, weil diese Bahn der einzige Weg zur Ableitung des Venenblutes aus der untern Extremität darstelle, zu Unrecht aufgestellt ist. Lassen wir die Statistik ihre beredete Sprache reden. Zuerst stellte Braun²⁾ aus der gesamten Literatur 17 Unterbindungen der Femoralis zusammen; bei 11 Fällen wurde die Operation gelegentlich der Exstirpation mit der Vene fest verwachsener Geschwülste ausgeführt, dabei wurde eine Gangrän des Beines beobachtet; in den übrigen Fällen handelte es sich um Verletzung der Vene, dabei trat 2 mal Gangrän der Extremität ein.

Zeidler³⁾ beobachtete bei 25 weiteren Fällen nur 1 mal den Brand im Beine; er selbst fügt dieser Zahl 2 weitere Fälle hinzu, welche glatt heilten.

1) Hirsch, Dissertation. Halle 1875.

2) Braun, Arch. f. klin. Chir., Bd. 28, 3.

3) Zeidler, Berliner klin. Wochenschr. 1890, Nr. 39.

Seit dieser Zeit existiert noch eine Zusammenstellung von Nibergall¹⁾ über 35 Ligaturen der Vena femoralis mit nur einmaligem Auftreten von Gangrän; in dieser Arbeit sind die in der Boumannschen²⁾ Dissertation niedergelegten 10 Fälle mit verwertet.

Es ergibt sich somit bis heute, daß die Venenligatur im ganzen 79 mal ausgeführt wurde; dabei gelangte in 4 Fällen Beingangrän zur Beobachtung, also in 5,06 Proz.

Nur Bouveret³⁾ und Sokoloff⁴⁾ haben in ihren Fällen ein Ödem des Fußes und Beines bemerkt, welches im letztern Falle erst nach 3 Tagen schwand.

Allein der Vollständigkeit wegen sei hier, obschon dann die Verhältnisse sich wesentlich anders gestalten müssen, derjenigen Fälle Erwähnung getan, wo das arterielle und venöse Gefäß zusammen ligiert wurde; gerade bei den Schenkelgefäßen ist diese Operation mehrfach gemacht worden.

Braun⁵⁾ berichtet über 7 Fälle von Beingangrän nach Unterbindung beider Gefäße, welche 15 mal zur Ausführung kam.

Zeidler⁶⁾ stellte bei 50 Ligaturen beider Beingefäße 24 mal Gangrän fest; Boumann⁷⁾ beim gleichen Eingriff zweimal unter 7 Fällen.

Das ergibt in Gesamtheit 72 Fälle mit 33 gangränöser Extremität; mit anderen Worten: es lehrt die Statistik, daß nach Ligatur von Art. und vena femoralis in 45,83 Proz. Gangrän des Beines erfolgt.

Da experimentelle Untersuchungen über die Folgen nach Unterbindung der Vena femoralis nicht vorliegen, kann ich sofort über meine Versuche berichten, welche sich auf 3 einseitige Ligaturen bei 1 Kaninchen und je 1 Hunde und Katze sowie auf drei doppel-seitige bei je 1 Hunde und 1 Katze und 1 Kaninchen erstrecken.

Alle Tiere überstanden den Eingriff vollständig glatt; nach dem Erwachen aus der Narkose waren sie vollständig munter und konnten wieder gehen, wenn auch eine gewisse Schwäche auf der Seite der Unterbindung unverkennbar zutage trat; diese hält gewöhnlich bis

1) Niebergall, Deutsche Zeitschr. f. Chir., Bd. 37.

2) Boumann, Dissertation. Amsterdam 1895.

3) Bouveret, Bulletin de la société anatomique. Paris 1875.

4) Sukuloff, Med. Obosrenje 1896, No. 13.

5) Braun, Arch. f. klin. Chir., Bd. 28, 3.

6) Zeidler, Berliner klin. Wochenschr. 1890, Nr. 39.

7) Boumann, Dissertation. Amsterdam 1895.

zum folgenden Tage an; erst dann sprangen sie wieder herum und zeigten in ihrem Verhalten gar keine Veränderung mehr. Eine Temperaturdifferenz zwischen der Achselhöhle und der Leiste oder bei den nur einseitig operierten Tieren zwischen den beiden Hinterbeinen habe ich nicht feststellen können; ebenso fehlten Störungen in der Sensibilität vollständig, und von Ödemen an den Beinen war keine Spur festzustellen; in allen Fällen kam es zur glatten Heilung und schneller Wiederkehr normaler Verhältnisse; es trat in keinem Falle ein Absterben der Extremität ein.

Klinisch ließ sich irgendwelche Veränderung an den Zirkulationsorganen nicht nachweisen; nur bei der Katze und den beiden Kaninchenböcken, wo ich die doppelseitige Ligatur ausführte, schien es, als ob sich in der allerersten Zeit eine Vermehrung der Herzaktion durch ein Klappen des II. Aortentones und eine stärkere Hebung des Spitzenstoßes bemerkbar mache; aber auch das Symptom war nicht mit absoluter Sicherheit festzustellen.

