



Experimentelle Studien

über

Geräusche bei Gefässverletzungen.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Grades eines

Doctors der Medicin

verfasst und mit Bewilligung

Einer Hochverordneten Medicinischen Facultät der Kaiserl.
Universität zu Dorpat

zur öffentlichen Vertheidigung bestimmt

von

Werner v. Zoëge Manteuffel,
Estonus.



Ordentliche Opponenten:

Doc. Dr. K. Dehio. — Prof. Dr. F. Hoffmann. — Prof. Dr. E. v. Wahl.



Dorpat.

Druck von H. Laakmann's Buch- und Steindruckerei.

1886.

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Facultät.

Referent: Professor v. Wahl.

Dorpat, den 30. Januar 1886.

Nr. 35.

Decan: Raehlmann

Meinem Vater

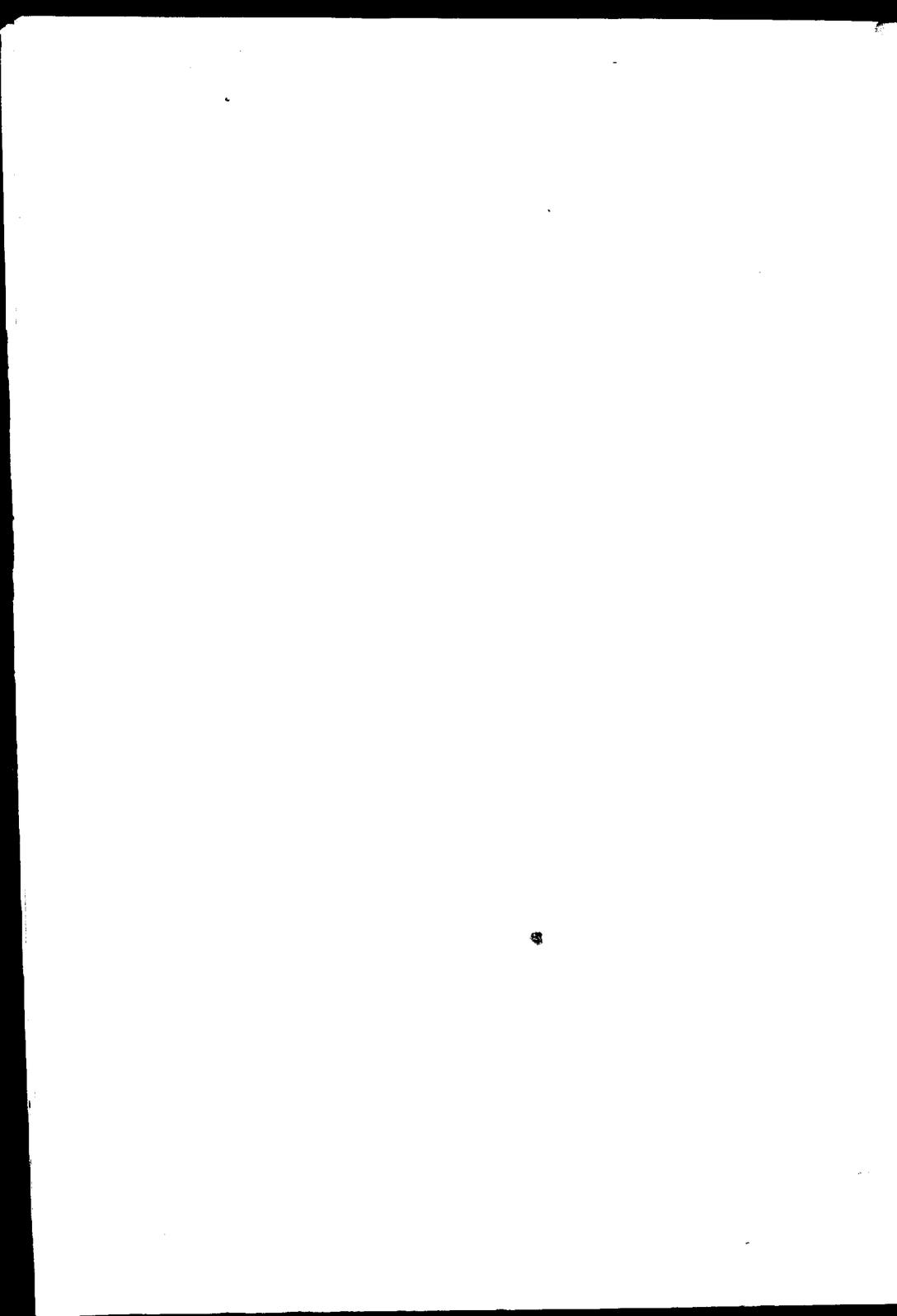
IN LIEBE UND DANKBARKEIT

zugeeignet.



Meinem hochverehrten Lehrer, Professor Dr. E. von Wabl, dem ich die Anregung zu vorliegenden Untersuchungen verdanke, bitte ich, an dieser Stelle meine Erkenntlichkeit entgegennehmen zu wollen, für die vielfache Belehrung, die er mir während meiner Studien- und Assistentenzeit stets bereitwillig hat zu Theil werden lassen.

Professor Dr. Alexander Schmidt danke ich für die freundliche Ueberlassung seines Institutes zu den Experimenten aufs wärmste.



Einleitung.

Im Jahre 1881 entdeckte von Wahl bei zwei partiellen Schussverletzungen der femoralis, über welche er in der St. Petersburger med. Wochenschrift 1881 referirte, ein Geräusch, dessen Bedeutung als pathognomonisches Symptom einer partiellen Gefäßdurchtrennung er sofort hervorhob und in einer späteren ausführlicheren Arbeit (Deutsche Zeitschrift für Chirurgie XXI.) näher beleuchtete.

Er kommt bei seinen experimentellen und klinischen Studien zu folgenden Schlüssen:

„1. Bei einer jeden partiellen Trennung des „Arterienrohrs, wo das Blut noch in einer Halbrinne „zur Peripherie fortströmt, lassen sich bei der Aus- „cultation intermittirende, mit dem Pulse „isochrone, hauchende oder schabende Ge- „räusche wahrnehmen, die an der Stelle der „Verletzung am deutlichsten sind und sich nach „beiden Seiten hin fortpflanzen, aber stets weiter „in der Richtung des Blutstromes. In den meisten „dieser Fälle ist der Puls unterhalb der verletzten

„Stelle, wenn auch schwächer wie auf der gesunden Seite, zu fühlen.“

„2. An besonders günstig situirten Stellen des Körpers und bei längeren Schuss- oder Stichkanälen, wo die Blutung nach aussen durch Gerinnung rasch zum Stehen kommt, bilden sich bei partieller Verletzung grösserer Arterienstämme sehr rasch wachsende periarterielle Hämatome von grösserer oder geringerer Ausdehnung, welche meist keine Pulsation, aber deutliche mit dem Pulse isochrone Geräusche zeigen.“

„3. Bei vollständiger Durchtrennung des Arterienrohrs, wo die Enden sich in der Wunde retrahirt haben und zeitweilig geschlossen sind — ebenso bei zeitweiliger Obturation der seitlich verletzten Arterie durch einen Thrombus — also in allen Fällen, wo die Continuität des Blutstroms unterbrochen ist, findet sich kein Geräusch; die Verletzung der Arterie ist aber durch das Fehlen des Pulses unterhalb der verletzten Stelle mit Sicherheit zu erschliessen.“

„4. Bei Wiedereröffnung des centralen oder peripheren Endes einer complet durchtrennten Arterie kommt es im weiteren Verlaufe gar nicht selten zu rasch wachsenden pulsirenden Hämatomen (endständigen Aneurysmen), welche keine Geräusche zeigen. Diese Regel erleidet nur in solchen Fällen eine Ausnahme, wo die Vene gleich-

„zeitig verletzt ist und das freigewordene arterielle „Blut in die venösen Bahnen überströmt.“

Die Richtigkeit der Punkte 3 und 4 wurde durch von Düring im Centralblatt für Chirurgie¹⁾ neuerdings angezweifelt.

von Düring knüpft sein Raisonement und seine Experimente an einen klinischen Fall.

Es war nach vergeblich angestellten Repositionsversuchen einer luxatio humeri subcoracoidea dextra ein blutig suggillirter Tumor der Schultergegend entstanden.

Der Radialpuls fehlte. 16 Tage später wurde an dem Tumor Pulsation und ein mit dem Pulse isochrones Geräusch constatirt und nach weiteren 3 Tagen die Unterbindung vorgenommen. Die Arterie wurde in einem aus zwiebelschaalenartig aneinandergelagerten Coagulis bestehenden aneurysmatischen Sack quer durchrissen gefunden.

Das periphere Ende blutete nicht und wurde durch eine Ligatur geschlossen.

Das centrale blutende Ende fand sich erst nach längerem Suchen zwischen den Medianuswurzeln.

Unmittelbar oberhalb der centralen Durchreissungsstelle ging ein ziemlich bedeutender Ast (A. thoracico dorsalis?) in die Tiefe.

