(Aus dem Institute für allgemeine und experimentelle Pathologie in Wien.
Vorstand: Prof. Dr. R. Paltauf.)

Über die Blutversorgung der Milz.

Onkometrische Studien.

Von

Privatdocent Dr. **A. Strasser** und Dr. **H. Wolf**, Wien.

(Mit 18 Textfiguren.)

Die Circulation und Blutfülle in der Milz steht, wie als feststehend erachtet werden kann, unter dem doppelten Einfluss des allgemeinen Blutumlaufes und gewisser durch Eigenbewegungen der Milz bedingter Umstände. — Seit mehr als einem halben Jahrhundert weiss man, dass sich die Milz verkleinern — contrahieren und erweitern kann, dass diese Bewegungen durch die in der Kapsel gelagerten und von der Kapsel in das Stroma dringenden Züge von glatten Muskelfasern entstehen, und dass der Blutgehalt des Organs unter diesen Umständen Veränderungen erleidet, indem locomotionsfähige Teile (Blut) bei der Contraction des Organs herausgepresst werden. — Die periodischen Veränderungen des Milzvolums und ihre Relation zum Volum und zum Blutgehalt anderer Organe des Abdomens liessen sogar weittragenden Gedanken Raum, und wenn die Ansichten auch nicht weit über die Grenzen von Hypothesen hinausgehen konnten, so hält man doch vielfach dafür, dass der Milz gewissermaassen die Rolle eines Regulierungsapparates für den Blutgehalt der Verdauungswerkzeuge zukomme [Landois¹⁾]. Die Erscheinung der Milzcontractionen ist denn auch von vielen und namhaften Forschern studiert worden. — In der Zeit von der ersten Beobachtung durch Rud. Wagner im Jahre 1849 bis zur Arbeit von Roy (1881) fanden die Beobachtungen durchweg an der blossgelegten Milz durch Betrachtung der Grösse, der Oberfläche, der

1) Landois, Real-Encyclopädie, 3. Aufl., Bd. 8 S. 354.

Färbung u. s. w. und durch Messung der Längs- und Querdurchmesser des Organs statt. Die Resultate sind auch bei dieser in gewisser Richtung unvollkommenen Methode ganz bemerkenswerte. Erstens wurde die Eigenschaft der Milz sich zu contrahieren überhaupt zweifellos festgestellt, dann eine Reihe von Ursachen, welche die Contraktionen eben hervorrufen können. Die Freilegung der Milz selbst als Contractionsreiz finden wir da schon betont (Fick), dann die Erstickung, elektrische Reizung der Milz, sensibler Nerven (Ischiadicus), und nicht zum Mindesten gehen noch aus dieser Zeit die Untersuchungen hervor, durch welche der Ursprung und der Gang der die Milz beherrschenden Nerven festgestellt erscheint.

Wir verzichten darauf, auf diese Arbeiten ausführlicher einzugehen, da dieselben vielfach erörtert wurden und ihre Hauptergebnisse (speciell das Innervationsgebiet der Milz) in jedem Lehrbuch der Physiologie Platz gefunden haben.

Die Detailfrage von hervorragendem Interesse ist doch von jeher, welche Rolle bei der Blutbewegung in der Milz deren selbstständigen Contraktionen und Erweiterungen und welche den Kräften der allgemeinen Blutcirculation zukommt.

Eine Verkleinerung des Organs kann sowohl von einer Contraction der Blutgefässe wie von einer solchen des Trabekelsystems herrühren, und von vornherein ist ja die Möglichkeit einer Verkleinerung klar, wenn eine verminderte Speisung der Milzgefässe vorhanden ist.

Wenn man den anatomischen Bau der Milz in Betracht zieht, so scheint eine gemeinsame sehr eng sich aneinanderschliessende Wirksamkeit der Gefässe und der anderen contractilen Elemente ungeheuer plausibel; man weiss, dass die in die Milz eintretende Arterie von der Milzkapsel eine Scheide erhält, welche sie bis in die feinsten Verzweigungen begleitet und sich schliesslich in das Reticulum verliert (Müller), und auch die Tatsache ist bekannt, dass alle contractilen Elemente der Milz ihre Nerven gemeinsam beziehen. Es hätte also von vornherein die Idee gewisse Berechtigung, dass alle nervösen Einflüsse, welche die Blutgefässwandungen verändern, an den anderen contractilen Teilen der Milz ähnliche Veränderungen hervorrufen müssten. — So einfach stehen aber die Dinge nicht. — Schon Schiff¹⁾ sagt, man müsse zweifache

1) Schiff, *Leçons sur la physiologie de la digestion* 1867 p. 416.

Contractionen in der Milz annehmen, die ihres Gewebes und die ihrer Gefässe; das Blasswerden (Farbenveränderung) der Oberfläche werde nur durch die Gefässe der Milz bedingt (wenn man die Oberfläche faradisch reizt) und folgert dies daraus, dass auch nach Unterbrechung der Reizung die Milz dennoch contrahiert und uneben bleibt, obwohl ihre Farbe in dieser Zeit fast zur Norm zurückkehrt; sie wird rot, und dieses Rotwerden verschwindet sogleich bei neuer Reizung. — (Diese Beobachtung von Schiff konnten wir wiederholt bestätigen.)

Zur Entscheidung der etwaigen Sondervorgänge am Milzgewebe und in der Gefässmuskulatur konnte die Methode der directen Beobachtung der blossgelegten Milz naturgemäss nicht ausreichen, da bedurfte man einer Methode, welche es ermöglicht selbst geringfügigste Veränderungen des Milzvolums zu registrieren und bei gleichzeitiger Controlle der Blutdruckschwankungen das Verhalten beider zu beobachten. Diesen Anforderungen entsprach die Methode der Onkometrie der Milz, der Volummessungsmethode, bei welcher das Organ eingekapselt wird und geringste Änderungen ihres Volums registriert werden können; dabei ist die Milz nicht blossgelegt, der Abkühlung und dem Austrocknungsreize nicht ausgesetzt, sondern vor diesen Schädlichkeiten wohl geschützt. Diesen grossen Vorteilen stehen allerdings die Nachteile gegenüber, dass man Farbe, Consistenz und selbst partielle Verkleinerungen resp. Vergrösserungen nicht beobachten kann, sondern nur von der Menge der verdrängten resp. angesaugten Menge der Deckflüssigkeit nur im Allgemeinen die entsprechenden Schlüsse ziehen kann.

Die erste von Roy¹⁾ im Jahre 1881 veröffentlichte Arbeit förderte Resultate zu Tage, welche ausführlicher zu besprechen hier gewiss notwendig erscheint. Die Methode, mit welcher Roy arbeitete, ist dieselbe, welche schon vorher von Roy und Cohnheim zur Prüfung des Nierenvolums angewendet wurde und besteht darin, dass die Milz in eine aus zwei Schalen bestehende, innen mit Kalbsperitoneum überzogene Kapsel gebracht wird; die zwischen fester Wand des Apparates und dem vom Kalbsperitoneum bleibenden Hohlräume werden mit warmem Öl ausgefüllt und sind mit dem Pistonrecorder in Verbindung, welcher die Verdrängung resp. Zurücktreten der Flüssigkeit bei jeder Änderung des Milzvolums registriert.

1) Roy, The Journal of physiology vol. 3 p. 203.

Die Milz eignet sich ganz besonders zu derlei Untersuchungen, da sie ein verhältnismässig langes Mesenterium hat und ziemlich leicht beweglich ist.

Wir werden später Gelegenheit haben, uns über die ganze Roy'sche Versuchsanordnung und ihre Fehler auszusprechen und wollen vorläufig die Resultate seiner Untersuchungen schildern.

