

Ueber eine Methode der Messung der Schwankungen des Blutdruckes in den feinsten Gefässen.

Vom Privat-Dozenten, Dr. J. Siawcillo,

Aus dem Institut der Allg. Pathologie der Kais. Universität zu Moskau.

Dastre und Morat ⁴⁾ hatten schon bewiesen, dass örtliche Erweiterungen und Verengerungen der Gefässe fast gar keinen Einfluss auf die Schwankungen des Blutdruckes in grösseren Arterien- und Venenstämmen haben. Um den Einfluss der Gefässnerven auf die Schwankungen des Blutdruckes in den Gefässen, die den Capillaren näher liegen, zu untersuchen, mussten diese Forscher zu ihren Experimenten so grosse und theure Thiere wie Pferde und Esel benutzen.

Dennoch giebt es eine Möglichkeit die Schwankungen des Blutdruckes unmittelbar auch in sehr kleinen Gefässen, selbst in den Capillaren zu bestimmen.

Ligirt man irgend eine Arterie, so wird das Gebiet, das peripherisch von der Ligatur liegt, durch Arterienanastomosen oder, wenn diese nicht vorhanden sind—im Falle der Ligatur einer Endarterie, durch Capillaranastomosen mit Blut versorgt.

Ligirt man eine solche Arterie, die eine Arterienanastomose hat, (siehe Zeichnung № 1 Tafel 2), so ist der Seitendruck in dem peripherischen Ende der ligirten Arterie dem lateralen Blutdrucke in der Anastomose am Orte ihrer Vereinigung mit der ligirten Arterie gleich; wenn wir also in das peripherische Ende einer ligirten Arterie eine einfache Canüle einführen und sie mit einem Manometer verbinden, so können wir ganz genau alle Schwankungen des Blutdruckes in der Arterienanastomose bestimmen, wenn diese auch so dünn wäre, dass man in dieselbe selbst die aller kleinste Canüle nicht hineinbringen könnte.

Im Falle der Ligatur einer Endarterie (siehe Zeichnung № 2. Tafel 2), ist der Blutdruck in ihrem peripherischen Ende dem Blutdrucke in den Capillaranastomosen am Orte ihrer Vereinigung mit der ligirten Arterie gleich. Da können wir, nachdem wir eine einfache Canüle in das peripherische Ende der ligirten Arterie hineingeführt und sie mit einem Manometer verbunden haben, ganz genau alle möglichen Schwankungen des Blutdruckes in den Capillaranastomosen beobachten und messen.

In ganz derselben Weise, wie in den kleinsten Arterien und Capillaranastomosen, kann man die Schwankungen des Blutdruckes auch in den kleinsten Venen und in den Venencapillaren bestimmen.

Dazu braucht man nur eine der Venenwurzeln zu ligiren, in deren peripherisches Ende eine einfache Canüle hineinzuführen und diese mit einem Manometer zu verbinden.

Auf angezeigte Weise hat zum ersten Mal die Schwankungen des Blutdruckes in den Venen schon im Jahre 1866 Lovén²⁾ beobachtet. Lovén hat nämlich gezeigt, dass die Faradisation der *nn. erigentium* den Blutdruck in dem peripherischen Enden der ligirten *venae penis* bis zum 0,6 des Seitenblutdruckes in der *arteria carotis* erhöht *).

Die Schwankungen des Blutdruckes im dem peripherischen Ende der ligirten *venae femoralis* wurden von Schiff³⁾ und Cohnheim⁴⁾ bei der Controle des Versuches von Ranvier⁵⁾ über den Einfluss der Durchschneidung des *n. ischiadicus* und der gleichzeitigen Ligatur der *vena femoralis* auf die Entstehung des Oedems in dem hinteren Fusse eines Hundes beobachtet. Dabei hat Schiff³⁾ gefunden, dass die Durchschneidung des *n. ischiadicus* den Blutdruck in dem peripherischen Ende der ligirten *vena femoralis* bis zu 0,6 des Blutdruckes in der *arteria femoralis* erhöht.

Aber weder Lovén²⁾ noch Schiff³⁾, noch Cohnheim⁴⁾ haben darauf Acht gegeben, dass sie auf diese Weise den Blutdruck in den Venenwurzeln beobachteten. Sie haben auch nicht bemerkt, dass bei der Bestimmung des Blutdruckes in dem peripherischen Ende einer ligirten Vene die Schwankungen des Druckes viel grösser sind als bei der gewöhnlichen Methode der Bestimmung des Seitendruckes in solchen Venen, in welche man eine *T*-ähnliche Canüle einführen kann (vergleiche die Zeichnung № 2, Tafel 2).