Was die Blutdruckverhältnisse angeht, so gibt folgende Tabelle Aufschluß, welche diese Dinge beim Hunde wiedergibt; es wurde dabei die Vene auf der rechten Seite unterbunden.

	linke vor der Unterbind.	Art. 154,0 fem.	mm Vena Hg; fem.	14,6 mm	rechte Art. 155,2 fem.	mm Vena Hg; fem.	14,9 mm
direkt	„	158,8	„	14,7	„	157,3	25,7
nach der 10 Min.	„	155,6	„	14,7	„	157,1	23,2
nach der 30 Min.	„	154,4	„	14,7	„	156,8	27,5
nach der 1 Stunde	„	154,3	„	14,7	„	156,2	19,3
nach der 2 Stunden	„	154,2	„	14,6	„	155,9	18,6
nach der 3 Stunden	„	154,2	„	14,6	„	155,9	18,0
nach der 6 Stunden	„	154,2	„	14,6	„	155,7	17,8
nach der 24 Stunden	„	154,2	„	14,6	„	155,6	15,3

Es ergibt sich also die Tatsache, daß nach Ligatur der Vena femoralis zwar im Anfange der Druck in den peripheren Venen beträchtlich zunimmt, daß aber in schon sehr kurzer Zeit durch eine direkte Mehrleistung des Herzens ein Ausgleich erfolgt; dieser ist so vollkommen, daß keine Stauungserscheinungen oder gar gefährliche Zirkulationsstörungen entstehen können.

Wenn nun nach verschieden langer Zeit nach der Unterbindung die Tiere getötet wurden, so konnte man bei denen, wo das Gefäß auf beiden Seiten zugeschnürt war, eine vielleicht ganz geringfügige Hypertrophie der Muskulatur an der linken Kammer erkennen: diese war aber nur angedeutet und stand in gar keinem Verhältnisse zu den stärker ausgeprägten hypertrophischen Veränderungen des linken Ventrikels nach Unterbindung der entsprechenden arteriellen Gefäße. Sonstige prägnante oder auch nur konstant aufzufindende Befunde wurden stets vermißt.

Durch Injektion ließen sich dann die Kollateralen feststellen; die größte Bahn wird gebildet durch die feinen Verästelungen der Vena femoris profunda und ihrer Nebenvenen mit den letzten Ausläufern der Glutäalvenen mit der Pudenda und der Vena obturatoria am Trochanter und in der Leistenbeuge; ein zweiter wichtiger Weg ist das venöse Netz zwischen der Vena ilium profunda und den ileolumbalen und sakralen Venen; gegenüber diesen beiden Strecken tritt die letzte Kollateralbahn sehr in den Hintergrund; sie wird gebildet von den Verzweigungen der Hypogastrica mit den epigastrischen Venen.

Daß aber auch hier wieder die letzten Ausgleichswege Gefäße allerkleinsten Kalibers sind, geht deutlich aus dem Verhalten des Blutdruckes nach der Ligatur der Vene hervor; man sieht, es gibt viele Straßen für den Ausgleich des Druckes, auf denen das Blut abfließen kann. Nach Niebergall¹⁾ soll das Schicksal der Extremität nach Unterbindung davon abhängen, ob die kollateralen Venen schnell in Tätigkeit treten; das aber tun sie in den meisten Fällen; dazu ist, wie das Experiment lehrt, eine nur sehr geringe Steigerung des Blutdruckes nötig; diese Mehrbelastung leistet aber das Herz spielend, ohne daß für die Zukunft noch irgendwelche nachweisbaren Veränderungen daraus resultieren. Vielleicht ist zur Unterstützung der Herzarbeit es sehr angebracht, dem Vorschlage Zeidlers²⁾ zu folgen und die Extremität etwas erhöht zu legen.

Schlußsätze.

Aus diesen Auseinandersetzungen folgt daher, daß die Unterbindung der Vena femoralis oberhalb des Lig. inguinale als eine im allgemeinen ungefährliche Operation angesehen werden darf, da die kollateralen Venen schon bei sehr geringer Steigerung des Blut-

1) Niebergall, Deutsche Zeitschr. f. Chir., Bd. 37.

2) Zeidler, Berliner klin. Wochenschr. 1890, Nr. 39.

druckes in Tätigkeit treten, und dieser Mehranforderung das Herz wohl stets gewachsen ist; die gleichzeitige Ligatur des arteriellen und venösen Gefäßes an dieser Stelle ist in sehr vielen Fällen von üblen Folgen begleitet, weil, wie schon erwähnt, sich leicht Gangrän in der Extremität darnach entwickelt, da ein schneller, arterieller Kollateralkreislauf in der Regel nicht erfolgt.