Durch Roy scheint es festgestellt, dass die Milz sich schon in Bezug auf ihre normale Circulation von anderen Organen wesentlich unterscheidet. — Die Niere bleibt *ceteris paribus constant* gross bis auf respiratorische und pulsatorische Schwankungen, und so scheint es unter normalen Umständen an allen Organen zu sein. — Die Milz dagegen (bei Hund, Katze und Kaninchen) zeigt rhythmische Contraction und Dilatation — die Systole und Diastole nach Roy — in normalen Intervallen von ungefähr einer Minute; wobei aber die Grösse (Höhe und Länge) der Systole und Diastole grösster Variabilität unterworfen ist. Er hat durch Aichung seines Schreibapparates (10 mm Hebung oder Senkung entsprach 2 ccm Volumsveränderung) und Wägung der nach Absterben der Versuchstiere exstirpierten Milz sogar procentische Berechnungen der Verkleinerungen und Vergrösserungen versucht und in einem Falle eine normale rhythmische Verkleinerung um 18,5 % (des toten Milzgewichtes) constatirt.

Roy sah bei seinen Versuchen niemals eine Pulsation der Milz und folgert schon bei Besprechung der normalen rhythmischen Veränderungen, dass die Milzarterie unverhältnismässig eng sein müsse im Vergleiche mit den anderen Organen. Als noch evidentere Beweis dafür führt er die grossen Differenzen an, welche sich in der Contraction der Milz einerseits bei Compression der Aorta abdominalis vor Abgang der Milzarterie, andererseits bei Reizung irgend welcher vasomotorischen Nerven der Milz zeigen. — Bei Compression der Aorta knapp unterhalb des Diaphragma verringert sich das Volum der Niere, der Därme, der unteren Extremitäten rapid und bedeutend, das der Milz (nach Roy) langsam, ja wenn die Compression in einem Augenblick geschieht, in welchem die Milz normalerweise in Erweiterung begriffen ist (Diastole), so bleibt das Volum bis zum Eintritt der Milzsystole fast unverändert. Die Rapidität der Milzverkleinerung ist bei jeder Reizung von vasomotorischen Nerven viel bemerkenswerter als bei Aortencompression.

Roy vermisst auch irgend welche Abhängigkeit des Milzvolums

von jeweiligen Schwankungen des Blutdruckes und resumiert aus all diesen erwähnten Beobachtungen die in der ganzen Arbeit fast am wichtigsten scheinende Ansicht, dass die Blutfülle der Milz vom arteriellen System abgeschnitten ist und dass die Circulation fast ausschliesslich, wenn nicht ganz von der rhythmischen Contraction der glatten Muskelfasern der Kapsel und der Trabekel beherrscht wird. Auch den Umstand, dass das Volumen an sich grössere Veränderungen aufweist, führt Roy als Argument für seine Anschauung an, denn sonst müsste wohl bei gleichbleibendem Blutdruck auch das Volum der Milz gleich bleiben!

Aus weiteren Versuchen Roy's erhellt, dass die Änderung der Milzvolumina auch vom Blutchemismus abhängig ist, indem Curare Erweiterung und nachfolgend ein Wachsen der rhythmischen Bewegungen des Organs, während andere (intravenös eingebrachte) Substanzen primär eine Verkleinerung und nachfolgend auch eine Vertiefung der rhythmischen Contractionen hervorriefen.

Zwischen Volum und rhythmischen Contractionen findet Roy allerdings kein fixes Verhältnis, nur wenn das Organ sehr stark contrahiert wurde, vermindern sich die normalen Schwankungen.

Zu den Irregularitäten der rhythmischen Milzbewegungen zeigen sich die bei der Niere sehr, bei der Milz weniger häufigen Traube-Hering'schen Wellen, welche stets kürzer sein sollen als die normalen specifischen Wellen der Milz, und sich wohl von diesen differenzieren, indem ihre Teilnahme an der Entstehung der Traube-Hering'schen Wellen charakteristisch hervortritt (Verkleinerung mit der Blutdrucksteigerung zusammenfallend), während die specifischen Milzwellen eben vom Blutdruck ganz unabhängig sind! Durch Zusammenfall der normalen und Traube-Hering'schen Schwankungen können naturgemäss ganz unregelmässige Interferenzcurven entstehen.

Bezüglich des vasomotorischen Mechanismus der Milz ergeben die Versuche von Roy, dass die Erregung des vasomotorischen Centrums durch Sistierung der Atmung (durch etwa eine Minute und länger) und durch directe faradische Reizung eine lebhafte Contraction des ganzen Organs bei gleichzeitiger Blutdrucksteigerung ergibt, und er nimmt an, dass bei der Atemaussetzung sowohl die central bedingte Contraction der Gefässe als auch ein directer Einfluss des mit CO_2 überladenen Blutes auf die contractilen Elemente des

Milzgewebes im Sinne einer Verkleinerung des Organs zusammenwirken.

Als reflektorisch ausgelöste Contraction der Milz stellt sich diejenige nach Reizung des Ischiadicus (central) und des centralen Vagusstumpfes dar, wobei allerdings betont wird, dass bei stets gleicher Reaction der Milz auf den Reiz des centralen Vagusstumpfes der Einfluss auf den Blutdruck nicht immer derselbe war, sondern ab und zu selbst ein Sinken desselben beobachtet wurde. — Als Zeichen einer nicht übermässig extensiven Wirkung der reflectorischen Reize auf die Milz sieht Roy den Umstand an, dass die normalen Volumschwankungen der Milz sich sofort nach vorübergegangener Contraction einstellen und grösser erscheinen als vor der Reizung, was zu den Effecten directer Reize der eigenen vasomotorischen Nerven der Milz insofern einen Gegensatz bildet, als nach diesen die Contraction nach Sistierung der Reize nicht rasch vorübergeht und die normalen Schwankungen kleiner werden.

Directe Reizungen des Splanchnicus und des peripheren Vagusstumpfes verkleinerten die Milz sofort und sehr intensiv.

Die Verkleinerung der Milz bei Reizung des peripheren Vagusstumpfes fällt durchaus nicht zeitlich zusammen mit den Schwankungen des Blutdruckes, die Contraction dauert noch an, wenn auch der Blutdruck längst wieder in die Höhe gegangen ist; ein Umstand, durch welchen Roy auch seine Ansicht der Unabhängigkeit der Milzcirculation vom Blutdruck stützen will.

Durchschneidung beider Vagi und beider Splanchnici hatten übrigens keinen Einfluss auf das Volum und auf die normalen Schwankungen der Milz, und Reizung eines sensiblen Nerven war noch immer im Stande, eine Contraction des Organs zu bewirken, es müssen also nach Roy ausser diesen vier Wegen (zwei Vagi und zwei Splanchnici) noch auf irgend einem Wege vasomotorische Einflüsse vom Centrum zur Milz befördert werden können.

Wie also hervorgehoben, legt Roy das Hauptgewicht auf die vom Blutdruck unabhängige, unter nervösem Einflusse selbstständig regulierte Circulation in der Milz.

Wir werden Gelegenheit haben, im Verlaufe der Besprechung unserer eigenen Versuche auf mehrere von Roy aufgestellten Gesichtspunkte zurückzukommen.

In dem physiologischen Laboratorium des University-College in

London soll Bradford¹⁾ die Versuche mit dem Roy'schen Apparat wieder aufgenommen, aber wegen grosser Schwierigkeiten und der Unmöglichkeit, verlässliche Resultate zu gewinnen, wieder aufgegeben haben. Dies veranlasste Schaefer und Moore ein einfaches aus Guttapercha gemachtes Onkometer zu construieren, in welches die Milz eingelegt, bedeckt, die das Mesenterium aufnehmende Spalte mit Vaseline gedichtet wurde und die Volumveränderungen durch einfache Luftübertragung registriert wurden.