Die Bestimmungen der Schwankungen des Blutdruckes im peripherischen Ende einer ligirten Arterie wurden zum ersten Mal, so viel ich weiss, im Jahre 1895 von François-Franck⁶⁾ gemacht. Aber auch er gab nicht Acht darauf dass er, indem er die Canüle des Manometers in das peripherische Ende einer ligirten Arterie einführte, die Schwankungen des Blutdruckes in den Arterienanastomosen, oder, im Falle diese nicht vorhanden waren, in den Capillaranastomosen bestimmte. Auch François-Franck⁶⁾ hat die Vorzüge der angezeigten Methode vor der gewöhnlichen Bestimmungsweise der Schwankungen des Blutdruckes mit einer *T*-ähnlichen Canüle nicht bemerkt.

In demselben Jahre, 1895, entdeckte auch ich dieselbe Methode der Messung der Schwankungen des Blutdruckes in den feinsten Gefässen ganz unabhängig von François-Franck und teilte dieselbe in der Physico-medicinischen Gesellschaft zu Moskau im Frühling 1896, als mir François-Francks erwähnte Arbeit noch unbekannt war, mit. Um wieviel besser die angezeigte Methode der Bestimmungen der durch die Vasomotoren erzeugten Schwankungen des Blutdruckes ist als die gewöhnliche, und wie sehr Dastre und Morat⁴⁾ Recht hatten, als sie behaupteten, dass die Schwankungen des Blutdruckes sich

*) Es ist zu bemerken, dass man die Schwankungen des Blutdruckes in dem peripherischen Ende einer ligirten Venenwurzel nur dann registriren kann, wenn in derselben keine Klappen mehr da sind, deshalb muss man die Canüle möglichst nahe den Capillaren einführen.

weit mehr in den feinsten als in den grösseren Gefässen äussern, zeigen folgende kymographische Curven *).

In dem Versuche, welchen wir mit № 1 bezeichnen werden, wurde in die rechte Zungenarterie eines Hundes eine gewöhnliche *T*-ähnliche Canüle eingeführt und mit einem Quecksilbermanometer verbunden. Die Reizung des peripherischen Abschnittes des nervus lingualis wurde wohl auch bei solcher Beobachtungsmethode des Blutdruckes, aber doch mit kaum bemerkbarer Senkung des Druckes in der Zungenarterie begleitet (Siche die kymographische Curve Versuch № 1, Tafel 2). Ein ganz anderes Bild erhielt ich (wie man es an der kymographischen Curve, Versuch № 2, Tafel 2. sehen kann) als ich die Canüle des Manometers in das peripherische Ende der Zungenarterie einführte, und dadurch die Schwankungen des Blutdruckes nicht in der Nähe der arteria carotis, sondern in den Anastomosen der ligirten arteria lingualis mit andern arteriellen Gefässen bestimmte. In unserem Falle wurde die Zungenarterie mit einer arteriellen Anastomose versehen: dies muss man daraus schliessen, dass man, auch nachdem die Arterie ligirt wurde, bei der Bestimmung des Blutdruckes in ihrem peripherischen Ende ganz genaue Puls- und Athemschwankungen constatieren konnte. Gleich nachdem man den peripherischen Abschnitt des entsprechenden nervus lingualis mit dem inductiven Strome zu reizen anfang, fiel der Blutdruck ziemlich schnell, um nach dem Aufhören der Reizung wieder sehr langsam zu seiner früheren Höhe emporzusteigen.

Eine ganz eben so starke Senkung des Blutdruckes in dem peripherischen Ende der ligirten Zungenarterie (vergleiche die kymographische Curve № 3, T. 2) kommt bei der Reizung der gefässerweiternden Nerven auch dann vor, wenn die Anastomosen so klein sind, dass sie weder Puls- noch Athemschwankungen übermitteln.

Auch in den Venen giebt die Messung des Blutdruckes, nach der eben beschriebenen Methode, möglichst nahe den Capillaren viel bessere Resultate als die, welche man nach der gewöhnlichen Methode der Bestimmung des Seitendruckes in solchen grossen Venen, in welche man eine *T*-ähnliche Canüle einführen kann, erhält: als Bestätigung dessen, was wir eben gesagt haben, kann der folgende Versuch, № 4, dienen.