Es erübrigt, noch einige Worte den obigen Betrachtungen anzureihen. Wir haben gesehen, daß nach allen Unterbindungen der großen Bauchgefäße sehr schnell ein kollateraler Kreislauf erfolgt, der hinreicht, die von ihnen versorgten Gebiete vor länger dauernder Anämie oder venöser Hyperämie zu schützen. Es ist eine bekannte Tatsache, daß die Herzarbeit zum allergrößten Teile zur Beseitigung des Widerstandes, den das Gefäßsystem der Fortbewegung des Blutes entgegensetzt, verbraucht wird, sie also eine Hauptwärmequelle für den Körper ist; diese Arbeitsleistung ist *ceteris paribus* proportional dem Querschnitte der Gefäße, sie wird daher, wenn das Blut das kapilläre Netz durchströmt hat, in den venösen Bahnen erheblich geringer sein als in den Arterien, und schließlich bei den großen Venen auf Null herabsinken oder sogar negativ werden; nur bei Fortbestand dieser Druckdifferenz ist ein Blutkreislauf überhaupt möglich; daher besteht die ganze Herzaufgabe darin, stets diese Druckdifferenz in der Aorta und Cava aufs neue zu erzeugen.

Wenn nun irgendein Gefäß ligiert wird, so tritt natürlich eine Erhöhung des Druckes im zentralen und eine Verminderung im peripheren Teile (nach der Richtung des Blutstromes gerechnet) auf; die Größe dieser Differenz ist annähernd die gleiche wie vor der Unterbindung. Zwischen diesen beiden Teilen existieren nun eine Unmenge feinsten Zwischenbahnen und Verbindungswege von mikroskopischer Kleinheit, welche zwar sofort das Blut durch sich hindurchlassen, aber wegen der großen Enge ihres Lumens ihm einen bei weitem größeren Widerstand entgegensetzen, als das unterbundene größere Gefäß. Zur Erhaltung der unbedingt nötigen Druckdifferenz aber muß das Herz auch durch diese Kapillaren das Blut hindurchwerfen, ihren Widerstand daher brechen, es paßt sich also der so geschaffenen Drucksteigerung an; das kann es aber nur dadurch, daß es hypertrophiert, also seine Muskelemente quantitativ und qualitativ vermehrt; natürlich ist hierzu ein durchaus gesundes, kräftiges Organ die erste Bedingung, sonst erlahmt es und wird durch die rückläufige Steigerung einfach dilatiert. Wahrscheinlich sind aber auch regulatorische Momente mit im Spiele, welche eine akute Blutdrucksteigerung über ein gewisses Maß hinaus

dadurch verhindern, daß reflektorisch die Bahnen in der Haut und besonders in den Unterleibsorganen durch Erschlaffen der Vaskonstriktoren und Reizung der Dilatoren geöffnet werden, und das Blut in diese leichter einströmen kann. Die Blutdrucksteigerung im zentralen Teile bleibt so lange bestehen, bis die Zirkulation sich wieder völlig hergestellt hat; natürlich richtet sich das ganz nach der Größe des ligierten Gefäßes und der Art des kapillären Anastomosennetzes; daher können gelegentlich der Druck und somit auch die Herzarbeit wieder zur Norm zurückkehren; das wird dann der Fall sein, wenn die Summe der Querschnitte der vorhandenen und der neugebildeten Kapillaren gleich ist dem Querschnitte des unterbundenen Gefäßes, und die Kapillaren so dilatiert sind, daß sie dem Blut einen erheblich geringeren Widerstand entgegenbringen als vorher. Genauer sind die Verhältnisse beim Kollateralkreislaufe auch in einer jüngst erschienenen Arbeit von Katzenstein¹⁾ niedergelegt; es erübrigen sich daher wohl nähere Mitteilungen. Daß wir es in der Tat mit kapillären Strombahnen in letzter Linie zu tun haben, welche nach Unterbindung der großen Unterleibsgefäße den Kreislauf wieder herstellen, geht ganz besonders aus dem Verhalten des Blutdruckes hervor; gewaltiges Sinken in den peripheren arteriellen Bahnen und erst ganz allmähliches Ansteigen in Stunden, bis erst am zweiten Tage frühestens der ursprüngliche Druck wieder erreicht ist, und plötzlicher Anstieg des Blutdruckes in den vom Zentralorgan entfernter gelegenen venösen Gefäßen nach Ligatur der abführenden Vene und erst in Stunden allmähliche Rückkehr zum ursprünglichen Druck, das alles weist doch mit Notwendigkeit auf das Infunktiontreten kleinster Gefäßchen hin; denn wozu soll die Drucksteigerung im arteriellen Systeme nach Ligatur der abführenden Vene, wozu der enorme Abfall des Blutdruckes in der peripheren Arterie nach Unterbindung des zuführenden Gefäßes anders verbraucht sein, als zur Überwindung des Widerstandes, den die engen Kapillaren darbieten? Durch eine sofort einsetzende gesteigerte Herzaktion wird er beim intakten Herzen überwunden, und zwar fast völlig bis zum zweiten Tage nach der Ligatur; demgemäß steigt auch der Blutdruck in den peripheren Gefäßen am bedeutendsten am ersten Tage; in der Folge findet nur noch eine sehr geringe Kompensation statt; die Funktion des Kollateralkreislaufes ist dann völlig einwandfrei, wenn die Herztätigkeit wieder eine völlig normale geworden ist.

1) Katzenstein, Deutsche Zeitschr. f. Chir., Bd. 77.

und der Blutdruck in den arteriellen und venösen Gefäßen an der Peripherie seine ursprüngliche Höhe aufweist; erlahmt aber vorher das Herz, so kommt dieser Kreislauf in nicht normaler Weise zustande und es treten die bekannten schweren Störungen der Herzinsuffizienz auf. Die Größe dieser Herzarbeit hängt ab von der Blutmenge und dem Blutdrucke in dem Gefäße, ist daher am größten bei der Aorta; im allgemeinen bei den kleinen Arterien größer als den entsprechenden Venen.