Trotzdem Schaefer und Moore vielfach das ganze Mesenterium der Milz durchtrennt haben, so dass nur eine Arterie und Vene intact waren, ist es ihnen gelungen, ganz schöne Volumpulse zu schreiben, welche ganz genau mit den Carotispulsen zusammenfallen. Es erscheint damit, dass die ganze Annahme von Roy, dass erstens die Milzarterie ungewöhnlich enge sein müsse und dass zweitens die Circulation fast ausschliesslich durch die Eigenbewegungen der Milz beherrscht werde, auf technischer Unvollkommenheit der Apparate beruhte. Auch sahen Schaefer und Moore, dass bei ausgeschnittener Milz selbst ein abnorm niedriger Druck genügend war, die Circulation aufrecht zu erhalten, selbst wenn (was oft vorkommt) rhythmische Contractionen ganz fehlten.

Die normalen rhythmischen Contractionen fanden Schaefer und Moore nicht in so strenger Regelmässigkeit wie Roy, doch immerhin im Zeitraum von ungefähr einer Minute sich wiederholend. Chloroformnarkose beeinträchtigte die rhythmischen Contractionen bedeutend, dagegen Morphinum und Morphinum mit Atropin garnicht. Curare lässt sie ungehindert frei. Die Schwankungen fanden sie theils mit Blutdruckschwankungen zusammenfallend, theils entgegengesetzt, so dass dem Steigen der einen Linie ein Sinken der anderen gegenüberstand, und zwar nahm nach Durchtrennung sämtlicher Milznerven das Organ an den Blutdruckschwankungen passiven, während bei intacten Nerven es an der Erzeugung der (Traube-Hering'schen) Schwankungen activen Anteil nahm.

Bezüglich der nervösen Reize besteht zwischen den Beobachtungen von Roy und Schaefer und Moore mit Ausnahme der Frage des peripheren Vagusendes eine völlige Übereinstimmung. — Reizung der Medulla oblongata sowie des Splanchnicus riefen die bekannten Contractionen hervor; nur ein einziges Mal gelang es ihnen, bei

1) Siehe Schaefer und Moore, *The Journal of physiol.* vol. 20 p. 1. 1896.

Augenblicksreiz des Splanchnicus eine Dilatation zu erzielen, und nur einmal sahen sie, dass eine stärkere Reizung des Splanchnicus (12 cm) eine Contraction, eine schwächere (15 cm) Dilatation hervorrief, ohne dass sich der Blutdruck dabei geändert hätte. Sie sind daher der Meinung, dass in dem Splanchnicus nicht nur motorische, sondern auch Hemmungsfasern für die Milz verlaufen. — Diese Annahme unterstützen sie auch dadurch, dass sie an einer ausgeschnittenen und durchbluteten Milz auf Reizung der Nervenstämme 30 Minuten nach der Excision lebhafte Contraction, drei Stunden später deutliche Dilatation erhielten. — In der Frage des peripherischen Vagusstumpfes differieren die Ansichten von Schaefer und Moore von denen anderer Autoren vollständig. — Wie erwähnt, fand Roy bei dieser Reizung stets lebhafte Contraction des Organs, und vor Roy wurde dieses Verhalten durch Oehl mit grösster Bestimmtheit constatirt, von Bulgak¹⁾ allerdings in Abrede gestellt. — Schaefer und Moore bekamen in ihren Versuchen niemals eine Contraction nach Reiz des peripheren Vagusstumpfes. — Über die Ursachen und Bedeutung dieses Befundes wollen wir uns weiter unten äussern.

Reizung des centralen Vagusendes, sowie der die Arterie begleitenden Nerven verursachte starke Contraction des Organs.

Eine gewisse Unabhängigkeit des Rhythmus ist nach Schaefer und Moore daraus zu entnehmen, dass die normalen Schwankungen, wenn auch in schwächerem Maasse, vorhanden sind, wenn das Organ nervös vollständig abgetrennt ist, ja wenn es ganz herausgenommen und durchblutet wird. Die nervös abgetrennte Milz ist naturgemäss Schwankungen des Blutdrucks doch viel mehr unterworfen, und kann sich dann wie andere Organe verkleinern oder vergrössern, je nach der Grösse des herrschenden Druckes; eine ganz isolierte und nur durch ein in die Arterie eingefügtes Glasrohr mit dem Gefässsystem in Verbindung stehende Milz antwortet auch auf Blutdruckveränderungen in entsprechend passiver Weise.

Bei Einverleibung gewisser Mittel in die Blutbahn fanden Schaefer und Moore die folgenden Veränderungen:

Curare veränderte das Milzvolum dem auf den Blutdruck ausgeübten Einfluss entsprechend, bald trat Vergrösserung, bald mit Sinken des Blutdruckes Verkleinerung ein. — Nebennierenextract

1) Bulgak, Virchow's Archiv Bd. 65 S. 181.

E. Pflüger, Archiv für Physiologie. Bd. 108.

rief stets starke Contraction hervor (nebst Blutdrucksteigerung); Extract von Hirnsubstanz vergrösserte die normalen Wellen sehr bedeutend und rief fallweise eine Contraction hervor; ebenso war von contrahierendem Einfluss ein wässeriges Extract von Lymphdrüsensubstanz.

Die Atemaussetzung war von der von allen Autoren betonten Contraction gefolgt, der Frage, wieviel dabei von der Verkleinerung des Organs auf Rechnung der vom Centrum erregten Gefässe und wieviel auf Rechnung der eigenen Muskelfasern der Milz kommt, rücken sie durch die Beobachtung näher, dass die Dispnoë bei intacter nervöser Verbindung der Milz sofortige Contraction mit nachfolgender Verstärkung der rhythmischen Bewegungen hervorrief; während bei durchtrennten Nerven erst eine dem erhöhten Blutdruck entsprechende Vergrösserung entstand, und dann bei totaler Asphyxie das Volumen sich langsam verkleinerte.

Bezüglich der Innervationssphäre der Milz bestätigen Schaefer und Moore im Grossen und Ganzen die schon von Bulgak festgestellte Tatsache, erweitern aber das Gebiet vom 3. bis zum 14. intervertebralen Ganglion. Die stärkste Contraction erscheint bei Reizung des 6., 7. und 8. Cervialganglion, und die für die Milz bestimmten Nervenfasern laufen nicht beiderseits symmetrisch, sondern wesentlich mehr auf der linken Seite als rechts.

Mit diesen zwei Arbeiten (Roy und Schaefer-Moore) ist die Serie der onkrometrischen Untersuchungen der Milz erschöpft. — Wir sehen die cardinale Differenz zwischen den Conclusionen beider in Betreff der Bedeutung der Blutdruckschwankungen für das Volum der Milz, Differenzen in der Technik und differierende Ansichten über die Wirkung des Vagus sowie über die Art der Dyspnoëwirkungen. — Wir hielten die Technik selbst in beiden Arbeiten nicht für genügend exact und versuchten die ganze Serie der Untersuchungen mit vielfachen Modificationen der Technik nachzuprüfen.

Bei Durchführung unserer Versuche sind wir sehr bald der grossen Schwierigkeiten der Onkometrie an der Milz bewusst geworden. — Die Methode von Roy unverändert durchzuführen, schien uns aus folgenden Gründen nicht gut möglich: 1. Wir fanden, dass bei den kleinen und schnellen Volumveränderungen der Milz die Schreibung wegen der grossen inneren Reibung des von Roy verwendeten Öles nicht mit wünschenswerter Promptheit vor sich geht.

Roy war jedoch gezwungen Öl zu gebrauchen, nachdem er seinen Apparat mit Kalbsperitoneum auskleidete, welches nach unseren Erfahrungen kaum je ganz lückenfrei gefunden wird, für das leichter bewegliche Wasser durchgängig ist und sich überhaupt für die Herstellung luftdichter Räume kaum eignet. 2. Der das Mesenterium aufnehmende Spalt des Roy'schen Apparates ist zu eng, wodurch leicht Compression der zu und abführenden Gefässe vorkommen und zu falschen Schlussfolgerungen führen kann. Das Mesenterium ist meist mit mehr oder minder viel Fett versehen, welches man ohne Blutungen zu erzeugen, nicht leicht abpräparieren kann.