Es folgen 4 Versuche am Thier (Hund).

1) Centralblatt für Chirurgie 1885 Nr. 10. Ueber die auscultatorischen Erscheinungen bei Gefäßverletzungen etc. von Dr. E. von Düring.

1) Der erste Versuch war resultatlos. Es trat weder am partiell noch am total durchtrennten Gefäß ein Geräusch auf.

2) Die Arterie wurde subcutan durchtrennt (ohne Freilegung). Pulsirendes Haematom. Geräusch von 15 Minuten Dauer. Vene intact.

3) Auf dieselbe Weise ausgeführte Durchtrennung. Geräusch von 1½ Stunden. Vene durchtrennt.

4) Die Arterie wurde vermittelst angelegter Ligaturen durchrissen. Starkes Haematom, schwach pulsirend; ein leises Geräusch, beides verschwindet sehr schnell.

Düring schliesst aus seiner Beobachtung und den Experimenten folgendes:

„1) Dass durch Gerinnselbildung sehr schnell „ein Verschwinden der Pulsation sich einstellt, da „weiche Gerinnsel schlecht leiten; —“

„2) Dass auch das Geräusch, namentlich wenn „vielleicht durch vorhergehende Ligatur die Intima „verletzt und dadurch die Thrombosirung begünstigt „war, sehr schnell verschwinden kann.

„3) Dass aber häufig das Lumen frei bleibt, „und dass in diesen Fällen sowol beim frischen „Haematom, als auch beim endständigen trauma- „tischen Aneurysma ein schwirrendes mit dem Pulse „isochrones Geräusch zu hören ist, das beim Aneu- „rysmata von Pulsation begleitet ist, während dieselbe „beim Haematom fehlen kann.

Der Widerspruch in welchen von Düring durch seine Schlussfolgerungen mit den schon erwähnten Sätzen 3 und 4 der von Wahl'schen Arbeit getreten war, veranlassten mich die ganze Frage einer nochmaligen sorgfältigen Prüfung zu unterziehen.

Der von Düring mitgetheilte Krankheitsfall liess bei genauerer Ueberlegung sehr wohl eine Deutung zu, welche die Richtigkeit der Wahl'schen Sätze in keiner Weise beeinträchtigte; die wenigen von ihm angestellten Experimente konnten unmöglich genügen, um eine so wichtige Angelegenheit, wie die physicalische Diagnose der Arterienverletzungen einfach aus der Welt zu schaffen. Es galt also durch die Untersuchung am lebenden Thier endgiltig festzustellen, wie sich die complet durchtrennte Arterie in Bezug auf die Erzeugung von Geräuschen verhält, — und die Richtigkeit der beiderseitigen Beobachtungen zugegeben — eine Verständigung über die Ursache des streitigen Phänomens herbeizuführen.

Ich glaube nun, dass es mir gelungen sein wird in Nachstehendem den Beweis zu liefern, dass allerdings bei completer Durchtrennung eines Arterienrohrs Geräusche auftreten können, dass durch diese Thatsache aber die Giltigkeit der von Wahl'schen Sätze nicht umgestossen wird; dieselben vielmehr im klinischen Sinne voll und ganz aufrecht erhalten werden müssen.

Versuche am Thier.

Für meine vivisectorischen Versuche wählte ich Hunde und arbeitete fast nur an deren femoralis, um einheitliche Verhältnisse zu gewinnen. Pferd, Kalb und Schaf erwiesen sich als untauglich, theils äusserer Verhältnisse wegen, die durch die unbequeme Grösse des Thieres gegeben sind, theils abweichender Circulationsverhältnisse wegen.

Operirte ich an der Carotis, so war die colossale Blutung sehr störend, wählte ich die Femoralis, so fand sich häufig ein so schwacher Puls, namentlich beim Kalbe, dass nicht einmal Compressionsgeräusche erzeugt werden konnten.

Was nun die Methode der Operation anbetrifft, so habe ich in einer Reihe von Fällen die ältere von Wahl-Blau'sche Methode der Freilegung mit provisorischer Ligatur, in einer anderen Reihe die von Düring'sche subcutane Durchtrennung in Anwendung gezogen. Letztere kostet allerdings mehr Material, entspricht aber dafür auch mehr den Verhältnissen am Krankenbett.

Schliesslich hebe ich ein- für allemal hervor, dass ich behufs Constatirung genügender Stromge-

schwindigkeit und hinreichenden Blutdruckes, jedesmal vor der Operation an demselben Gefässe Compressionsgeräusche erzeugt und beobachtet habe.

Sämmtliche Hunde wurden mit subcutan applicirtem Morphium narcotisirt.



A. Versuche mit Freilegung und totaler Durchtrennung der Arterie.

1. Fem. sin., mittelgrosser Hund.

Die Arterie wird freigelegt und an 3 Stellen vorsichtig isolirt. An eben diesen 3 Stellen werden Ligaturen mit der Deschamp'schen Nadel herumgeführt, um jede unnütze Entblössung des Gefässrohres zu vermeiden. Darauf wird die Wunde genäht, die Suturen werden gekreuzt und geschlungen.

Ich liess jetzt die Ligaturen $1\frac{1}{2}$ Stunden liegen, nach welcher Zeit auch nicht die geringste Abschwächung des Arterientones, geschweige denn ein Geräusch entstand. Jetzt werden die Suturen gelockert. Mit der mittleren Ligatur als Handhabe wird die Arterie etwas gehoben und mit einer feinen über die Kante gebogenen Scheere durchschnitten. Gleichzeitig schliesst ein Assistent durch einfaches Anziehen der Suturen die Wunde. — Der mittlere Ligaturfaden bleibt als Beweis der completen Durchtrennung der Arterie in der Hand.

Es bildet sich ein über Mannesfaust grosses Hämatom unter schwachem Pulsiren und deutlich intermittirendem, mit der Herzsystole isochro-nem Geräusch, welches über den ganzen Tumor, namentlich aber peripherwärts im Verlauf der Arterie zu hören war. Dauer $3\frac{1}{2}$ Min. Als nichts mehr zu hören ist, wird die centrale und periphere Liga-tur geschlossen und nach Entfernung der Coagula auch die Wunde.

Diastase der Gefässenden 3 Cm.

Ich habe diesen Versuch als Paradigma für die folgenden ausführlich reproducirt.

Ein längeres Liegenlassen der Ligaturen hielt ich weiterhin für überflüssig.

2. Fem. dextr. mittelgrosser Hund.

Geräusch — 4 Min.

3. Carotis eines grossen Hundes.

Hämatom mässig. Kein Geräusch. Beide Enden geschlossen. Diastase 3 Ctm.

4. Fem. dextr. grosser Hund.

Die periphere und centrale Ligatur fortgelassen. Colossales Hämatom. Geräusch von 10 Min.

Tod nach 24 St. an Sepsis.

Section: Die Diastase der Enden $1\frac{1}{2}$ Ctm., das periphere thrombosirt das centrale offen.

Um die allerdings unwahrscheinliche Continuität des Stromes sicher zu eliminiren wird das periphere Ende durch eine Ligatur primär geschlossen.

5. Fem. dextr. eines grossen Hundes.

1 $\frac{1}{2}$ Ctm. des Gefässes werden freigelegt, die Ligatur möglichst peripher angebracht und 3 mm. oberhalb die Arterie durchschnitten. Mannsfaust grosses Hämatom. Geräusch wie bei Exp. 1. Dauer 5 Min. Diastase 2 $\frac{1}{2}$ Ctm. 4 Ctm. oberhalb ein Ast.

6. Fem. sin. kleiner Hund.

2 Lig. die periphere geschlossen und dicht davor die Arterie durchschnitten. Geräusch deutlich, jedoch nicht weit abwärts. Dauer 1 $\frac{1}{2}$ Min. Diastase 2 $\frac{1}{2}$ Cm.

7. Fem. sin. grosser Hund.

Op. wie 6. Sehr grosses Hämatom. Ger. von 2 Min. Dauer. Diastase 2 Cm.

8. Fem. dextra. Mittlgrosser Hund.

Die Extremität liegt 1 $\frac{1}{4}$ St. unter Esmarchscher Blutleere. Nach Entfernung des Schlauches Durchschneidung ohne Ligaturen. Geräusch von 5 Min. Dauer. Diastase 1 $\frac{1}{2}$ Ctm.

B. Versuche mit subcutaner Durchtrennung.

Die folgenden Versuche wurden mit einem feinen Tenotom nach Dürings Vorgang und unter geringer Verschiebung der Haut gemacht. Ich führte das Messer von der lateralen Seite unter der Haut über das Gefäss hinweg, senkte seine Spitze auf der medialen Seite, indem ich es aufrichtete, flach ein, kehrte die Schneide gegen die Arterie und schnitt das Gefäss durch. Man fühlt ganz deutlich den Widerstand der Arterie vor der Schneide des Messers weichen. Bei mageren Hunden mit vollen Gefässen ist die Operation nicht schwierig. Bei dicken Thieren, die noch womöglich schwachen Puls zeigen, ist eine Verletzung der Vene einerseits schwer zu vermeiden, und durchtrennt man die Arterie andererseits häufig nur partiell.