Der Versuch wurde auf folgende Weise ausgeführt: anfangs wurde bei einem narcotisirten Hunde in die Zungenvene eine *T*-ähnliche Canüle eingeführt und mit einem Quecksilbermanometer verbunden; da das Kaliber der Vene sehr klein war und da zwischen derselben und den grösseren Venenstämmen sich

*) Alle meine Versuche habe ich an chloroformirten und curaresirten Hunden gemacht: um die Narcose tiefer zu machen, wurde den Thieren vor der Chloroformirung die Injection einer der Grösse des Thieres entsprechenden Quantität 2% Morphiumlösung gemacht. In allen kymographischen Curven wurde die unterste Linie von einem Zeitanzeiger, und die zweite Linie von unten von der Feder eines Apparates, der den Anfang und das Ende in den Versuch eingeführter Factoren registrirte, gezeichnet; die dritte Linie unten bedeutet die Abscisse, Art.—bedeutet Arterie, V—Vene. In allen Experimenten zur Pharadisierung benutzte ich der Nerven die Elemente von Grené, in welche vor den Versuchen frische Flüssigkeit eingegossen worden war. In die Kette wurde immer nur ein Element eingeführt; um die Stärke des Stromes grösser oder kleiner zu machen, vergrösserte oder verkleinerte ich den Abstand zwischen den Rollen des Schlitten-Apparates von Dubois-Reymond.

viele Klappen befanden, so wurden die Athemschwankungen fast gar nicht bemerkbar.

Die Faradisation des peripherischen Abschnittes des nervus lingualis wurde zwar bei dieser Methode der Messung der Schwankungen des Blutdruckes von Erhöhung der venösen Curve begleitet, aber doch nur von sehr geringer (Siehe die Curve Versuch № 4, I. Tafel 2). Die geringe Steigung in der venösen Curve, die zufällig mit der Aufhebung der Faradisation des Nerven zusammentrifft, wurde von den Muskelbewegungen des Hundes verursacht.

Unvergleichlich stärker zeigte sich das Resultat des Einflusses der Reizung der gefässerweiternden Nerven auf den Blutdruck in den Venenwurzeln.

Um die Schwankungen des Blutdruckes in den feinsten Gefässen zu beobachten, ich in demselben Versuche № 4 den Stamm der Zungenvene habe unterband, entfernte aus der Zungenvene die *T*-ähnliche Canüle und fuhrte in das peripherische Ende einer Zungenvenenwurzel (die Wurzel wurde vorläufig auch ligirt) eine einfache Canüle ein (vergleiche die Abbildung № I, Tafel 1) verband und letztere mit einem Manometer.

Wenn man den Blutdruck nahe den Capillaren bestimmte, so wurden in der venösen Curve weder Puls- noch Athemschwankungen bemerkbar, und die Feder des Kymographen zeichnete eine ganz gerade Linie (wie man es an der angeführten Curve Versuch № 4 II. Tafel 2 sehen kann). Aber gleich nachdem man den peripherischen Abschnitt des durchgeschnittenen Zungennerven zu faradisiren anfang, fing auch der Blutdruck in der Vene stark an zu steigen, und nach fünfzehn Secunden wurde er fünfmal höher als vor dem Anfange der Faradisirung; dabei wurden in der venösen Curve wie die Puls- so auch die Athemschwankungen stark bemerkbar. Nachdem man den Nerv zu faradisiren aufgehört hatte, fing der Blutdruck in den feinsten Venen sehr allmählig an zu sinken und fiel bloß nach mehreren Minuten bis zu seinem ehemaligen Standpunkte herab.

Im angeführten Versuche wurde vor der Entfernung der *T*-ähnlichen Canüle, um die Blutung zu verhüten, die Zungenvene ligirt; deshalb hätte man denken können, dass ein so starkes Steigen in den Wurzeln der Zungenvene durch das Hinderniss des Abflusses des Blutes in den Venen verursacht wurde. Aber ein ganz eben so starkes Steigen des Blutdruckes in den Wurzeln der Zungenvene bemerkte man bei der Faradisirung des peripherischen Abschnittes des Zungennerven auch in den Versuchen, in welchen der Hauptstamm der vena lingualis nicht ligirt worden war und in welchen demzufolge der Abfluss des Blutes in derselben unbehindert war.

Auch in andern Gebieten des Organismus giebt die von mir gebrauchte Methode der Messung der Schwankungen des Blutdruckes, die von der Thätigkeit der Vasomotoren verursacht sind, viel bessere Resultate, als die gewöhnliche Methode der Bestimmung des lateralen Druckes in den Gefässen.

So wurden in dem Versuche № 5 in die arteria femoralis und in die entsprechende Vene eines narcotisirten und curaresirten Hundes zwei gewöhnliche *T*-ähnliche Canülen eingeführt; die Arterie wurde mit einem Quecksilbermanometer und die Vene mit einem mit Magnesiumsulfat-Lösung gefüllten Manometer verbunden.