Auch die Methode von Schaefer und Moore schien uns nicht tadellos zu sein. — Sie verwendeten, wie erwähnt, eine Guttaperchaschachtel, in welche die Milz eingelegt wurde; die Dichtung am Durchtritt des Mesenteriums machten sie mit in Vaseline getauchte Baumwolle; die Ausschläge schrieben sie durch Luftverdrängung.

Wir hatten die Absicht, auch den Einfluss von auf die Körperoberfläche applicierten Reizen auf das Volum der Milz zu prüfen, und waren daher genötigt, unseren Apparat bei einer Reihe von Versuchen in die Bauchhöhle zu versenken, um nicht die Schreibung durch unmittelbaren Einfluss der differenten Temperaturen auf die Kapsel zu beeinflussen. — Für diesen Zweck sind die Apparate von Roy und Schaefer-Moore zu gross, der der Letzteren wegen der labilen Dichtung auch unbrauchbar, so dass beide also nur ein Arbeiten ausserhalb der Bauchhöhle gestatten.

Wir benutzten zum Teil die Roy'sche Kapsel, die wir von allen unnötigen Anhängseln befreiten und dadurch wesentlich kleiner machten, zum Teil Schalen, wie sie den inneren des Roy'schen Apparates entsprechen. — Der von uns bei den Versuchen innerhalb der Bauchhöhle stets und sonst mit dem originalen Roy'schen abwechselnd benutzte Apparat bestand aus zwei miteinander gar nicht verbundenen Schalen von 12 cm Länge, 4 cm Breite und 2,5 cm Tiefe, sie waren an den schmalen Enden abgerundet und hatten einen 5 mm breiten aufgebogenen Rand. — Gegen die Peripherie verschmälerten sich die Schalen, so dass sie im Querschnitt ein an der Spitze abgerundetes Dreieck vorstellten. — An dem Grat hatte jede Schale eine runde Öffnung (5 mm Durchmesser), die eine noch ein etwa in der Mitte angelötetes Rohr von 1 cm Länge.

Zur Herstellung der Hohlräume verwendeten wir

Condomgummi, den wir mit dem gewöhnlichen Klebstoff für Pneumatikschläuche an die Schalen anklebten. — Der Klebstoff enthält entweder Schwefelkohlenstoff oder Benzol, welches auch etwas von dem Condomgummi auflöste, und nach dem Trocknen stellte sich eine vollständig dichte Verbindung zwischen dem Condomgummi und den Schalen her.

Die derart hergerichtete Vorrichtung blieb wochenlang gebrauchsfähig, wenn die Gummimembran feucht erhalten wurde. — Kleine Löcher in derselben kann man schliessen, indem man sie nach vorheriger Trocknung mit einem Tropfen des Klebstoffes deckt.

Die eine Hälfte des Onkometers wurde nach der jeweiligen Grösse der Milz mehr oder minder mit warmem Wasser gefüllt und mit einem kleinen Gummipfropfen geschlossen, so dass sich dadurch eine polsterartige Unterlage für die Milz bildete.

Die zweite Hälfte wurde ebenfalls mit Wasser gefüllt (von welchem beim Aufstülpen auf die Milz ein Teil verdrängt wird), und durch einen kurzen Schlauch mit einem Glasrohre verbunden, in dem der Stand des Wassers zu beobachten war. Man konnte sich dadurch auch jederseits von der Dichtigkeit der Kapsel überzeugen. Zwischen die zwei Schalen wurde mit Ausnahme eines etwa 10 cm langen Stückes ringsherum eine in der Breite dem aufgehobenen Rand angepasste 5 mm dicke Gummiplatte gelegt, wodurch vorne ein zur Aufnahme des Mesenteriums geeigneter Spalt frei blieb. — Wenn die Milz eingelagert war, dienten dünne Gummiringe zum Auseinanderhalten der beiden Schalen.

Die Bewegungen des Wasserspiegels in dem Glasrohre wurden mit Luft auf eine Marey'sche Trommel übertragen, welche auf einem Hering'schen Kymographion schrieb. — (Meist benutzten wir die gewöhnlichen horizontalen Marey'schen Trommeln, bei sehr kleinen Ausschlägen die sehr empfindliche vertical gestellte Trommel von Knoll. Bei der horizontalen Trommel wird eine Contraction der Milz durch Absteigen der Curve, eine Dilatation durch Ansteigen derselben angezeigt, die verticale Trommel schreibt in entgegengesetzter Richtung.) —

Das Ligamentum gastrolienale ist am oberen Teile so straff und kurz, dass man den oberen Pol der Milz von seinem Mesenterialansatze ablösen muss, um sie in die Kapsel legen zu können. — Wir trennten daselbst also das Mesenterium nach doppelter Ligatur durch. Auch Roy sah sich zu derartigem Vorgehen gezwungen.

Schaefer und Moore durchtrennten sogar häufig das ganze Mesenterium bis auf eine Arterie und Vene. — Dieses Abschnüren eines Milztheiles hat jedoch auch seine unangenehmen Seiten. Wir sahen fast immer, dass derjenige Teil der Milz, welcher von seinem Mesenterium abgelöst war, tief cyanotisch wurde, und erschien selbst dann, wenn die übrige Milz stark zusammengezogen war, blass und wie gekörnt. Die Kapsel des abgeschnürten Milztheiles war stets straff gespannt. — Es schien uns, dass ein derartig veränderter Teil der Milz an den Grössenveränderungen keinen oder nur einen sehr geringen Anteil nehmen und wohl auch die Untersuchungsergebnisse beeinflussen kann.

Ob Roy und Schaefer und Moore diese oder ähnliche Beobachtungen gemacht haben oder nicht, erhellt aus ihren Mitteilungen nicht.

Wir wollen in Folgendem die von uns verfolgte Versuchsanordnung skizzieren:

Wir machten unsere Versuche durchwegs an curaresierten Hunden. — Jede andere Art der Narkose vermieden wir nach einer Anzahl von Versuchen, weil wir fanden, dass die Äther-Chloroform oder die Chloroformnarkose für die onkometrischen Versuche der Curaresierung nachsteht.

Bei den genannten Arten ist ein schwer vermeidlicher Wechsel in der Tiefe der Narkose oft Ursache von bedeutenden Schwankungen des Blutdruckes, welche bei vorsichtiger Curaresierung ziemlich ausgeschlossen sind.

Die Bauchhöhle wurde, wenn der Onkometer ausserhalb bleiben sollte, seitlich breit eröffnet und die Milz hervorgezogen; wenn der Apparat versenkt werden sollte, gingen wir in der Linea alba ein und lagerten den Apparat mit der eingekapselten Milz so, dass seine Lage der natürlichen Situation der Milz entsprach. — Der von der oberen Schale abgehende, zur Marey'schen Trommel führende Schlauch wurde durch eine kleine Bauchwunde hervorgezogen und die Operationswunde durch Naht oder Klemmen geschlossen.

Wir haben in der grossen Reihe unserer Versuche den Eindruck gewonnen, dass man einen Apparat von der Grösse unseres Onkometers leicht in die Bauchhöhle (von Hunden von etwa 10 kg) versenken kann, ohne die freie Circulation der anderen Bauchorgane zu gefährden; wir sahen an den Nachbarorganen der Milz nach dem Versuch auch nicht die mindeste Veränderung, welche man auf

Druck des eingelagerten Apparates hätte zurückführen können. — Allenfalls kann bei Einlagerung des Apparates in die Bauchhöhle leicht durch geringfügige Änderung seiner Lage ein Druck auf die Mesenterialgefässe erfolgen, ja dieselben abgeklemmt werden, wodurch die ganze Circulation im Organ leidet und die Versuchsergebnisse unbrauchbar werden. — Ist der Apparat ausserhalb der Bauchhöhle befestigt, so sind die Gefässe durch leichte Streckung des Mesenteriums vor Compression unschwer frei zu halten.