Noch ein Punkt ist bei der Beurteilung der Herzarbeit nicht außer Acht zulassen; das ist das momentane Auftreten der Zirkulationsstörung; das Herz wird gewissermaßen überfallen und muß im gleichen Augenblicke schon prompt reagieren und seine Aktion vermehren. Schon Pirogoff¹⁾ hat ja gerade bei der Aortenunterbindung ein langsames Zuznüren des Fadens empfohlen, so daß er erst eine geringe Stenose am Gefäß zu machen vorschlug, diese allmählich zu vergrößern und erst in Stunden das Lumen völlig zu verlegen gedachte; auf diese Weise wollte er die schweren Zirkulationsstörungen, „die Kongestionen nach Thorax und Gehirn“ umgehen. Daß dieser Punkt beachtet werden muß, geht auch aus unsern klinischen Erfahrungen hervor; eine Aortenstenose, welche allmählich immer höhere Grade erreicht, stellt an das Herz viel geringere Anforderungen, als die plötzliche Ligatur des Gefäßes, daher können auch Kranke selbst mit hochgradiger Stenose noch eine Zeitlang relativ gut leben. Es hat nämlich Tillaux-Riche²⁾ darauf hingewiesen, daß die Ausschaltung der Aorta eigentlich ohne nennenswerte Erscheinungen ertragen werden müsse, weil man oft bei Sektionen Thrombosen oder gar Embolien an ihrer Bifurkation entdeckte, und es bekannt sei, daß gerade die Pferde sehr zu dieser Affektion neigen, bei denen ein intermittierendes Hinken und Lahmen zu beobachten gewesen sei. Diesen Ausführungen ist mit allem Nachdruck Malbranc³⁾ entgegengetreten; einmal erfolge die Thrombose nur sehr langsam, es handele sich daher eher um eine Stenose als einen völligen Verschuß, und das Herz habe Zeit, sich an diese Mehrleistung zu gewöhnen; dann aber bestehe bei den Embolien, die auch wohl nie das ganze Lumen verlegen, fast stets ein organisches Vitium cordis, und schon allein dieses Faktors wegen sei der Vergleich durchaus zu verwerfen.

1) Pirogoff, Dissertation. Dorpat 1835.

2) Tillaux-Riche, *Revue de Chir.* 1901.

3) Malbranc, *Deutsches Arch. f. klin. Med.*, Bd. 18 u. 19.

Hinsichtlich der Ergebnisse der Experimente und der bekannt gewordenen Fälle aus der menschlichen Pathologie muß dieser Einwand als vollkommen stichhaltig anerkannt werden.

Durchaus ähnlich liegen die Verhältnisse bei der unteren Hohlvene, wonach viel eher eine Obliteration des Gefäßes erfolgen kann durch Kompression eines Tumors. Houzel¹⁾ empfiehlt gerade in den Fällen die Unterbindung der Cava, wenn bei der Exstirpation einer der Vene ansitzenden Geschwulst diese mit verletzt wird, da dann schon meist die Kollateralen in Funktion seien, oder sich rascher ausbildeten; derselbe²⁾ erklärt auch mit dieser Tatsache das auffällige Mißverhältnis seiner Tier-Experimente mit seinen operativen Erfahrungen am Menschen. Aus diesem Grunde habe ich auch bei der Erwähnung der Cavaligaturen der Veröffentlichung von Küster³⁾ und Civarelli⁴⁾ keine Erwähnung getan, weil im ersteren Falle es sich handelte um die völlige Obliteration der Cava von der Vena renalis an bis zur Einmündung in den rechten Vorhof bedingt durch einen enormen Nierentumor, während im anderen eine Thrombose in dem Cavaabschnitte zwischen der Vena renalis und der Subhepatica sich befand.

Daß in der Tat gewaltige Anforderungen an das Herz gestellt werden, denen es unter dem Bilde der völligen oder partiellen Insuffizienz erliegen kann, geht zuletzt noch aus einigen andern Experimenten hervor. Die Größe der Herzarbeit bewegt sich ungefähr auf folgender Stufe: Aorta oder beiderseits Arteria iliaca communis; Arteria iliaca communis; Vena cava inf. oder beiderseits Vena iliaca communis; Art. iliaca externa, Arteria hypogastrica, Vena iliaca communis, Vena iliaca externa, Vena hypogastrica; es stellt daher die Ligatur der Aorta oder der beiden Arteriae iliacae communes die größten Anforderungen an das Herz, um den Kollateralkreislauf in Gang zu bringen, die der Vena hypogastrica auf nur einer Seite die geringsten; zwischen diesen Grenzen folgen in Abstufungen die Unterbindungen der anderen Gefäße. Zur Untersuchung der Drucksteigerung im Kreislaufe und somit der Mehrleistung des Herzens machte ich dann noch die Ligatur mehrerer kleinerer Gefäße; aus der Reihe der diesbezüglichen Experimente greife ich einige ganz prägnante heraus.