Bemerken will ich noch, dass an den beiden Enden und gerade in der Mitte der Fem. comm. häufig starke Aeste abgehen. Will man sie vermeiden, wie ich in dieser Versuchsreihe, so wählt man die zwischenliegenden Partien, ist aber auch da nicht ganz sicher, da die Gefässe nicht selten einen abnormen Ursprung zeigen.

1. Fem. eines kleinen Hundes.

Operation: Haematom pulsirt nicht, Geräusch gleichmässig intermittirend v. Lig. Poup. bis zum

Knie. Dauer 4 Min. Arterie complet durchtrennt, Vene unverletzt. Unterbindung.

2. Fem. mittelgrosser Hund.

Haematom mässig, pulsirt nicht. Intermittirendes Geräusch von 4 Minuten Dauer, sehr laut. Arterie complet, Vene partiell durchtrennt. Unterbindung.

3. Fem. sin. grosser Hund.

Ohne Narcose. — Ich vermuthete, dass vielleicht die Herabsetzung des Blutdrucks und die Arythmie in Folge von Morpium die Resultate trübe. — Operation: Der Hund ist so unruhig, dass die Auscultation unmöglich ist. Er erhält 0,05 Morpium subcutan und vorsichtig Chloroform. 10 Minuten nach der Durchschneidung gelingt die Ascultation: kein Geräusch. Section: Arterie und Vene complet durchtrennt.

4. Fem. sin. grosser Hund.

Operation unter Morph. Geräusch einige Secunden; über mannsfaustgrosses Haematom. Nach 24 Stunden ist nichts ausser einem ganz schwachen klappenden Arterienton dicht oberhalb des Tumors zu hören. Dieser ist auf eine apfelgrosse Geschwulst, die aus Coagulis und einer feinen fibrinösen weissen Hülle besteht, reducirt. Section: A. complet durchtrennt. Diastase der Enden $1\frac{1}{2}$ Ctm. Vene intact.

5. Fem. sin. grosser Hund.

Operation: Geräusch 2 Minuten. — Die Arterie wird peripher vom Haematom freigelegt und durchschnitten. Es fliesst kein Blut. Section:

Tumor aus Coagulis mit dicker weisser fibrinöser Wand. Arterie total durchtrennt. Vene intact.

6. Fem. sin. grosser Hund.

Operation: Geräusch von 1—2 Minuten.

Der Hund wird 7 Tage beobachtet, weder Arterienton noch Geräusch nachweisbar. Section: Arterie total durchtrennt. Diastase 2 Ctm. Die Enden durch einen Filz von Fibringerinnseln in der Adventitia fest verschlossen.

7. Fem. sin. mittelgrosser Hund.

Operation: Geräusch von 2 Minuten. Ueber mannsfaustgrosses Haematom.

Das Haematom resorbirt sich zum nächsten Tage bis auf einen halbapfelgrossen Tumor. Am 7. Tage zeigt sich am peripheren Abhang des Tumors geringe Pulsation, jedoch kein Geräusch. Am 11. Tage status idem. Oberhalb pulsirt die Fem. kräftig. Unterhalb und oberhalb des Tumors wird das Gefäss freigelegt und an beiden Stellen doppelt unterbunden, der periphere Theil ist leer. Der Tumor wird in toto exstirpirt. Er besteht aus fibrinösen Höhlen, die mit schwarzen Coagulis ge-

füllt sind. Hie und da Lacunen, die jedoch kein frisches Blut enthalten. Arterie und Vene total durchtrennt, die centralen und peripheren Enden der Gefässe fest verschlossen.

Diastase 4 Ctm.

8. Fem. sin. sehr grosser Hund.

Bei der Verletzung fast gar keine Blutung nach aussen, obgleich die kleine Wunde in keiner Weise verschlossen wird. Sofort ein sehr lautes remittirendes Sausen. Es entsteht ein pulsirender 2mannsfaustgrosser Tumor. Oberhalb, bis über das Lig. Poup. hinaus, tiefes remittirendes Sausen. Ueber dem Gipfel des Tumors anfangs nichts, später ein stark remittirendes Geräusch. Abwärts werden die Remissionen noch stärker, um schliesslich in ein deutliches, lautes, intermittirendes Blasen überzugehen.

Diagnose: Partielle Durchtrennung der Arterie und Vene (Prof. von Wahl).

Nach zweistündiger ungeschwächter Dauer des Geräusches wird die Unterbindung unter centraler Digitalcompression ausgeführt. Arterie und Vene auf den einander zugekehrten Seiten partiell durchtrennt. Ein Zipfel der arteriellen adventitia hatte sich von der Arterie zur Vene hinübergeschlagen, gewissermassen den Blutstrom eindämmend und leitend. Vene central und peripher frei. Desgleichen die Arterie. Die Venenklappen konnten bei der Un-

terbindung nicht untersucht werden. Dilatation der Vene war nicht in die Augen springend.

9. Fem. dextra grosser Hund.

Operation: Geräusch von 2 Minuten Dauer. Nach weiteren 5 Minuten tritt ein mit der Respiration isochrones rasselndes Geräusch auf. Dauer desselben c. 15 Minuten. Das Geräusch ist genau auf den Tumor und zwar auf seine Mitte localisirt. Ringsherum ist nichts zu hören. Ich illustriere die Beziehung des Geräusches zur Respiration durch folgende Curve:



Section: Arterie und Vene partiell durchtrennt, letztere ausserdem an der gegenüberliegenden Seite neben einem Astc angestochen. Arterie durch Gerinnsel vollommen verstopft. Vene frei. Beide Enden trompetenartig aufgekrempft, klaffend.

10. Fem. dextra grosser Hund.

Operat. Geräusch von 2 Min. Dauer. Darauf ein klappender Ton, zuletzt Stille.

Nach 12 Stunden stat. idem.

Nach 2 mal 24 Stunden deutliches Geräusch, intermittirend. Das Hämatom fast ganz resorbirt. Es lässt sich ein wallnussgrosser Tumor palpiren.

Section: Die Verletzung der Arterie imponirt zuerst als totale Durchtrennung ohne Retraction. Bei der Präparation findet sich jedoch eine 1 mm. breite Brücke an der hinteren Wand. Eine c. 0,5 mm. dicke Sonde passirt einen feinen Canal, der ins periphere Ende führt. Beim Aufschneiden des Gefässes zeigen sich in der Brücke sämmtliche Häute erhalten.

Vene intact. —

Zu diesen beiden Versuchsreihen möchte ich noch hinzufügen, dass ich einmal an einem Thier beide Femorales zugleich und einmal mit einer Pause von 6 Stunden durchtrennt habe. Beide Experimente mussten verworfen werden, weil der Blutdruck bei gleichzeitiger Durchtrennung sofort so sinkt, dass die Hämatome sehr klein werden¹⁾, oder aber, wenn das Ende etwas länger offen bleibt, sich die Thiere verbluten. Auch eine 6 stündige Pause gestaltet die Sache nicht wesentlich anders. Im übrigen liess ich das Thier sich so lange erholen bis am gesunden Gefäss deutliches Compressionsgeräusch zu hören, der Puls voll und das Allgemeinbefinden wieder gut war. Obgleich alles dieses hie und da schon früher

1) v. Dürings 1. Versuch illustriert diese Beobachtung in eelantanter Weise. „Rechts klein apfelgrosses, links fast garkein Hämatom.“

eintrat, setzte ich als Minimum der Erholungszeit 4 Tage.

Ausserdem möchte ich bemerken, dass in allen Fällen, in denen ich unmittelbar nach der Durchschneidung auscultirte das Geräusch während der ersten Pulsschläge, im Entstehen des Tumors remittirend war, darauf aber gleich intermittirend wurde.

Ferner habe ich mich beim Freilegen sowol als beim nachherigen Unterbinden resp. Seciren vergewissert, dass ich nicht, 3 Ctm. auf- und abwärts, mit meinem Schnitt in die Nähe von Collateralen gerathen war.

Ueber den peripheren Puls möchte ich noch ergänzend zu meinen Versuchen bemerken, dass ich ihn mit Ausnahme des Falles 8 Ser. B keimmal gefühlt habe.

Wenn ich jetzt die einzelnen Versuche zusammenfassend, das Bild einer totalen Gefässdurchtrennung construiren, so gestaltet es sich mir etwa folgendermaassen:

Gleich nach der Durchschneidung des Gefässes tritt, die Methode der Operation sei welche sie wolle, ein, mit dem Pulse isochrones hauchendes oder schabendes intermittirendes Geräusch auf, welches in seinem Character genau dem von

Wahl'schen Gefässgeräusche bei partieller Durchtrennung entspricht.