Die Milz selbst ist recht empfindlich und ein stärkeres Anfassen löst oft schon eine mit freiem Auge sichtbare Verkleinerung derselben aus.

Die Resultate unserer Versuche sind nun die folgenden:

Vorerst fanden wir die von Roy und Schaefer-Moore gleichsinnig beschriebenen rhythmischen Schwankungen des Milzvolums, welche ohne Veränderung des Blutdrucks vor sich gehen; weiters Wellen, welche mit Änderungen des Blutdrucks verbunden sind. (Fig. 1—4.)

Die ersteren normalen rhythmischen Wellen zeigten in Länge und Höhe ziemliche Differenzen. Die Länge schwankte zwischen 32 und 53 Secunden, die Höhe zeigte wesentlich grössere Differenzen, und zwar von 1 bis 6 cm. — Immerhin kann man bezüglich der Länge, und auf diese kommt es hauptsächlich an, sagen, dass unser Befund wohl etwas unter dem von Roy zurückbleibt, doch im Grossen und Ganzen übereinstimmend ist und man die Wellenlänge der rhythmischen Volumveränderungen der Milz als durchschnittlich etwas unter einer Minute annehmen kann. —

Die zweiten mit Blutdruckveränderungen einhergehenden rhythmischen Wellen hatten zweierlei Charakter. — Einmal gingen sie parallel mit den Blutdruckschwankungen, ein andermal diesen gerade entgegengesetzt, so also, dass in der einen Gruppe einem Steigen des Blutdrucks eine Vergrösserung der Milz entsprach, in der anderen damit eine Verkleinerung des Organs zusammenfiel. — Diese Wellen unterscheiden sich von den normalen rhythmischen Schwankungen ausser durch ihr Zusammenfallen mit Veränderungen des Blutdrucks durch ihre wesentlich geringere Länge. — Sie können die Länge von 5—6 Secunden haben, die längsten, welche wir zu beobachten Gelegenheit hatten, eine Länge von 18—20 Secunden.

Fig. 1. Normale Volumschwankungen ohne Änderung des Blutdrucks.

Fig. 2. Normale Volumschwankungen ohne Änderung des Blutdrucks.

Fig. 3. Volumschwankungen mit Änderung des Blutdrucks (Traube-Hering'sche Wellen). Wellen entgegengesetzt.

Sie entsprechen entschieden denjenigen Wellen, welche wir unter der Bezeichnung der Traube-Hering'schen Wellen kennen, und

Fig. 4. Volumschwankungen mit Änderung des Blutdrucks (Traube-Hering'sche Wellen). Wellen parallel.

Fig. 5. Atemaussetzung. Verticale Trommel. (Contraction der Milz durch Bewegung der Linie nach oben angezeigt.)

stellen zwei Typen dieser Schwankungen dar, und zwar erstens solche, bei welchen die Milz activ an der Erzeugung der Blutdruckschwan-

kungen (Erhöhung des Blutdrucks durch Contraction) teilnimmt (Fig. 3), und zweitens solche, bei welchen sie durch Schwankungen des Blutdrucks passiv ihr Volumen ändert (Fig. 4) (Vergrößerung, sobald der Blutdruck stieg). Wir wollen im Rahmen dieser Arbeit nicht auf die Bedingungen eingehen, unter welchen diese Wellen entstanden sind, nur so viel sei bemerkt, dass wir dieselben oft am Anfange des Versuches sahen, bevor ausser dem operativen an dem Tier irgend ein Eingriff gemacht worden wäre. — Die Erfahrungen über diese Art rhythmische Schwankungen erlauben allerdings, dass man schon die Curaresierung und das durch die Einkapselung der Milz verursachte Trauma als provocatorische Ursache der Schwankungen in Anspruch nimmt. — Analoge Erscheinungen sahen wir auch an der Niere.

Ausserdem sahen wir wohl nicht immer, doch in den meisten Versuchen deutliche Pulse (Volumpulse) der Milz.

Die letztere Beobachtung besagt in Übereinstimmung mit dem Befunde von Schaefer und Moore, dass die arterielle Verbindung der Milz nicht so ausserordentlich enge sein kann, wie es Roy wegen Mangels jeder pulsatorischen Schwankung in seinen Curven anzunehmen geneigt ist.

Gehen wir nun zu unseren Versuchen mit Aussetzung der Atmung über.

Wird beim curaresierten Tier die künstliche Atmung unterbrochen, so verschwinden vorerst selbstverständlich die Atemschwankungen. Der Blutdruck und das Volum der Milz bleiben einige Zeit auch unverändert, nach mehr oder minder langer Dauer steigt der Blutdruck, und die Milz verkleinert sich, die Pulse der Milz werden ganz klein oder verschwinden, und nur vereinzelte besonders kräftige Pulse zeigen sich auch in der Milzcurve. Die Zeit, wie lange die Atempause dauern muss, damit die genannten Erscheinungen auftreten, ist ganz und gar nicht genau bestimmbar; mitunter fing der Blutdruck in der zehnten bis zwölften Secunde zu steigen an (Fig. 5), ein anderes Mal erst nach 20 Secunden, in einigen Fällen sofort nach Aussetzung der Atmung. Die Verkleinerung der Milz erscheint mitunter gleichzeitig mit der Veränderung des Blutdrucks, sehr oft aber später, ja in einem Falle (Fig. 6) um volle 60 Secunden später.

Fig. 6. Atemaussetzung. Verticale Trommel, Contraction: ↑.

Sobald man mit der Atmung wieder einsetzt, fällt der Blutdruck wieder rasch auf seine frühere Höhe herab, die Milz bleibt jedoch stets länger in contrahiertem Zustande und erreicht nur langsam ihre frühere Grösse.

Zur Analyse dieser Erscheinung muss man daran erinnern, dass die Verkleinerung der Milz durch Contraction der Gefässe und des trabekulären Gewebes entstehen kann. Auf welche Teile und in welcher Weise wirkt nun die Dyspnoe? Wohl auf beide! — Ob der Contractionsreiz nur als vom Centrum ausgehend betrachtet werden, oder ob man annehmen soll, dass die dyspnoetische Blutbeschaffenheit local zur Contraction anregt, ist aus onkometrischen Curven schwer zu entscheiden. Bulgak (l. c.) beruft sich in seiner Publication auf Versuche von Sabinsky, dem es gelungen ist Contraction der Milz zu erzielen, wenn er in die Milzarterie defibriniertes Blut eines erstickten Tieres injiziert hatte. Diese von Setschenoff bestätigte Erscheinung spräche deutlich für eine locale Wirkung. Zeitlich verhält sich die Sache, wie erwähnt, sehr häufig so, dass die Blutdrucksteigerung viel früher erscheint als die mächtige Verkleinerung des Organs. Wenn also die Ursache der Contraction aller muskulären Elemente der Milz nur in einer Reizung des Centrums bestünde, dann müsste die Verengerung der Gefässe (in der Milz parallel mit denen anderer Organe) mit der Contraction der Trabekel zusammenfallen. — Die ausgiebigsten Verkleinerungen der Milz sind aber jedenfalls ein hauptsächlichstes Resultat der Trabekelcontraction, und die häufige Verspätung dieser bedeutenden Verkleinerung bei schon einige Zeit bestandener Blutdruckerhöhung legt entschieden den Gedanken nahe, dass sich die Balken erst später — etwa auf den Reiz des dyspnoetischen Blutes contrahieren. — Dass die Gefässe der Milz auch contrahiert sein müssen, erhellt ausser dem Verschwinden der Pulse daraus, dass bei passivem Verhalten der Gefässe der Milz der erhöhte Blutdruck das Blut stärker hineintreiben und damit der Verkleinerung durch Trabekelcontraction entgegenarbeiten müsste.