1) Houzel, Revue de Chir. 1903, No 3 u. 4.

2) Houzel, Revue de Chir. 1901, No. 39.

3) Küster, Chirurgie der Nieren. Stuttgart 1896, 1902.

4) Civarelli, Giornale della Reg. academie della scienc. medic. di Palermo 1899.

Starke graue Katze, etwa 5 kg schwer. In Narkose mediane Laparotomie unter steilster Beckenhochlagerung; Zurückhalten der Därme mit Kompressen; Herausheben der gefüllten Blase und des graviden Uterus; Einpacken in Kompressen; Eröffnung des hinteren Blattes des Peritoneums; stumpfe Isolierung der Gefäße; Unterbindung der linken Art. hypogastrica und der rechten Iliaca communis mit je 2 Katgutfäden. Schluß des Schlitzes im hinteren Peritonealblatte; Zurückbringen der Gedärme, des Uterus und der Blase; Schluß der Bauchwunde mit Etagnennaht. Dauer der Operation 45 Minuten.

Tier zeigt nach dem Erwachen die typischen Erscheinungen, wie sie nach Ligatur dieser einzelnen Gefäße auftreten: Blutdruck in der Carotis erhöht gegen vorherigen Zustand um 11,2 mm Hg.

Nach 15 Stunden wird es noch warm im Stalle tot aufgefunden.

Sektion: Akute Dilatation des linken Herzens; schlaffes Myokard; Klappenapparat intakt. Lungenödem mäßigen Grades. Im Abdomen nichts Besonderes; Leber weich; Ligatur hat vollkommen gehalten; Kollateralbahnen deutlich entwickelt.

Zentralnervensystem ohne pathologischen Befund.

Etwa 12 kg schwerer Bastardhund, männlich; Kreuzung von Dackel und Dogge. Freilegung der Gefäße in Narkose mit Billrothscher Mischung wie oben; es werden unterbunden die Cava inferior etwa 1 cm unterhalb der Einmündungsstelle der Nierenvene und die linke Art. iliaca communis dicht unter der Bifurkation der Aorta. Dauer der Operation 25 Minuten.

Nach dem Erwachen zeigt das Tier die bekannten Erscheinungen, wie sie nach Ligatur dieser Gefäße sich einstellen.

Schon nach ein paar Stunden ist eine erhebliche Verbeiterung des Herzens besonders nach links nachweisbar; der 1. Ton über der Herzspitze ist klappend, der 2. Aortenton deutlich akzentuiert.

Nach 38 Stunden findet man das Tier tot und steif im Stalle; klinisch gelangten andere prägnante Symptome nicht zur Beobachtung.

Sektion: Zentralnervensystem ohne Befund.

Ziemlich weit über die Unterlappen vorgeschrittenes Lungenödem; frischer hämorrhagischer Infarkt im rechten Oberlappen; Herz etwas vergrößert; l. Ventrikel stark erweitert und mit Cruormassen angefüllt; Vorhöfe leer; rechter Ventrikel ebenfalls etwas erweitert, enthält flüssiges Blut; Endocard ohne Besonderheiten; Muskulatur sehr schwächlich entwickelt, stellenweise unter 5 mm dick.

Im Abdomen nichts Besonderes; die Ligatur hat vollständig gehalten; Serosa glatt; keine Flüssigkeit in der Bauchhöhle.

Weiblicher Spitzhund, ausgewachsen, 10 kg schwer, von weißer Farbe. Versuchsanordnung wie oben beschrieben: Unterbindung beider Iliacalgefäße auf der rechten Seite. Dauer 20 Minuten.

Tier läuft nach dem Erwachen aus der Narkose sofort herum, schont aber das rechte Hinterbein; es treten nun die bekannten Symptome auf, wie sie sich nach der Ligatur der Arteria iliaca communis auf der einen Seite und der gleichnamigen Vene für sich allein einzustellen pflegen. Schon nach 2 Tagen ist eine Verlagerung des Spitzenstoßes und eine Vergrößerung der Herzdämpfung perkussorisch nachzuweisen; der 2. Aortenton ist scharf akzentuiert, der erste Ton an der Spitze etwas klappend;

2. Pulmonalton verschärft. Die Parese im rechten Hinterbein bessert sich allmählich, wenn es auch noch sehr geschont wird. Erst nach 10 Tagen tritt das Tier wieder auf und kann nach 3 Wochen wieder vollkommen frei sich bewegen und springen. 5 Wochen später zwingt der Hund sich durch eine Lücke der Umzäunung im Garten und entläuft.

Aschgraues Kaninchen. Technik des Versuches wie vorher; Unterbindung der linken Art. iliaca communis und der rechten Vena hypogastrica. Dauer 30 Minuten.

Symptome wie bei der Ligatur jeden Gefäßes für sich; Tötung des Tieres 2 Monate später.

Sektion: Beträchtliche Hypertrophie des l. Ventrikels, trabekuläre Muskelfaseranordnung deutlich vorhanden; geringe Hypertrophie des rechten Ventrikels; Endocard glänzend. Vorhöfe ohne Besonderheiten. Lungen ohne Befund. Im Abdomen und am Zentralnervensystem nichts Pathologisches.