Anmerkung: Ich begnüge mich damit, das Geräusch als ein intermittirendes zu schildern, obgleich ich oben erwähnte, dass es in den ersten Momenten eigentlich remittirend war. Dieses Stadium war aber ein so kurzes, dass, wenn ich nicht sehr flink mit dem Auscultiren bei der Hand war, ich dieses Phänomen versäumte.

Wie mir scheint ist in den von Wahl-Blauschen Versuchen etwas zu spät auscultirt und daher das kurze Geräusch übersehen worden. Wenigstens sagt von Wahl p. 122 (Zeitschrift für Chirurgie): nach Schluss der Wunde „bildete sich meist sehr rasch ein pralles Haematom. Die nunmehr vorgenommene Auscultation etc.“ —

Zugleich entsteht unter einzelnen Pulsstößen ein ziemlich umfangreiches Haematom. In einigen Minuten hat dasselbe seine definitive Grösse erreicht. Gewöhnlich schon vorher, nie aber später, hört das Geräusch auf und macht in einzelnen Fällen einem klappenden Arterienton Platz, der jedoch auch nur von kurzer Dauer ist. — Das Geräusch tritt auch bei längerer Beobachtungsdauer, die sich bis auf 11 Tage erstreckt, nicht wieder auf.

Bei den Sectionen hatte ich folgenden Befund.

Anmerkung: Ich nehme hier Fall 1, 2, 3, Serie B. aus, weil in diesen Fällen zuerst eine Unterbindung ausgeführt wurde, wobei meist das anatomische Detail sowohl in Bezug auf das Haematom, als auch auf das Verhalten der Gefässenden verloren ging.

Es hatten sich 2 deutlich von einander unterschiedene Haematome gebildet; ein diffuses und ein circumscriptes. Ersteres ist eine blutige Infiltration der Gewebe, die, wie auch Klebs und andere beobachteten, häufig und namentlich im Unterhautzellgewebe einen serösen Charakter zeigt und sehr schnell, oft nach 24 Stunden, bis auf einen kleinen Rest, wieder resorbirt wird.

Das circumscripte Haematom, besteht bei totaler Durchtrennung immer aus Coagulis, bei partieller meist aus flüssigem, manchmal aus geronnenem Blute und füllt in jedem Falle eine durch Verdrängung der Weichtheile gebildete Höhle aus. Lässt man das Thier leben, so zeigt sich schon nach 24 Stunden (cf. Fall 4, Serie B.), deutlicher nach einigen Tagen (cf. Fall 5, Serie B.) eine fibrinöse Hülle, die am 11. Tage (cf. Fall 7, Serie B.) schon ein sehr festes Gefüge hat. — Dieses Haematom wird schwer resorbirt, verkleinert sich aber, wol durch Zusammenziehung nach Art des Blutkuchens und durch den elastischen Druck der umliegenden Gewebe. Meistens bleibt ein Oedem der Umgebung, allerdings in geringem Grade, ziemlich lange bestehen. Für das Oedem können indessen auch die gestörten Circulationsverhältnisse in Rechnung gezogen werden.

Was ich über den Verschluss der Gefässenden

zu sagen habe, entspricht ebenfalls im Wesentlichen den Klebs'schen Angaben¹⁾.

Nach Hinwegräumung der Coagula findet sich jederseits ein prall mit geronnenem Blut gefüllter adventitieller Schlauch, bis über 1 Ctm. lang. Schneidet man das Gefäss auf, so setzt sich der Thrombus häufig conisch in das Lumen des Gefässes hinein fort. Dabei finden sich Intima und Media ganz leicht eingerollt. Eine erheblichere Abtrennung der Adventitia vom Gefäss durch zwischenliegende Blutmassen konnte ich nicht constatiren. Nur hie und da waren leichte Suffusionen zu bemerken.

Ich schalte hier eine Uebersicht über die Grösse der Retraction und die Dauer des Geräusches ein.

Serie A.

Fall 1.	Diastase:	3 Ctm.	Geräusch	3 ¹ / ₂ Minuten.
„ 2.	„	— „	„	4 „
„ 3.	„	3 „	„	0 „
„ 4.	„	1 ¹ / ₂ „	„	10 „
„ 5.	„	2 ¹ / ₂ „	„	5 „
„ 6.	„	2 ¹ / ₂ „	„	1 ¹ / ₂ „
„ 7.	„	2 „	„	2 „
„ 8.	„	1 ¹ / ₂ „	„	5 „

1) Klebs spricht in den Beiträgen zur path. Anatomie der Schusswunden von Versuchen an Hunden, denen er Gefässe durchschnitten, und stellt ihre Publication in Aussicht; ich habe jedoch nichts davon finden können.

Serie B.

Fall 1.	Diastase:	—	Ctm.	Geräusch	4	Minuten.
„ 2.	„	—	„	„	4	„
„ 3.	„	—	„	„	weniger als 10 M.	
„ 4.	„	1 ¹ / ₂	„	„	ein paar Sec.	
„ 5.	„	—	„	„	2	„
„ 6.	„	2	„	„	1—2	„
„ 7.	„	4	„	„	2	„

Diese immerhin ziemlich bedeutende Retraction der Gefässenden in den adventitiellen Schlauch hinein ist nun die Hauptursache des primären Gefässverschlusses.

Dazu kommt noch der Druck des Haematoms.

Wenn nun diese beiden Momente zusammen mit der Einrollung der inneren Gefässhäute (Jones) genügen, um das centrale Ende zu verschliessen, um wieviel eher werden sie nicht Veranlassung geben zum thrombotischen Verschluss des peripheren Endes. Ich glaube, ich werde keinen Widerspruch finden, wenn ich behaupte, dass bei totaler Durchtrennung ein Weiterströmen des Blutes nach der Peripherie in dem alten Bette einfach unmöglich ist. — Als illustrirende Thatsache kann ich noch Fall 5 Serie B. anführen, wo das periphere Stück vollkommen leer gefunden wurde.

Wie entsteht nun aber jenes kurzdauernde intermittirende Blasen, und warum verschwindet es wieder?

Dass dasselbe durch ein Ueberströmen des Blutes in das periphere Ende der durchschnittenen Arterie erzeugt werden könne, scheint mir nach den eben erörterten Verhältnissen einfach undenkbar. Ein solcher Einwand lässt sich auch durch die primäre Unterbindung des peripheren Abschnittes der Arterie mit Sicherheit widerlegen. In allen Fällen (cf. Serie A, 5. 6. 7.), wo ich das periphere Ende unterband, war das Geräusch ganz dasselbe in seinem Charakter und seiner Dauer wie in den Fällen, wo ich die Unterbindung nicht vornahm.

Die Entstehung des Geräusches ist also am centralen Ende des durchtrennten Gefässes zu suchen.

Betrachten wir zunächst den anatomischen Hergang.

Das Blut strömt aus dem centralen Ende und wühlt sich zuerst in die durch das verletzende Instrument gesetzte Wunde, dann aber auch in die Gewebsinsterstitionen hinein. Das periphere Ende verhält sich dabei ganz oder fast ganz passiv. Man kann sich letzteres veranschaulichen, wenn man eine Arterie in grösserer Ausdehnung frei präparirt, durchschneidet und beide Enden etwas aus der Wunde heraushebt. Aus dem centralen schiesst ein Strahl, aus dem peripheren sickert bloss Tropfen um Tropfen hervor.

Indem nun der centrale Strahl aus dem durch Retraction und Einrollung verengten Gefässende sich in die Gewebe ergiesst, bringt er ein Geräusch hervor; dieses dauert indessen nur so lange, als die Spannung im Haematom und die Spannung der deckenden Gewebe den Blutdruck die Waage hält; dann hört alles auf: sowol das weitere Einströmen als auch seine Folge: das Geräusch, und die ganze ergossene Blutmasse gerinnt in Folge des Stillstandes.

Natürlich wird die Gerinnung schichtweise stattfinden. Die äusseren Partien werden früher gerinnen oder, um mich anders auszudrücken, das Blut setzt eine Gerinnselschicht nach der andern ab. Der ganze Vorgang spielt sich in der kurzen Zeit von 10 Minuten ab. Meine Versuche stimmen darin mit den Beobachtungen von S. Lubnitzky, die für die Thrombusbildung gerade dieselbe Zeitdauer fand, auf das genaueste überein.

Zur genaueren Feststellung des Entstehungsmodus des Geräusches und zur physikalischen Begründung der gefundenen Thatsache habe ich nun eine Reihe von Experimenten an Phantomen vorgenommen. Bevor ich dieselben hier folgen lasse, sei es mir gestattet in gedrängter Kürze eine Uebersicht über den Stand der Frage, soweit es sich um die Entstehung von Geräuschen in Blutgefässen und Röhren handelt vorzuschicken. Ich kann mir

umsomehr eine ausführliche Wiedergabe der einzelnen Arbeiten ersparen, als eine solche schon bei Adolph Weil¹⁾ zu finden ist. Nachher ist meines Wissens bis auf die Arbeiten von Wahls nichts mehr über diesen Gegenstand publicirt worden. Ein sehr vollständiges, kritisch beleuchtetes Litteraturverzeichniss liefert auch Heynsius in Schmidts Jahrbüchern Bd. 87, doch reicht dasselbe nur bis zum Jahre 1854.