Bei Compression der Aorta oberhalb des Zwerchfelles erscheint eine plötzliche Verkleinerung des Organs, die Pulse verschwinden, und ebenso plötzlich vergrössert sich die Milz, wenn der Verschluss der Aorta aufgehoben wird, ja ihr Volum wird sehr häufig grösser als sie vor der Aortencompression war (Surdilatation) (Fig. 7).

Fig. 7. Compression der Aorta oberhalb des Zwerchfells. Horizontale Trommel, Contraction: $\downarrow$.

Im Gegensatze zu Roy betonen wir, dass bei der Aortencompression der Abfall des Milzvolums ein sofortiger und sehr energischer ist und von derjenigen nach Reizung der Eigennerven der Milz kaum oder gar nicht different ist. — Man hat also nicht die Berechtigung, die von Roy daraus gezogenen, vorne erwähnten Consequenzen ja selbst in Erwägung zu ziehen. — Eine Differenz besteht nur darin, dass das Volum der Milz bei Compression der Aorta eben unbedingt nur den Blutdruckschwankungen folgt und die Verkleinerung nicht einen Augenblick länger anhält als die Compression der zuführenden Gefässe, während bei activer Verkleinerung, wie wir noch sehen werden, die Contraction nicht so rasch vorübergeht.

Es bedarf also kaum der näheren Erörterung, dass hier die Grössenveränderung vorzüglich, wenn nicht ganz von der Blutzufuhr abhängt; das Organ wird im Augenblick der Compression der Aorta anämisch und klein.

Dennoch ist theoretisch eine Beteiligung der Trabekeln an der Verkleinerung nicht auszuschliessen, da die plötzliche hochgradige Anämie auch einen Contractionsreiz auf die contractilen Elemente des Milzgewebes ausüben kann.

Die sofortige Dilatation und noch mehr die Surdilatation sprechen allerdings dafür, dass eine solche Contraction der Trabekel, falls sie vorhanden ist, nicht gross und noch weniger nachhaltig sein kann.

Compression der Aorta unterhalb des Abgangs der Milzarterie ruft selbstredend Vergrösserung des Organs durch vermehrten Blutzufluss hervor. Die Vergrösserung verschwindet nach Freiwerden der Aorta sofort und macht einer vorübergehenden Verkleinerung Raum.

Bei Reizung sensibler Nerven zeigen sich die folgenden Resultate.

Reizt man den centralen Stumpf des Nervus ischiadicus, so verkleinert sich die Milz, und der Blutdruck steigt (Fig. 8). Die Veränderung des Milzvolums und des Blutdrucks fallen zeitlich vollkommen zusammen. — Nach Aufhören des Nervenreizes fällt der Blutdruck sofort, während die Verkleinerung der Milz länger anhält; sie verliert sich nur allmählich. — Die Milzpulse verkleinern sich auf der Höhe der Contraction des Organs, ja sie verschwinden fast oder ganz, um bei der langsamen Vergrösserung wieder zu erscheinen. — Der Blutdruck sinkt nach Aufhören des Nervenreizes

Fig. 8. Reizung des Ischiadicus (centraler Stumpf). Verticale Trommel, Contraction: $\uparrow$.

oft unter das Niveau, welches er vor dem Reiz eingenommen hatte, und entsprechend dieser Drucksenkung erscheint dann eine noch markantere Verkleinerung der Milz.

Es sind daher an der Verkleinerung der Milz nach Ischiadicusreizung sowohl die Gefässe als auch die Trabekel beteiligt. — Die Contraction der Gefässe geht rascher vorüber, die Trabekelcontraction dauert länger an.

Die Differenz, welche Roy fand, dass bei reflectorischer Verkleinerung der Milz die Contraction sehr rasch vergehen und vertieften rhythmischen Schwankungen Raum geben soll, während nach directen Reizen lange Contraction und nachher verkleinerte Wellen erscheinen, konnten wir nicht finden. — Die Effecte sind sich stets gleich geblieben.

Die Reizung des centralen Vagusstumpfes wirkt wie die Reizung eines sensiblen Nerven. — Die Milz verkleinert sich, und die Verkleinerung hält längere Zeit an als die Blutdrucksteigerung (Fig. 9). Der Effect bleibt gleich, ob man den Nerven faradisch oder mechanisch reizt. — Die Verkleinerung erscheint jedoch bei Reizung des centralen Vagusstumpfes nicht immer so prompt wie nach Ischiadicusreizung, und die Ausschläge sind von sehr wechselnder Grösse.

In einem Falle, in welchem das Milzvolum sich nur sehr wenig verkleinerte, blieb eine Blutdrucksteigerung aus.

Wird der Vagus am peripheren Stumpfe gereizt, so tritt mit dem Herzstillstand eine meist sehr bedeutende Verkleinerung der Milz auf, die Pulse verschwinden vollständig, und nur einzelne besonders starke Vaguspulse zeigen sich an der Milzcurve (Fig. 10). — Die Milz erreicht nach Aufhören des Reizes, trotz des normal gewordenen Blutdrucks, ihre Grösse sehr langsam wieder.

Es würde nach den verschiedenen bisherigen Betrachtungen das beschriebene Verhalten der Milzcurve dafür sprechen, dass Anämie und Contraction der Trabekeln die Verkleinerung des Organs bewirken und der Auffassung Raum geben, dass im Vagus Fasern verlaufen, welche diese Contraction auslösen. — Diese Wirkung wird, wie Eingangs erwähnt, von Schaefer und Moore bestritten; sie sprechen jeden Einfluss der peripherischen Vagusreizung auf die Milz ab, nachdem sie bei einem mit Morphin und Atropin narkotisierten Tier die erwähnte Reizung auf die nervös isolierte Milz unwirksam fanden. — Schaefer und Moore finden merkwürdigerweise die Menge (0,005) des von ihnen intravenös injicierten Atropins

Fig. 9. Mechanische Reizung des centralen Vagusstumpfes. Verticale Trommel, Contraction: ↑.

Fig. 10. Reizung des peripheren Vagusstumpfes. Verticale Trommel, Contraction ↑.

viel zu klein, als dass dadurch die Herzäste des Vagus gelähmt werden könnten. Diese Auffassung ist wohl abzulehnen, aber feststehend erscheint, dass bei durch Atropin gelähmten Herzästen die Reizung des peripherischen Vagusstumpfes ohne Wirkung auf das Milzvolum blieb.

Ein Versuch schien uns geeignet, die Annahme von Schaefer und Moore zu stützen.

Bei einem Hunde, dessen beide Splanchnici durchschnitten waren, konnten wir vom linken peripheren Vagusstumpf wohl Pulsverlangsamung, jedoch selbst durch stärkste Ströme keinen Herzstillstand erzeugen, es trat sehr geringe rasch vorübergehende Blutdrucksenkung auf, und die Milz verkleinerte sich minimal, die Verkleinerung dauerte nicht um einen Augenblick länger als die Blutdrucksenkung und gab einer Vergrößerung mit starken Pulsen Platz.

Die Reizung des rechtsseitigen Vagusstumpfes erzeugte den typischen Herzstillstand und die sonst stets gefundene starke Verkleinerung der Milz; die Verkleinerung überdauerte aber den Reiz nicht, sondern wich einer nachträglichen Vergrößerung, und die Pulse, welche während der Contraction klein oder den langsamen Vagusschlägen entsprechend grösser, aber selten waren, erschienen im Vergrößerungsstadium ziemlich vergrössert.

Während also bei intacten Splanchnicis die Reizung des peripherischen Vagusstumpfes das Organ nicht nur anämisch macht, sondern eine intensive Contraction hervorruft, ist die Milz bei durchschnittenen Splanchnicis scheinbar in eine mehr von der Blutbewegung abhängige Lage geraten, und es schien als ob unter diesen Vorbedingungen der Vagus nach Maassgabe seiner Wirkung auf die Herzäste von ausschlaggebender Bedeutung für die Milz wäre.