Diese Experimente ließen sich leicht erweitern; ich beschränke mich auf die bisher angeführten, da sie zur Beweisführung genügen. Wir lernen von ihnen, daß zwar die Unterbindung des einen oder anderen Gefäßes von den verschiedenen Tierarten mit bald mehr bald weniger deutlich ausgesprochenen Störungen ertragen wird, die Tiere aber in der Regel diesen Eingriff überstehen, indem das Herz seine Arbeit entsprechend den jetzt gestellten größeren Anforderungen vermehrt, daß aber dieser Satz auch nur innerhalb gewisser Grenzen zu Recht besteht, und die Herzkraft erlahmt, wenn mehrere kleinere oder ein großes und kleines Gefäß zusammen ligiert wird. So scheint es, daß die gleichzeitige Ausschaltung der Arteria iliaca communis auf einer Seite und die irgendeines der anderen arteriellen iliacalen Gefäße, oder die einer großen Vene nicht ertragen wird, sondern unter dem Bilde der Herzinsuffizienz zum schnellen Tode führt, während doch die gleichzeitige Unterbindung dieser Arterie und einer hypogastrischen Vene zwar auch geringere Hypertrophien am Herzen bedingt, aber infolge dieser kompensatorischen Hypertrophie den Tod nicht nach sich zieht. Praktisch ergibt sich daraus die Forderung, nur dann eins oder gar mehrere der großen Unterleibsgefäße zu unterbinden, wenn wirklich zu diesem Eingriff eine strikte Indikation vorliegt, und das Herz nicht erkrankt ist; daß ein gesundes Herz, welches die Mehrarbeit sofort übernehmen kann, die erste Bedingung für das glückliche Gelingen der Operation ist, dürfte nach den obigen Auseinandersetzungen einleuchtend sein.

Verhalten des Blutes in den abgeschnürten Gefäßteilen.

Zum Schlusse sei noch ganz kurz über das Schicksal des Blutes berichtet, welches, von der Zirkulation abgeschlossen, sich in dem

Gefäßstück zwischen den beiden Ligaturen befindet. Durch den verschiedenen Verlauf und Ausgang der Experimente war ich in den Stand gesetzt, die in Rede stehenden Verhältnisse immer in einzelnen Abständen untersuchen zu können. In den ersten Tagen bleibt das Blut völlig unverändert in dem von der Zirkulation abgesperrten Gefäßteilen; es fließt beim Eröffnen heraus wie aus einer Hämatocele; vom dritten Tage ab tritt eine Scheidung insofern ein, als sich die spezifisch schweren Blutbestandteile in die je nach der Lage des Tieres verschieden gelegene tiefste Stelle senken, darüber lagert sich das Fibrin und darüber die flüssigen Bestandteile des Serums; dieses schwindet bald vollständig, während durch Wucherung der Intimazellen eine Resorption und Verdrängung der festen Bestandteile erfolgt, und zwar beteiligen sich hieran in der Hauptsache die fixen Zellen des Bindegewebes, welche die Lücken durchwachsen und zuletzt mit bindegewebigem Stroma ausfüllen. Nach vollständiger Beseitigung des Blutes, wobei die roten Blutkörperchen bis zuletzt im Gefäße verbleiben, ist das ganze ursprüngliche Lumen, soweit es zwischen den beiden Ligaturstellen liegt, obliteriert und in einen festen bindegewebigen Strang verwandelt. Oberhalb und unterhalb des zuschnürenden Fadens bildet sich vorher ein gemischter Thrombus bis zum Abgange des nächsten Gefäßes, durch welches der Kollateralkreislauf vonstatten geht. Die definitive Heilung geschieht auch hier durch Wucherung der Intimazellen nach den bekannten Regeln.

Das Ergebnis vorliegender Arbeit würde sich daher in folgenden Worten kurz zusammenfassen lassen.

1. Nach Unterbindung irgendeines der großen Gefäße des Unterleibes stellt sich sehr bald ein Kollateralkreislauf ein, dessen eigentliche Ausgleichsbahnen Gefäßchen von der Größe der Kapillaren sind, zum Beweise dient:

a) das charakteristische Verhalten des Blutdruckes vor und nach der Unterbindung und die Zeitdauer, bis zu welcher der ursprüngliche Druck sich wieder einstellt;

b) die Injektion des Gefäßsystems mit nachträglicher Durchleuchtung und Präparation.

2. Diese Bahnen setzen dem strömenden Blute wegen der Enge ihres Lumens einen viel größeren Widerstand entgegen als das ligierte Gefäß, daher muß das Herz eine Mehrarbeit leisten, welche klinisch und anatomisch nachweisbar ist:

a) die klinischen Symptome sind: Verbreiterung der Herzdämpfung besonders nach links, hebender Spitzenstoß, Verschärfung des 1. Tones

an der Spitze, Akzentuation des 2. Aorten- und bisweilen auch geringere des 2. Pulmonaltones, Anstieg des Blutdruckes in der Carotis um mehrere Millimeter.

b) die anatomischen Veränderungen bestehen in einer je nach der Größe des unterbundenen Gefäßes verschieden stark ausgeprägten konzentrischen Hypertrophie des Myokard und trabekulärer Anordnung seiner Fasern.