Corrigan fand, dass bei Compression eines Schlauches, durch den Wasser aus einer Höhe von 4—5 Fuss strömte, peripher — dicht hinter der verengten Stelle, — ein Geräusch entstand.

Diese Beobachtung ist grundlegend für alle späteren Arbeiten gewesen. Die Entstehung eines Geräusches in Röhren ist an eine relative oder absolute Erweiterung des Strombetts gebunden. (Unter relativer Erweiterung wird ganz allgemein das, zu einer gesetzten Verengerung weite, quasi erweiterte, ursprüngliche lumen verstanden.)

Weiter fand Weber, dass die Intensität des Geräusches in geradem Verhältniss zur Stromgeschwindigkeit, zum Querschnitt und zum Grade der Verengerung steht.

Kiwisch constatirte, dass periphere Wider-

1) Adolph Weil: Die Auscultation der Arterien und Venen. Leipzig 1875.

stände das Geräusch schwächen ja unterdrücken konnten.

Das Geräusch entsteht an der Stelle, wo der Strom aus dem engen in das weitere Bett hinüberfließt. In der Axe des Anfangstheils des weiten Bettes bewegt sich ein Strahl mit dem (annähernden) Querschnitt und der Geschwindigkeit des Stromes an der engen Stelle, — oder anders ausgedrückt: der Strahl schießt mit der ihm an der engen Stelle gegebenen Geschwindigkeit und Form in das weite Bett, — Niemeyer nannte ihn Pressstrahl, Chauveau *veine fluide* — trifft dort auf die ruhende Flüssigkeitsmasse, verlangsamt und verbreitert sich allmählich und bringt gleich bei seinem Eintritt in das weitere Bett Wirbelströme in der ihn umgebenden Flüssigkeit hervor, die man durch suspendirten fein vertheilten Bernstein leicht sichtbar machen kann. (Jacobson, Heynsius, Boulliaud.)

An dieser selben Stelle entsteht das Geräusch, wie einige meinen durch Reibung der Flüssigkeit an der Wand (Weber), durch Ansaugung der Wand (Kiwisch), wie andere meinen durch longitudinale Schwingungen der Flüssigkeit (Niemeyer), durch verschiedene Elasticitätsverhältnisse der Wand (Conrad) und endlich, *horribile dictu!* durch Reibung der Blutkörperchen an einander (Hamernjk.).

Dieselbe „*veine fluide*“ und dasselbe Geräusch, dass an der Erweiterung beobachtet ist, kommt nach

Chauveau auch zur Wahrnehmung, wenn man eine Flüssigkeit aus einem Rohre ausströmen lässt, ob in die Luft oder in dieselbe Flüssigkeit hinein, sei einerlei:

„Les molecules, qui composent cette veine vibrent et font vibrer les lèvres de l'orifice d'écoulement; Ces vibrations donnent naissance à des murmures etc.“

Zum Beweise dieses Satzes brachte er eine seitliche Oeffnung an einer Pferdecarotis an und konnte da allerdings ein Geräusch hören.

Ferner hörte Thamm, wenn der Strahl unter Wasser ausfloss, bei 2 Meter Druckhöhe, in der Nähe der Ausflussöffnung ein Geräusch, das sich stromaufwärts fortpflanzte.

Experimente am Phantom. ad A und B.

I. Auscultation am Ende eines Kautschuckschlauches.

a. Fallhöhe 195 Ctm. Durchmesser des Rohres $7\frac{1}{2}$ mm.

Sowol beim Ausströmen in die Luft als auch in Wasser ein leises, tonartiges Säusen zu hören: Im Wasser ist es etwas lauter. Wird die Fallhöhe auf 137 Ctm. reducirt, so ist nichts zu hören.

b) Fallhöhe von 195 Ctm. Durchmesser des Rohres $4\frac{1}{2}$ mm. kaum hörbares leises fast musikalisches Sausen oder Klingen. Es vergeht schon bei 170 Ctm. Fallhöhe.

Anmerkung: Das Ausflussgeräusch ist schwer zu hören, wenn man nicht sehr schlaffe Schläuche mit grossem Caliber nimmt. Ausserdem ist es in seinen acustischen Qualitäten ein ganz anderes wie das Compressionsgeräusch: es hat nichts Schabendes, Rauhes sondern mehr einen summenden Character. Schliesslich ist seine Tonhöhe eine andere je nach der Grösse und dem Material des Gefässes, in welches man die Flüssigkeit ausströmen lässt, so dass ich es garnicht mit dem Compressionsgeräusch vergleichen kann.

Ich möchte zu diesen Experimenten bemerken, dass die äusserste Vorsicht nothwendig ist, um nicht eine unbeabsichtigte Compression des Rohres herbeizuführen. Man erreicht seinen Zweck am besten, wenn man das Rohr frei hängen lässt, und, ohne es mit der Hand zu berühren, das Sthetoscop leicht daran hält. Dabei ist wiederum darauf zu achten, dass man sich nicht zu weit mit dem Sthetoskop vom Rohre entfernt.

Geräth man mit dem Ende des Sthetoscopes in den Strahl vor der Mündung, so erhält man sofort ein lautes Sausen.

c) Comprimirt man das äusserste Ende des Schlauches mit dem Rande des Sthetoscops oder mit den Fingern, — oder constringirt man dasselbe mit einem Seidenfaden, so dass eine gleichmäs-

sige Verengung der Ausflussöffnung geschaffen wird, so ist sofort ein lautes continuirliches Sausen zu hören, dessen Intensität von dem Grade der Verengung abhängt.

II. Auscultation über einem das Haematom repräsentirenden Kautschukballon mit Ab- und Zufluss, — und 195 Ctm. aq. Fallhöhe.

a) Ziemlich fester Ballon, lautes Sausen.

Bei peripherem Verschluss dehnt sich der Ballon etwas aus und hört das Geräusch auf.

b) Ein etwas elastischerer Ballon. Bei peripherem Verschluss hört das laute Sausen sofort auf, obgleich der Ball sich continuirlich, wenn auch langsam, ausdehnt. Auch eine oberhalb eingeschaltete Ventilpumpe vermag kein Geräusch hervorzubringen.

c) Es wird ein ganz dünner Ballon, wie er mit Gas gefüllt als Spielwerk dient, eingeschaltet, desgleichen ein Condom. Ganz genau dieselben Resultate. Der Ballon wird zuletzt gesprengt, aber ein Geräusch ist bei peripherem Verschluss nicht wahrzunehmen.

d) Es wird mit den unter *c* erwähnten Apparaten jedoch einer Fallhöhe von c. 7 Meter (Wasserleitung) experimentirt. Das Resultat ist dasselbe. Der periphere Verschluss bringt jedes Geräusch sofort zum Schwinden.

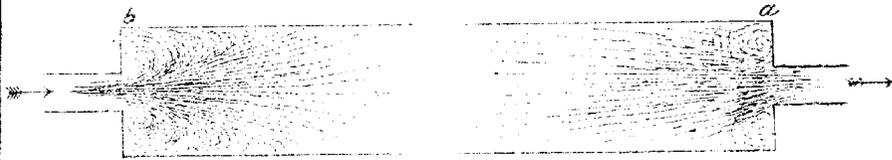
III. *a)* Es wird an dem äussersten Ende des Zuflussrohres des unter II *c* geschilderten Apparates eine Verengung angebracht. Sehr lautes tiefes Sausen, das auch bei peripherem Verschluss bestehen bleibt, jedoch an Intensität allmählig abnimmt.

b) Bei Einschaltung des unter II *a.* erwähnten Ballon in den Apparat III *a* erhalte ich ein bedeutend lauterer Geräusch als in dem betreffenden Versuch II *a.* Bei peripherem Verschluss überdauert das Geräusch denselben und hört mit der Ausdehnung des Ballon schliesslich auf.

IV. *a)* In ein Glasrohr von 79 Ctm. Länge 18 mm. Lumendurchmesser, 3 mm. Wanddicke werden an beiden Enden, vermittelst durchbohrter Kautschuckpfröpfe Glasröhren von 6 mm. Lumendurchmesser und 2 mm. Wanddicke eingefügt, jedoch so, dass die Enden nicht in das Lumen des weiten Rohres vorragen. Mittelt Gummischlauch wird Wasser von 195 Ctm. Fallhöhe hindurchgeleitet. Es ist sowol am Uebergang aus dem engen ins weite, als auch an dem aus dem weiten ins enge Rohr ein Geräusch zu hören. Es pflanzt sich dasselbe von der Erweiterung mit stetig abnehmender Intensität nach abwärts fort. Dicht über der Verengung ist es kaum zu hören, unterhalb derselben dagegen so intensiv wie an der Erweiterung.

b) Lässt man durch denselben Apparat im

Wasser suspendirten gefeilten Bernstein oder dito Ebenholz durchströmen, so zeigt sich an der Uebergangsstelle aus dem weiten ins enge Rohr (a) folgende Figur:



d. h.: es treten, ganz wie beim Uebergang vom engen ins weite Caliber (b) Wirbelströmungen auf, nur sind die Wirbel kleiner.