Es lag nahe, diese Umstände bei Atropinlähmung der Herzäste des Vagus zu kontrollieren, und es zeigte sich nun, dass die Reizung des peripherischen Vagusstumpfes bei gelähmten Herzästen auch eine ziemlich intensive Contraction des Organs hervorzurufen geeignet ist (Fig. 11), wodurch auch der Beweis erbracht ist, dass im Vagus zweifellos Fasern verlaufen, welche zur Milz ziehen.

Die negativen Resultate von Schaefer und Moore erklären sich daraus, dass sie die Milz nervös völlig isoliert, also auch die zuführenden Vagusfasern durchschnitten haben. — Unter diesen Umständen ist die Milz allenfalls ganz von den Blutdruckverhältnissen

Fig. 11. Reizung des peripheren Vagusstumpfes. Atropinlähmung der Herzäste, beide Splanchnici durchschnitten.
Horizontale Trommel, Contraction: $\uparrow$.

abhängig. — In unserem oben angeführten Versuch war der linke Vagus, wie dies nicht sehr selten vorkommt, unwirksam (der Herzstillstand trat nicht ein, und auch die Milzcontraction blieb aus) und zwar wohl im ganzen Verlauf des Nerven. — Der Ausfall der Wirkung trifft sowohl die Herz- als auch die Milzäste. — Die alleinige Durchschneidung der Splanchnici dürfte hierbei keine Rolle spielen.

Der Splanchnicus führt auch die Nervenfasern, welche zu den Gefässen der Milz ziehen. — Es ist schon lange bekannt, dass seine Reizung eine Verkleinerung der Milz erzeugt. — Auch unsere Versuche zeigen typisch diese Erscheinung, und aus der Schnelligkeit des Auftretens, aus dem schnellen Verschwinden der Pulse, der langen Dauer der Verkleinerung ist ersichtlich, dass diese durch Contraction aller contractilen Elemente der Milz zu Stande kommt. — Nach Ablauf der Contraction erscheint meist eine stark ausgesprochene Vergrösserung des Organs. — Welcher Art der Reiz des Splanchnicus auch sei, ob mechanisch (Fig. 12) oder elektrisch (faradisch) (Fig. 13) durch Zerrung des Nerven oder des durchschnittenen: der Effect bleibt stets derselbe.

Die Versuche, vom Splanchnicus aus primäre Vergrösserungen auszulösen, sind durchwegs misslungen, sowohl Einzelschläge als auch Dauerreizungen mit sehr kleiner Stromstärke bewirkten stets nur Contraction und niemals eine Vergrösserung der Milz. — Schaefer und Moore ist es einmal bei derartiger Dauerreizung mit sehr geringer Stromstärke gelungen, die Milz primär zur Vergrösserung zu bringen, es scheint aber dieser Effect peripheren Stumpfes, wohl sehr selten auszulösen sein.

Intravenöse Injection von Adrenalin oder Oposuprarenin bringen begreiflicherweise die Milz rapid und energisch zur Verkleinerung, wobei der Blutdruck entsprechend steigt. — Die directe periphere Wirkung dieser Mittel auf die glatten Muskelfasern (der Gefässe und wohl auch der Trabekel) erhellt aus dem folgenden Versuche: Macht man die intravenöse Injection, nachdem man vorher beide Splanchnici durchschnitten hat, so kommt die Milz dennoch zur Verkleinerung, die Pulse werden kleiner oder verschwinden auf der Höhe der Contraction (Fig. 14). — Der Blutdruck zeigte bei allen unseren derartig ausgeführten Versuchen einen relativ geringen Anstieg (Fig. 15 u. 16). Es wäre daraus vielleicht mit gewisser Berechtigung die Conclusion abzuleiten, dass an der Verkleinerung der Milz bei Injection von Nebennieren-

extract den grösseren Anteil die glatten Muskeln des Muskelgewebes haben, sobald die Gefässe, von dem sei beherrschenden Nerven abgetrennt, atonisch geworden sind.

Fig. 12. Mechanische Reizung des Splanchnicus. Horizontale Trommel, Contraction: †.

Fig. 13. Faradische Reizung des Splanchnicus. Horizontale Trommel, Contraction: $\downarrow$.

Fig. 14. Injection von Adrenalin, Splanchnici durchschnitten, Contraction mit Blutdrucksteigerung. Horizontale Trommel, Contraction: $\downarrow$.

Es schien uns aus manchen Gründen therapeutischer Art wünschenswert zu untersuchen, wie sich die Milzvolumina bei Hautreizen, insbesondere bei Wärme- und Kältereizen,

Fig. 15. Injection von Adrenalin, Splanchnici durchschnitten, fast keine Blutdrucksteigerung.
Verticale Trommel, Contraction: ↑.

verhalten. — Es konnte sich hierbei kaum um etwas Anderes handeln als um sensible Reize, welche reflectorisch wohl auch an der Milz etwas ändern würden. — Es liegen auch Untersuchungen

in dieser Richtung vor und zwar von Mosler. — Er fand, dass auf die Milzgegend kontinuierlich applicierte Eisbeutel das Organ zur langsamen Verkleinerung veranlassen; die Erscheinung ist viel deutlicher, wenn die Milzgegend von einem starken, kalten Wasserstrahl getroffen wird. — Auch der Versuche von Mosler, die eventrierte Milz mit kaltem Wasser zu behandeln, müssen wir Er-

Fig. 16. Injection von Adrenalin, Splanchniei durchschnitten, fast keine Blutdrucksteigerung. Verticale Trommel, Contraction: $\uparrow$.

wähnung tun. Sobald die Milz aus einer Entfernung von zwei Fuss von einem sehr kräftigen kalten (6° R.) Wasserstrahl getroffen wurde, zeigte sich die Oberfläche, sowie das ganze Volumen der Milz verändert. — An den Stellen, an welchen das Wasser die Milz berührt hatte, nahm die Oberfläche eine graurote granulierte Beschaffenheit an; an den Bändern sah man warzenförmige Erhebungen und dazwischen deutliche Einziehungen der Milzoberfläche entstehen. Die Färbung

der verkleinerten Milz war zum grossen Teile blass, zum Teile (in den Partien der warzenförmigen Erhebungen) stahlblau, einzelne Erhebungen waren intensiv rot, das Parenchym zeigte derbe Consistenz.

Wir haben vorne auf die Fehler der Methode der directen Beobachtung der Milz bei offenen Bauchdecken hingewiesen; die sehr wertvollen Beobachtungen Mosler's mussten wir also mit der für diese Zwecke wesentlich besseren Methode der Onkometrie nachprüfen.

Die von Mosler geübte Bespritzung der blossgelegten Milz mittelst einer kräftigen Spritze ist jedoch nicht als reiner thermischer, sondern als combinierter thermisch-mechanischer Reiz anzusehen, auf welchen die sehr empfindliche Milz selbstverständlich mit Contraction antworten musste.

Bei Versuchen an Menschen musste man sich auf genaueste percutorische und palpatorische Bestimmung der Milzgrenzen beschränken, was bei grösster Übung als eine Methode von relativ geringer Sicherheit angesehen werden muss; die Ergebnisse deckten sich aber mit denen der Tierversuche. — Auch faradische Pinselstriche der Haut brachten die Milz zur Verkleinerung.