Ist dem Herzen die vermehrte Arbeit zu leisten unmöglich, so machen sich die schweren Störungen der Herzinsuffizienz bemerkbar; klinisch tritt Cyanose, Dyspnoe, Ödem und Stauung auf; pathologisch-anatomisch findet man eine bald mehr, bald minder ausgesprochene Herzdilatation, welche besonders den linken Ventrikel betrifft, Stauung in den großen Drüsen des Unterleibes, mitunter auch etwas Ascites, Infarkte und Ödem in den Lungen.

3. Da es sich um eine ganz akut einsetzende Drucksteigerung und daher auch plötzliche Mehrleistung des Herzens handelt, so sind für die Beurteilung der Folgen alle die Fälle nicht zu verwerten, wo die Gefäße schon vorher durch Tumoren langsam komprimiert oder durch Thrombosen obliteriert waren.

4. Ausschlaggebend für den Ausgang der Unterbindung ist der Zustand des Herzens und die Drucksteigerung.

5. Das in dem abgeschnürten Gefäßteil zurückgebliebene Blut wird allmählich resorbiert; das Gefäß selbst thrombosiert nach den bekannten Regeln, ebenso auch die abgeschnürte Partie.

Hinsichtlich der einzelnen Gefäße wäre folgendes zu sagen:

6. Die Unterbindung der Aorta stellt an die Arbeit des Herzens so gewaltige Ansprüche, daß dieses in den meisten Fällen bald insuffizient wird; sie kann daher nie in Frage kommen bei Gefäßerkrankungen (Aneurysmen), bei septischen und Konstitutionskrankheiten; ob sie bei akuter Anämie als ultimum refugium hilft bleibt abzuwarten; völlig gesunde Kreislaufsorgane sind ein unbedingtes Postulat für das Gelingen der Operation (Blutungen post partum).

Die nach Ligatur der Aorta sich einstellenden Lähmungen sind peripherer Natur; das beweist

- a) die Untersuchung des Rückenmarkes;
- b) die Ergebnisse der elektrischen Untersuchung;
- c) das gleiche Verhalten nach Steigerung der Erregbarkeit im Rückenmark;
- d) der Umstand, daß die Unterbindung der Art. iliaca communis die gleichen Erscheinungen macht.

Der Blutdruck in der Art. femoralis sinkt fast bis zur Abszisse

und kehrt erst in einigen Tagen auf seine ursprüngliche Höhe zurück. Die angeschnittene Arterie läuft nur aus ohne zu spritzen; die Pulsation tritt erst bei fast normalem Blutdrucke wieder auf.

7. Die doppelseitige Ligatur der *Art. iliaca communis* macht die gleichen Erscheinungen wie die der Aorta; die nur einseitige ist wenig gefährlich; es sinkt auch hier der Blutdruck bis fast auf den Nullpunkt in der *Femoralis*, die Pulsation tritt erst am folgenden Tage wieder auf; die Erregbarkeit der Muskulatur für beide Stromarten nähert sich erst nach 24 Stunden der Norm.

8. Die Unterbindung der *Art. iliaca interna* selbst auf beiden Seiten ist ein ungefährlicher Eingriff; es stellen sich sehr schnell kollaterale Bahnen ein; die Drucksteigerung ist eine sehr geringe, so daß am Herzen stets die trabekuläre Anordnung der Muskelfasern vermißt wird, in den meisten Fällen auch jede Spur einer Hypertrophie fehlt.

9. Die extraperitoneale Unterbindung der *Art. iliaca externa* ist ungefährlich; selbst nach doppelseitiger Operation tritt keine erhebliche Drucksteigerung im arteriellen Systeme auf; die Kollateralen treten rechtzeitig in Aktion, so daß eine Gangrän der Extremität nicht zu befürchten ist. Klinisch verrät sich die Mehrarbeit des Herzens durch Verstärkung seiner Töne, anatomisch findet man gelegentlich eine geringe Hypertrophie.

10. Bei der *Art. femoralis* liegen die Verhältnisse beim Menschen anders wie im Experimente; ihre Unterbindung ist für den Menschen sehr gefährlich, weil sich in fast 60 Proz. aller Fälle Gangrän des Beines einstellt; diese Komplikation ist bei den Tieren auch möglich, aber sehr selten. Die Pulsation in dem peripheren Abschnitte stellt sich erst in 2 Tagen wieder her, der ursprüngliche Druck erst nach 2—3 Tagen; ebenso lange dauert es, bis die elektrische Erregbarkeit wieder eine normale wird. Gerade wegen der Gefahr der Beingangrän ist beim Menschen die Unterbindung der entsprechenden *Art. iliaca communis* vorzuziehen.

11. Die Ligatur der *Vena femoralis* macht zwar etwas Paresen im Beine, aber keine Ödeme und keine gröberen Störungen in der Sensibilität. Die Drucksteigerung ist selbst bei doppelseitiger Ligatur eine unbedeutende; es bilden sich keine Veränderungen am Herzen aus.