Um die störende Wirkung des leicht leitenden Glases zu eliminiren, benutzte ich Kautschuk.

V. Ein Kautschukschlauch von 3 mm. Lumendurchmesser und fast 1 mm. äusserem Diameter wird in einem von 6 mm. Lumendurchmesser eingeklebt, so dass keine Compression des inneren Rohres, wol aber ein allseitiger genauer Verschluss zu Stande kam. Ein durchgeleiteter Strom von oben erwähnter Geschwindigkeit bedingt ein deutliches Sausen. Abwärts stärker werdend, aufwärts abnehmend reicht es circa 20 Ctm. über die Verengung.

Ich glaube nicht, dass sich technische Fehlerquellen eingeschlichen haben können, da die Experimente sich in dieser Beziehung gerade ergänzen.

Es ist eigenthümlich, dass fast alle Autoren

ausser Chauveau die Frage: ob an einer absoluten Verengung auch Geräusche entstehen, vollkommen unberücksichtigt lassen. Ich verstehe unter absoluter Verengung eine solche, die nicht wieder in eine Erweiterung übergeht.

Chauveau setzte ein Rohr von 2 Ctm., darauf eins von 14—25 Ctm. Länge, welches $\frac{1}{3}$ des Calibers des Blutgefässes hielt, in eine Pferdecarotis.

Es entstand ein Geräusch: „Ce bruit offre encore son maximum d'intensité immédiatement au-dessus du rétrécissement, et qu'il se propage à partir de ce point en haut et en bas, avec les mêmes caractères, que tout à l'heure. C'est pour-quoi on l'entend sur le trajet du tube employé pour faire le rétrécissement. Mais que ce tube ait une longueur suffisante pour descendre audessous de la limite de propagation, et le sthethoscope, appliqué sur la partie inférieure du rétrécissement, ne laisse arriver aucun bruit à l'oreille.“

Zweitens unterband Chauveau die Carotis dicht über d. h. peripher vom Abgang der thyreoidea. Es war kein Geräusch zu hören.

Schliesslich finde ich bei Niemeyer einen Versuch von Bouillaud referirt (das Original war mir nicht zugänglich). Bouillaud schob ein enges Rohr in ein weiteres so hinein, dass es ins Lumen prominirte. Es entstand in der Sackgasse und um das enge Rohr ein Geräusch.

Chauveau's erster Versuch beweist nur, dass über einem in ein Gefäß eingeschobenen Glasrohr Geräusche zu hören sind. Einen Schluss auf den Entstehungsort gestattet das Experiment nicht.

Der zweite Versuch Chauveau's beweist mir ebensowenig. Mechanische und vasomotorische Dilation der Collateralen, Contraction des Stammes können die Lumendifferenzen ausgleichen und müssen den Versuch zur Erklärung eines einfach physikalischen Vorganges ganz ungeeignet erscheinen lassen.

Bevor ich auf meine Versuche zurückkomme möchte ich eines Versuches von Richardson Erwähnung thun. Er untersuchte verschiedene Flüssigkeiten auf ihr Leitungsvermögen für Töne und Geräusche und fand eine Scala aus der ich bloss die Endglieder hervorhebe. Es verhielt sich Blut zu Wasser wie 1 zu 2. D. h. Wasser leitet acustische Phaenome noch einmal so gut wie Blut. Was nun die Production eines Geräusches anlangt, so entstand dieses bei Durchleitung von Wasser bedeutend leichter als beim Durchströmen lassen der viscidern Blutflüssigkeit.

Aus meinen Versuchen ergibt sich nun folgendes:

1. Beim Ausfließen von Wasser aus einem Rohre entsteht ein Geräusch. Es ist sehr schwach und zwar beim Ausfluss in Wasser stärker, in Luft leiser, ja so leise, dass, wenn man Blut für Wasser substituirt entschieden nichts zu hören wäre.

Da sein Character ausserdem ein ganz anderer als der des Compressionsgeräusches ist, so werde ich es in Zukunft unberücksichtigt lassen.

2. Eine am äussersten Ende der Ausflussöffnung angebrachte Verengung bedingt sofort ein sehr lautes Geräusch, — ob durch die damit verbundene schnellere Strömung oder durch Wirbelbewegungen, wage ich nicht zu entscheiden.

3. Eine im Verlaufe des Stromes gesetzte absolute Verengung, ein definitives bleibendes Engwerden des Bettes erzeugt ein Geräusch.

4. Ein mit Zu- und Abfluss versehener Ballon bringt wie jede Erweiterung Geräusche hervor.

5. Peripherer Verschluss hebt das Geräusch im Ballon auf.

6. Verengung am Zuflussrohr des Ballons giebt ein lauterer Geräusch, das bei peripherem Verschluss so lange anhält als der Ballon sich ausdehnt.

Vergleiche ich die hier gewonnenen Resultate mit denen meiner Thierexperimente, so finde ich in ersteren eine Bestätigung der Schlüsse, zu denen ich mich durch meine vivisectorischen Versuche berechtigt glaubte.

Anfangs schienen sie sich zu widersprechen: Ausströmen des Blutes in einen Blindsack, der sich bis zu einer bestimmten Grösse ausdehnt. Dabei lautes Geräusch. Ausströmen von Wasser in einen Blindsack — Ausdehnung, aber kein Geräusch (Experiment. II, a, b, c, d nach periph. Verschluss.).

Betrachtet man sich die Verhältnisse aber genauer und berücksichtigt man die durch Einrollung der Intima und Media und die Retraction bedingte Verengerung des centralen Gefässendes, so kommt als analoges Experiment am Phantom nicht Versuch II, sondern Versuch III, a, b, mit Verengerung des Zuflussrohres in Betracht. Hier dauert das Geräusch so lange als die Ausdehnungsfähigkeit des Ballons ein Einströmen von Wasser zulässt, genau wie bei der Durchschneidung eines Gefässes: So lange die Gewebe nachgeben können: strömt das Blut und hören wir das Geräusch.

Kaum ist aber das Haematom fertig gebildet, d. h. kaum halten sich Druck im Haematom und im Blutgefäss die Waage: — kein Einströmen mehr — kein Geräusch mehr.

Es ist das so selbstverständlich, dass ich kaum nöthig gehabt hätte, einen so ausführlichen Beweis zu erbringen, wenn nicht von Düring, wie es scheint, der Ansicht wäre, dass in einen vollen Sack noch was hineingeht und zwar mit solcher

Geschwindigkeit, dass dadurch ein Geräusch erzeugt werden könne.

von Düring hat bei totaler Durchtrennung der Arterie ein Geräusch gehört. Ich kann diese Beobachtung nur bestätigen und habe oben als Bedingung für die Entstehung des Geräusches die Verengerung und Retraction des centralen Gefässendes nachgewiesen. Ich kann aber unmöglich zugeben, dass die Dauer dieses Geräusches nur von dem früheren oder späteren Verschluss des durchtrennten centralen Gefässendes abhängig sei. Gesetzt, das Gefässende bliebe wirklich offen, so müsste dem Einströmen des Blutes durch die Spannung der Gewebe schliesslich doch eine Grenze gesetzt werden: und hier läge auch der Punkt, der das Aufhören des Geräusches bezeichnet.

Dass das Geräusch diesen Zeitpunkt überdauern sollte, ist durch die v. Düring'schen Experimente keinesfalls erwiesen. Wie steht es nun aber mit dem von v. Düring referirten klinischen Fall?

Hier haben wir doch eine complete Durchtrennung der Axillaris mit nachfolgendem dauerndem Geräusch? Ein endständiges Haematom oder Aneurysma sp. mit Pulsation und Geräusch?

Nach von Wahl ist ein endständiges Aneurysma ein dem Gefässende aufsitzender mit Blut gefüllter Sack. Das Blut strömt wol hinein, kann aber nicht wieder heraus, es findet keinen Abfluss. Die

Frage warum das Blut in diesem Sack nicht gerinnt wage ich nicht zu entscheiden. Vielleicht wird die Gerinnung durch die gerinnungsverlangsamende Eigenschaft der fibrinösen Wand (Landois Lehrbuch der Physiol.), vielleicht durch Veränderungen im Blut selbst hintangehalten. Jedenfalls bleibt es flüssig. Die einzigen Bewegungen, die in dem Blute stattfinden können sind fortgesetzte Wellen des Pulses und vielleicht der Diffusion ähnliche Vorgänge, welche den Austausch der Blutbestandtheile besorgen.

Niemals kann das Blut aber hineinströmen, da es keinen Abfluss hat und auch nicht gegen den Blutdruck und Strom fließen kann. In diesem Sinne gehört der Düringsche Fall schon a priori nicht unter die endständigen Aneurysmen oder Haematome.