Vorerst versuchten wir also das Volumen der Milz bei lange dauernden Erwärmungs- und Abkühlungsmethoden (Wasser und Dampfbäder bis zu 50 ° C. und einstündiger Dauer) zu beobachten, aber hier zeigte sich schon, dass die Onkometrie für Beobachtungen über lange Zeit nicht gut verwendbar ist. — Es erschienen am Onkometer bei den langen kalten Bädern keine, bei langen Erhitzungen geringe Änderungen im Sinne einer geringen Erweiterung. — Bei allgemeinen Procedures spielen so viele Umstände zusammen, Änderungen des Blutdrucks (besonders bei Erhitzung) und wohl auch so grosse Änderungen von Gefässbezirken in anderen Abdominalorganen, dass ein gewisser Ausgleich der Blutverteilung stattfindet und an einem Organ keine sehr in die Augen springenden Veränderungen auftreten. — Die blossgelegte Milz sieht man nach langen Kühlungen bald blass, bald etwas cyanotisch, nach langen Erhitzungen stets dunkelrot und stark gespannt. — Deutlichere Resultate bekamen wir nach Begiessung des Bauches resp. der Milzgegend direct oder nach Erhitzung des Tieres. — Kalte Übergiessungen riefen stets eine allerdings rasch vorübergehende Contraction des Organs hervor (Fig. 17), wobei der Blutdruck mitunter wenig in Einzelfällen sehr bedeutend stieg; warme Begiessungen (bis zu 48, höchstens 50 ° C.) riefen fast immer eine

Fig. 17. Begiessung des Thorax mit kaltem Wasser von 10—9°. Verticale Trommel, Contraction: +.

Fig. 18. Begiessung des Thorax mit warmem Wasser (unter 50° C.). Horizontale Trommel, Contraction: +.

ebenfalls rasch vorübergehende deutliche Dilatation (Fig. 18) der Milz bei fast ganz unverändertem Blutdruck hervor. — Wenn wir mit der Temperatur in die Höhe gingen ($52-53^{\circ}\text{C.}$), dann sahen wir nach minimaler Dilatation die Milz sich auch verkleinern, wobei der Blutdruck mächtig anstieg.

Die Contraction nach Kältereiz ist wohl nur eine reflectorische, wie eben nach jeder Reizung sensibler Nerven; die Wärmedilatation darum besonders bemerkenswert, weil es uns bei intacten Nerven der Milz durch keinerlei Manipulation gelungen ist, das Organ zur Dilatation zu bringen, ausser durch die warmen Begiessungen; selbst Augenblicksreize des N. splanchnicus, welche vielfach als gefässdilatatorische beschrieben wurden, konnten bei uns niemals eine Dilatation der Milz erzeugen.

Die gegensätzliche Erscheinung der Wärme- und Kältewirkung an der Milz ist auch darum von höchstem Interesse, weil sie die Übertragung des spezifischen Reizes documentiert. — Die reflectorische Wirkung von Kälte und Wärme auf entfernt gelegene Gefässprovinzen ist vielfach untersucht und allgemein bekannt. Es wurde auch allgemein angenommen, dass die Übertragung der Reize gleichsinnig auch auf innere (parenchymatöse) Organe stattfindet. — Für die Milz ist dies also durch unsere Untersuchungen festgestellt und dabei nur hervorzuheben, dass im Verlaufe der reflectorischen Erscheinungen an der Milz auch die Grenze annähernd fixiert erscheint, welche die spezifische Wärmewirkung und die Reizwirkung der hohen Temperatur voneinander scheidet. — Diese Grenze befindet sich ungefähr bei $51-52^{\circ}\text{C.}$ und dürfte nur geringen Schwankungen unterworfen sein.

Wenn wir zum Schlusse einen Rückblick auf die Ergebnisse unserer Versuche werfen, so können wir vor Allem die Beobachtungen der zahlreichen Forscher bestätigen, dass die Milz ihre Grösse unter der Einwirkung verschiedenster Umstände verändert.

Die Abhängigkeit der Milzgrösse von dem Blutdruck ist noch grösser, als es Schaefer und Moore annehmen; es zeigt sich dies bei verschiedenen Reizen von Nerven usw. Wohl sind die grössten und extensivsten Veränderungen bei Zusammenwirken aller contractilen Elemente zu erzielen, wobei die Kapsel- und Trabekelfasern das entschiedene Übergewicht haben. — Die Abhängigkeit von diesen verschiedenen Umständen, die einander unterstützen, aber auch in einander entgegengesetzten Richtungen wirksam sein können, glauben

wir ganz deutlich dargetan zu haben. Von dem Überwiegen des einen oder anderen Factors hängt nun der Zustand der Milz ab, so dass man bei den meisten Eingriffen nicht berechtigt ist einfach zu sagen: „Die Milz vergrössere oder verkleinere sich“.

Fassen wir unsere Ergebnisse zusammen, so müssen wir die folgenden Dinge als festgestellt erachten.

1. Die Milzgrösse unterliegt normalen rhythmischen Schwankungen, welche von dem Blutdruck vollständig unabhängig sind und offenbar auf Tonusschwankungen der glatten Muskelfasern der Milzkapsel und der Trabekeln zurückzuführen sind.

2. Die Milzgrösse unterliegt Schwankungen, welche den Traube-Hering'schen Blutdruckschwankungen entsprechen; diese können derart sein, dass eine Steigerung des Blutdrucks einer Verkleinerung, aber auch einer Vergrösserung der Milz entspricht, je nachdem die Milzgefässe an den Tonusschwankungen, welche den Traube-Hering'schen Wellen zu Grunde liegen, beteiligt sind oder nicht.

3. Bei der Atemaussetzung verkleinert sich die Milz, und zwar erst in dem Augenblicke der Steigerung des Blutdrucks als Zeichen dass die dyspnoëtische Beschaffenheit des Blutes einen gewissen Grad erreicht hat. — Es ist sicher, dass an dieser Verkleinerung sowohl die Gefässe als auch die Fasern des Milzgewebes beteiligt sind, zeitlich vielleicht die ersteren früher, später, aber extensiver allenfalls die Trabekelfasern. — Die Beteiligung der Blutgefässe geht auch aus der Blässe des verkleinerten Organs hervor.

4. Reizung sensibler Nerven kann eine Verkleinerung der Milz hervorrufen, wie dies auch bei den anderen Organen beobachtet wurde. — Es kann jedoch auch eine Vergrösserung des Organs passiv erfolgen, wenn sein Gewebe an der allgemeinen Contraction nicht teilnimmt, aber der Blutdruck durch veränderte Verhältnisse in anderen Organen gestiegen ist.

5. Der Vagus führt zweifellos Fasern, welche zur Milz gehen und daselbst Contractionen auslösen können. In sehr seltenen Fällen können analog den Herzästen auch die Milzäste des Vagus wirkungslos sein.

6. Reizung des Splanchnicus ruft immer nur eine Contraction der Milz hervor, niemals bei keiner Art der Reizung eine Reaction. Durchschneidung beider Splanchnici ruft meist Vergrösserung des Organs hervor und unterwirft es durch Verlust des grossen Theiles

seiner nervösen Verbindungen mehr den Einflüssen der allgemeinen Blutbewegung.

7. Kältereize auf den Thorax, Bauch (Milzgegend) appliciert, rufen stets mächtige Contraction der Milz hervor.

8. Wärmereize rufen bei Temperatur bis ca. 50 ° C. mässige Vergrösserung, bei hoher Temperatur erscheint mitunter nach vorübergehender Erweiterung eine deutliche, selbst starke Verkleinerung.

9. Alle Einwirkungen, welche den Blutdruck stark erniedrigen (viel Curare, tiefe Narkose u. s. w.) bzw. die Blutzufuhr zur Milz verhindern oder herabsetzen, sind von einer Verkleinerung der Milz gefolgt.

10. Nebennierenextract erzeugt selbst bei nervöser Isolierung des Organs, ohne Rücksicht auf die Steigerung des Blutdrucks, eine starke Contraction der Milz.

Herrn Prof. Dr. R. Paltauf und Herrn Prof. Dr. A. Biedl sagen wir für das der Arbeit entgegengebrachte Interesse resp. für die werktätige Unterstützung besten Dank.