12. Die extraperitoneale Ligatur der *Vena iliaca externa* macht keine Veränderung und keine Störung am Beine; es fehlen Ödeme und dauernde motorische und sensible Störungen vollständig. Die kollateralen Venen treten schnell in Funktion und, obschon es sich

um eingeschaltete Kapillaren handelt, bilden sich keine Veränderungen am Herzen aus; die Steigerung im arteriellen Systeme ist nur unbedeutend und geht rasch vorüber.

13. Die Unterbindung der Vena iliaca interna auf nur einer Seite stellt einen ungefährlichen Eingriff dar; die Kollateralen treten sehr bald in ausgiebige Funktion; auch die doppelseitige wird in der Regel ohne Störung ertragen, jedoch sind Störungen von seiten der Blase dabei nicht ganz unmöglich; eine besonders hochgradige Drucksteigerung findet nicht statt, Herzveränderungen fehlen dabei vollständig.

14. Bei einseitiger Unterbindung der Vena iliaca communis treten keine bemerkenswerte Erscheinungen auf; es fehlen Ödeme vollständig; die Kollateralen treten ziemlich schnell in Funktion, so daß schon nach 24 Stunden die Wiederherstellung erfolgt ist.

Die Erhöhung des Blutdruckes ist wenig beträchtlich.

Die doppelseitige Ligatur macht die gleichen Symptome und Veränderungen wie

15. Die Unterbindung der Cava inferior unterhalb der Einmündung der Nierenvenen. Dabei treten keine Störungen der Organe des Beckens und der Extremitäten auf; Ödeme fehlen vollständig; motorische und sensible Störungen gehen rasch vorüber; klinisch lassen sich die Symptome einer Mehrbelastung des Kreislaufes nachweisen: Verbreiterung der Herzdämpfung, Verlagerung des Spitzentones, Akzentuation der Herztöne, und Drucksteigerung in der Carotis; anatomisch findet man konzentrische Hypertrophie besonders des linken Ventrikels; aber alle diese Erscheinungen sind lange nicht so ausgeprägt, als wie nach Ligatur der Aorta.

Der ursprüngliche Druck stellt sich am zweiten Tage wieder her.

16. Die akute Drucksteigerung ist in jedem Falle als ein höchst wichtiger Faktor für den direkten Ausgang der Operation anzusehen, denn hinsichtlich des Erfolges ist es gleichgültig, ob die Unterbindung an einem mittelgroßen und kleinen Gefäße, oder mehreren kleinen ausgeführt wird.

Am Schlusse meiner Arbeit sei es mir gestattet, meinen herzlichsten Dank abzustatten meinem hochverehrten Chef, Herrn Geheimrat Küster, für die Anregung zur Bearbeitung dieser Verhältnisse und für das rege Interesse, welches er allezeit den Experimenten schenkte; nicht minder aber auch für die große Liebenswürdigkeit, mit welcher er diese Abhandlung vor ihrer Drucklegung durchlas.

Literaturverzeichnis,

soweit es nicht schon als Fußnote vorher angegeben ist.

1. Cohnheim, Vorlesungen über allgemeine Pathologie. Leipzig 1882.
2. Calson, Recherches physiologiques sur l'occlusion de l'aorte thoracique. Arch. de biologie, Tome X, 1891.
3. Dévrin, Du rétablissement de la circulation après la ligature de l'aorte abdominale. Thèse de Paris 1870.
4. Fischer, Krankheiten der Lymphdrüsen, Lymph- und Blutgefäße. Deutsche Chirurgie, Lief. 24a.
5. Gull, Zeitschrift f. rationelle Medizin. Neue Folge, 1853.
6. Derselbe, Guys. hosp. reports 1875.
7. Heinecke, Blutstillung. Deutsche Chirurgie, Lief. 18.
8. Jéveu, Oblitération de l'aorte par un caillot, claudication intermittente puis paraplegie. Bulletin de la société anatomique. Paris 1875.
9. Kowalewsky, Über die Einwirkung der künstlichen Atmung auf den Druck im Arteriensystem. Arch. f. Physiologie 1877.
10. Loewenthal, Experiments of the conductivity of the spinal cord rendered anaemia by compression of the aorta. Brain. Bd. XXV, 1902.
11. Mayer, Physiologie des Herzens und der Blutgefäße. Sitzungsbericht der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Wien 1879.
12. Marey, Physiologie médicale de la chirurgie. Paris 1863.
13. Nicod, Reflexions sur la ligature de l'artère aorte. Nouveau Journal de médec. Tome III, 1819.
14. Nothnagel, Entstehung des Kollateralkreislaufes. Zeitschr. f. klin. Med., Bd. 15.
15. v. Recklinghausen. Handbuch der Pathologie. Straßburg 1891.
16. Ségalas d'Etscheparé, Journal de physiologie expérimentale 1824.
17. Tschirjey, Über den Einfluß der Blutdruckschwankungen auf den Herzrhythmus. Arch. f. Physiologie, Bd. 77.
18. v. Volkmann, Die Hämatodynamik. Leipzig 1850.
19. Vulpian, Leçon sur la physiologie générale. Paris 1866.
20. v. Velisch, Über das Verhalten des Blutdrucks nach Unterbindung der Aorta. Pflügers Arch., Bd. 59.