Betrachten wir uns den Fall etwas genauer: Die Durchtrennung des Gefäßes hatte stattgefunden »unmittelbar« unterhalb eines bedeutenden Astes. (Thoracico dorsalis).

Die Sachlage war augenscheinlich folgende:

Der Blutstrom wurde durch die Collaterale fortgeleitet und der durchtrennte Stamm der Axillaris spielte die Rolle einer seitlichen Oeffnung.

So haben wir Continuität des Stromes und an diesem Strom eine seitliche Oeffnung: Verhältnisse die von Wahl als bedingende für die Entstehung von Geräuschen gefordert hat.

Es lag nahe diese Ueberlegung durch das Experiment zu stützen. Ich machte daher eine Reihe einschlägiger Versuche.

Bei den Versuchen am Thier musste ich die Methode der Freilegung benutzen, da eine subcutane Durchtrennung bei der variablen Abgangsstelle der Profunda fem. oder eines ähnlich starken Astes, nur hie und da bei sehr mageren Hunden möglich schien, und die subcutane Methode auch sehr viel des nicht leicht zu beschaffenden Materials an grossen Hunden beansprucht hätte.

Ich habe ein paar Versuche mit der subcutanen Durchtrennung gemacht, stand aber von weiteren ab, da sie alle fehlschlugen.

C. Versuche mit Durchschneidung des Gefässstammes peripher vom Abgang einer Collateralen.

1. Grosser Hund.

Die Fem. comm. wird 2 Ctm. über, und die externa $\frac{1}{2}$ Ctm. unterhalb des Abgangs der profunda mit einer Ligatur versehen.

Die periphere Ligatur wird geschürtzt und gleich danach die externa 2 mm. peripher vom Abgang der Profunda durchschnitten.

Schluss der Wunde durch Suturen wie in Serie A.

Grosses nicht pulsirendes Haematom.

Deutliches Geräusch von 12 Min. Dauer.

Darauf wird von der Assistenz aus Versehen

an der centralen Ligatur gezogen und das Geräusch hört auf. Nachdem der Ligaturfaden wieder vorsichtig zwischen die Wundränder hinein geschoben ist, tritt das Geräusch wieder auf, um nach 40 Min. vollkommen zu verschwinden.

2. Kleiner Hund.

Operation in derselben Weise. Geräusch mit abnehmender Intensität — 10 Min.

Nach weiteren 10 Min. wird ligirt. Diastase $\frac{1}{2}$ Ctm.

3. Kleiner Hund.

Operation ebenso. Deutliches Geräusch.

Nach 11 Minuten verschwindet Geräusch, Respiration und Puls. Künstliche Respiration. Das Geräusch tritt wieder auf, dauert 5 Min. — Darauf Tod. Der Hund hatte fälschlicher Weise eine zu concentrirte Morphinlösung erhalten.

Diastase der Enden 1 Ctm.

4. Grosser Hund.

Geräusch 15 Minuten — bis zum Tod durch Morphin.

5. Mittelgrosser Hund.

Operat. wie oben. Der Ast ist nur fadendick. Geräusch 2 Minuten, colossales Haematom. An der anderen Fem. ist kein Compressionsgeräusch zu erzeugen.

6. Carotis dextra.

Operation wie oben. Peripher von der Thyre-

oidea durchtrennt. Geräusch 2 Minuten. Darauf Arterienton.

Section: Beide Enden des Stammes durch Thromben geschlossen; der centrale Thrombus füllt an der Abgangsstelle der Thyreoidea die Lücke vollkommen aus, so jedoch, dass er die Bahn in den Ast frei lässt.

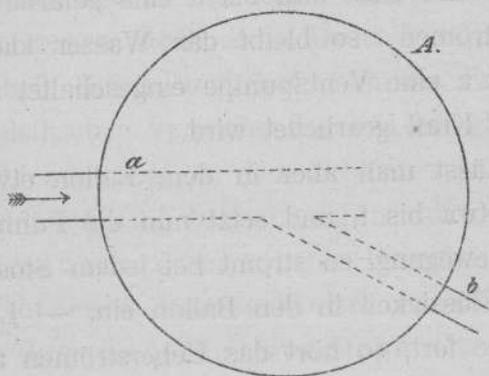
Leider konnte ich die Thiere nicht mit durchschnittenem und nicht unterbundenem Gefäss leben lassen, da prima intentio sehr schwer zu erreichen war, weil die Hunde regelmässig die Wunden auf-rissen und leckten.

Die Dauer des Geräusches war 40, 10, 11, 15, 2, 2 Minuten, also durchschnittlich doch länger als die Dauer des Geräusches in Serie A und B.

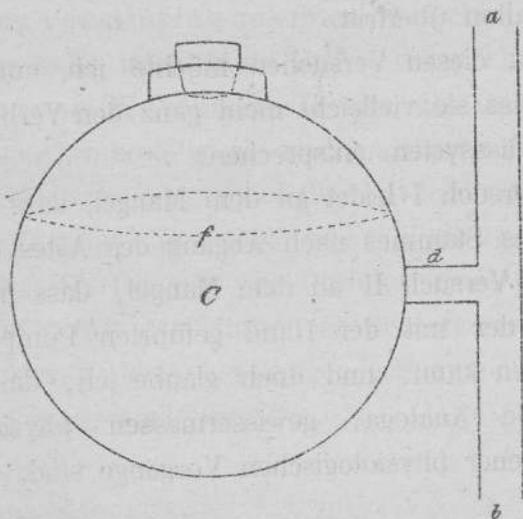
Versuche am Phantom ad C.

1. 5 mm. vom Ende eines 6 mm. im Lumen-diameter haltenden Gummischlauches (*a*) wird über ein daselbst eingeschnittenes entsprechend grosses Loch ein 3 mm. haltender Kautschukschlauch ge- klebt. Es lassen sich die Stücke gut aneinander- passen, so dass keine unbeabsichtigten Lumendiffe- renzen und Vorragungen entstehen. Der Apparat wird mit einem dünnen Gummiballon (*A*) umgeben und über diesen ein Netz gezogen. Lässt man Wasser durchströmen, so ergibt sich ein lautes

Geräusch, hält man aber den dünnen Schlauch (*b*) zu, so hört es sofort auf.



2. *C* stellt einen Glasballon dar, *a b* einen Schlauch, der durch *d*, ein Rohr, mit dem Ballon in Communication steht.



Füllt man den Apparat vollständig mit Wasser an (so dass auch in c keine grösseren Luftblasen sind) und lässt nun bei a eine gefärbte Flüssigkeit einströmen, so bleibt das Wasser klar, auch wenn bei a eine Ventilpumpe eingeschaltet und mit beliebiger Kraft gearbeitet wird.

b) Lässt man aber in dem Ballon etwas Luft zurück, etwa bis f, und setzt nun die Pumpe oberhalb in Bewegung, so strömt bei jedem Stoss etwas gefärbte Flüssigkeit in den Ballon ein. — Lasse ich die Pumpe fort, so hört das Ueberströmen auf.

c) Halte ich das Rohr bei b zu, so bringt die in Bewegung gesetzte Pumpe bei jedem Stoss eine Compression der Luft, eine Art Pulsation in dem Wasser hervor, während die gefärbte Flüssigkeit nur ganz allmählich und langsam in kleinen Mengen in den Ballon übertritt.

Zu diesen Versuchen möchte ich nur bemerken, dass sie vielleicht nicht ganz den Verhältnissen am Gefässsystem entsprechen:

Versuch I leidet an dem Mangel, dass das Lumen des Stammes nach Abgang des Astes dasselbe bleibt, Versuch II an dem Mangel, dass man den Druck der mit der Hand geführten Pumpe nicht bemessen kann, und doch glaube ich, dass diese Versuche Analoga, gewissermassen physicalische Bilder jener physiologischen Vorgänge sind.

Resumire ich nun die Ergebnisse meiner Versuche mit Durchtrennung unterhalb einer Collateralen, so kann ich allerdings keine sehr eclatanten Resultate vorweisen; doch ist die Dauer des Geräusches unzweifelhaft länger, und halte ich die Ergebnisse der physikalischen Versuche daneben, so glaube ich mich wohl berechtigt zu dem Schlusse:

Collateralen begünstigen die Dauer eines Geräusches bei totaler Durchtrennung eines Gefässes, um so mehr, je näher ihr Abgang dem Ende des durchschnittenen Gefässes liegt.

Entspricht Versuch II c. (ad A und B) einem endständigen Aneurysma, so entspricht Versuch 1 und 2 (ad C) einem wandständigen oder einem endständigen, mit dicht an der Trennungsstelle abgehendem Aste, d. h. dem von von Düring referirten klinischen Falle.

Dieser sehr interessante Fall widerspricht also nicht der von Wahl'schen Theorie der Gefässgeräusche, sondern bestätigt sie grade in überraschender Weise. Seitlich abgezweigter Strom (Volkmann. Vorträge Nr. 258) oder Verengung des Strom-Bettes ist das Postulat eines Geräusches, und bringt das klinisch so bedeutsame, zum chirurgischen Handeln berechtigende Symptom einer Gefässverletzung zur Perception.

Die Frage:

Wie verhalten sich complet durchtrennte Arterien in Bezug auf die Erzeugung von Gefässgeräuschen? glaube ich nun folgendermaassen beantworten zu können.

1. Durchtrennte Arterien geben mit dem Pulse isochrone, intermittirende, schabende oder hauchende Geräusche, welche durch die Verengerung und Retraction des centralen Arterienendes bedingt sind.

2. Geräusche bei totaler Durchtrennung einer Arterie dauern indessen nur so lange als das Haematom sich bildet.

3. Das Haematom bildet sich in ungefähr 10 Minuten fertig aus.

4. Das periphere Stück leitet den Blutstrom nicht weiter.

5. Das Haematom verhindert durch Druck und Gerinnung das weitere Auströmen des Blutes aus dem centralen Ende der Arterie und somit auch die Fortdauer des Geräusches.

6. Geräusche bei totaler Durchtrennung einer Arterie haben somit kaum eine klinische Bedeutung.

7. Die Continuität des Stromes ist Hauptbedingung für das Zustandekommen eines *andauernden* herzsystolischen Geräusches.

8. Es kann endständige Aneurysmen geben mit Geräusch, doch deutet letzteres unbedingt auf einen in nächster Nähe des durchtrennten Endes abgehenden Ast.

9. Der Modus der Entstehung dieses Geräusches entspricht vollkommen dem von Wahl'schen Geräusch bei partiellen Durchtrennungen.

Anhangsweise möchte ich hier, anknüpfend an den Thierversuch 10. Serie B, noch folgende 2 Versuche am Phantom anführen. Sie beziehen sich beide auf den Mechanismus der Entstehung von Geräuschen in partiell durchtrennten Arterien.

1. Es wird an einem Gummischlauch eine seitliche Oeffnung angebracht und mit einem Wattetampon derart verschlossen, dass der Tampon etwas ins Lumen vorragt. Es wird Wasser durchgeleitet: deutliches lautes Sausen.

2. Es wird durch einen Glasballon ein Glas-Rohr, mit seitlicher Oeffnung luft- und wasserdicht schliessend hindurchgeführt, der Apparat mit klarem Wasser gefüllt und darauf eine gefärbte Flüssigkeit hindurchgeleitet. Druckhöhe 1,95 Meter.

Es streicht an dem peripheren Rande der seitlichen Oeffnung ein feiner Strahl in den Ballon der dessen Wasser bald färbt.

Es versinnbildlichen diese beiden Experimente die zwei Entstehungsweisen des Geräusches bei partieller Durchtrennung eines Gefässes.

Experiment 1 zeigt, wie bei thrombotischem Verschluss eines seitlichen Arterienschlitzes, aber noch bestehender Continuität des Blutstromes, letzterer durch den Thrombus eingeengt, nach bekannten physicalischen Gesetzen ein Geräusch bewirkt.

Experiment 2 zeigt, wie aus einer seitlichen Oeffnung ein Strom in den starren mit Wasser gefüllten Ballon hineinströmt. Die nothwendige Folgerung lautet:

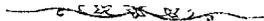
Es fliesst auch ein Strom in umgekehrter Richtung. Angewandt auf physiologische Verhältnisse beweist dieser Versuch, dass trotz des Druckgleichgewichtes im Gefässrohr und im Haematom bei partieller Durchtrennung ein Strom aus dem Gefäss ins Haematom und umgekehrt fliesst, ein Strom, der dann die bekannten Symptome des Geräusches (und eventuell auch mal der Pulsation) darbietet, was um so plausibler wird, wenn man sich die von von Wahl in dem Volkmann'schen Vortrag, Nr. 258, pag. 16, ausgeführte Darstellung in Bild und Wort ansieht.

Was von Wahl auf der vorhergehenden Seite 15 über die Einengung des Strombettes durch Aspiration der der Oeffnung gegenüberliegenden Wand sagt, möchte ich auf eine andere, mir plausibler erscheinende Weise erklären. Man sieht nämlich bei partieller Durchtrennung ausser der trompetenartigen Aufkrümpung der Enden regelmässig eine

Einknickung des ganzen Rohres, so dass an der der Oeffnung gegenüberliegenden Seite ein einspringender Winkel entsteht.

Ich meine nun, dass es einfach elastischer Zug des gespannten Gefässrohres ist, das durch die Durchschneidung eines Theiles seiner Wand aus der Gleichgewichtslage gebracht, eine neue einzunehmen bestrebt ist. Man kann sich diesen Vorgang leicht veranschaulichen, wenn man einen Gummischlauch, am Ende belastet, aufhängt und anschneidet. Es stellt sich derselbe genau wie ein partiell angeschnittenes arterielles Rohr.

Diese Knickung dürfte vielleicht die Ursache einer Einengung des Strombettes abgeben, — nicht die Aspiration der gegenüberliegenden Wand.



Litteratur.

- von Wahl: Ueber die auscultatorischen Erscheinungen bei Gefässverletzungen und sogenannten traumatischen Aneurysmen. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie Bd. XXI.
- von Wahl: Die Diagnose der Arterienverletzung. Sammlung klinischer Vorträge von Volkmann Nr. 258.
- von Düring: Ueber die auscultatorischen Erscheinungen bei Gefässverletzungen und sogenannten traumatischen Aneurysmen. Centralblatt für Chirurgie Nr 10 1885.
- Corrigan: Memoire sur le mécanisme du bruit de souffle; traduit du The Dublin Journal of medic. science par G. Richelot. Archives Generales Decembre 1836.
- Hamernjk: Physiologisch pathologische Untersuchungen über die Erscheinungen an Arterien und Venen. Prag 1841.
- Kiwisch von Rotterau: Neue Forschungen über die Schallerzeugungen in den Kreislaufsorganen. Verhandlungen der physical. medicin. Gesellschaft in Würzburg. Bd. I. 1850.
- Th. Weber: De causis strepituum in vasis sanguiferis observatorum. Dissert. inaug. Lipsiis 1854.
- Salzer: Beiträge zur Lehre von den Gefässgeräuschen. Inaug.-Dissert. Giessen 1854.
- Heynsius: Zur physikalischen Erklärung der Gefässgeräusche. (Niderl. Lancet July et Aug. 1854). übers. von Theile: Schmidts Jahrbücher Bd. 87 Nr. 8 1855.
- Chauveau: Etudes pratiques sur les murmures vasculaires ou bruits de souffle et sur leur valeur séméologique. Gazette médicale 1858. 16, 17, 18, 20, 22, 23, 31, 37, 38.
- Conrad: Zur Lehre über die Auscultation der Gefässe. Inaug.-Dissert. Giessen 1858.

- Scheele: De strepitu quem in aneurysmatibus animadvertimus. Inaug.-Dissert. 1867
- Richardson: On arterial murmur not aneurysmal medical Times and Gazette 1868.
- Thamm: Beiträge zur Lehre vom Venenpuls und den Gefäßgeräuschen. Berlin. klinische Wochenschrift 1869 Nr. 13—15.
- P. Niemeyer: Handbuch der theoretischen und klinischen Percussion und Auscultation. Bd. II. I. Abtheilung Erlangen 1870.
- Klebs: Beiträge zur path. Anatomie der Schusswunden. 1872.
- Adolph Weil: Die Auscultation der Arterien und Venen. Leipzig 1875.
- Eugen Jannsen: Untersuchungen über die Verletzungen der Arterien des Unterschenkels und des Poplitealgebietes. Inaug.-Dissert. Dorpat 1881.
- Nadeshda Schulz: Vernarbung der Arterien nach Unterbindungen und Verwundungen Deutsche Zeitschrift für Chirurgie IX. 1878. p. 107.
- Zahn: Untersuchungen über Thrombose. Virchows Archiv. B. 62. 1875.
- Sophie Lubnitzky: Die Zusammensetzung des Thrombus in Arterienwunden in den ersten fünf Tagen. Archiv für experimentelle Pathol. und Pharmacologie Bd. XIX. Heft 3. 1885.
-

Thesen.

1. Partiiell durchtrennte Venenstämme, können, namentlich, wo sie an ihre Umgebung mehr weniger fixirt sind, mit der Respiration isochrone Geräusche geben.
 2. Nach den Lavart'schen Experimenten ist die Annahme, dass Flüssigkeiten acustische Erscheinungen geben können, absolut unberechtigt.
 3. Gonococcen gehen bei der chronischen Gonorrhoe in das Epithel über.
 4. Zur Behandlung der Gonorrhoe empfehlen sich Kühlsonden.
 5. Bei acuter Darmocclusion ist, auch wenn der Sitz derselben nicht diagnosticirt werden kann, die Laparotomie vorzunehmen.
 6. Die Keilexcision des Lippencarcinoms ist eine unzweckmässige Operationsmethode.
-

10789