Die Faradisation der Vasodilatoren des nervus ischiadicus wurde nach der Methode des Professors Ostroumoff¹⁾ zwei Tage nach der Durchschneidung des Nerven vollführt, also in einer Zeit, wo die gefässverengenden Nerven auf die Reizung mit dem inductiven Strome zu reagiren aufgehört hatten (der Nerv wurde am 16-ten März 1895 durchgeschnitten, und am 18-ten März bestimmte ich den Einfluss der gefässerweiternden Nerven auf den Blutdruck).

Die Faradisation der Vasodilatoren (wie man es an der angeführten kymographischen Curve, Versuch № 5 Tafel 2 sehen kann) wurde von kaum bemerkbarer Senkung des Blutdruckes in der Arterie und eben so unbedeutender Steigung in der Vene begleitet.

Ein ganz anderes Resultat erhielt ich, als ich den Einfluss der gefässerweiternden Nerven auf die Schwankungen des Blutdruckes in den feinsten Gefässen der Pfote bestimmte; als Beweis dessen kann die kymographische Curve, die ich während des Versuches № 6 erhielt, dienen. Das Experiment wurde folgendermassen angestellt: bei einem curaresirten Hunde, bei welchem drei Tage vor dem Versuche der rechte Nervus ischiadicus durchgeschnitten worden war, wurden auf der rechten Hinterpfote die arteria tibialis antica und eine von den Wurzeln der vena saphena minor präparirt und ligirt.

In die peripherischen Enden beider ligirten Gefässe wurden zwei einfache Canülen eingeführt und jede mit einem Quecksilbermanometer verbunden. Gleich nachdem ich den peripherischen Abschnitt des nervus ischiadicus mit dem inductivem Strome zu reizen anfang, fiel (wie man es aus der kymographischen Curve, Versuch № 6, Tafel 2 sehen kann) der Blutdruck in der Arterie beträchtlich herab und stieg sehr merkbar in der Vene, wobei in der letzteren die Puls- und die Athemschwankungen sichtbar wurden.

Als ich den Nerv zu faradisiren aufgehört hatte, fing der Blutdruck in der Arterie allmählig an zu steigen und in der Vene zu fallen.

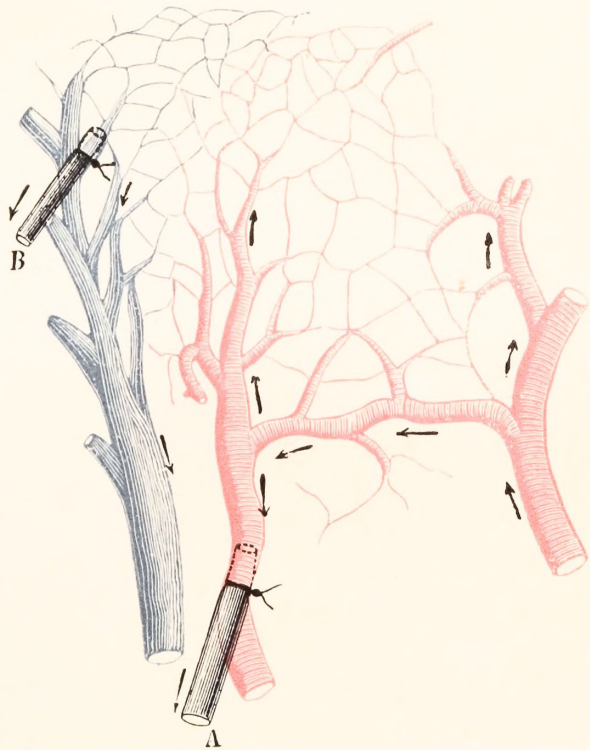
Man muss bei der Vergleichung der Curven der Versuche № 5 und 6 nicht vergessen, dass die Vene in dem Experimente № 5 mit einem Manometer, der mit Magnesiumsulfat-Lösung gefüllt war, und in dem Versuche № 6 mit einem Quecksilbermanometer verbunden war, und demungeachtet war das Steigen des Blutdruckes in der Vene in dem letzten Falle viel sichtbarer als in dem ersten.

In welchem Grade die von mir gebrauchte Methode der Messung der Schwankungen des Blutdruckes empfindlich ist, und wie man sie geeignet zur Erforschung der Physiologie der Vasomotoren anwenden kann, zeigt der Versuch № 7, der so anschaulich die Meinung von Goltz, Masius und Vanlaire (nach welcher die Durchschneidung der gefässerweiternden Nerven schon an sich selbst als eine wenn auch einstweilige, aber dafür starke, mechanische Reizung der Nerven wirkt) bestätigt.

Das Experiment wurde folgendermaassen angestellt: bei einem narcotisirten Hunde wurden alle beide Zungenarterien ligirt, und in das peripherische Ende der rechten arteria lingualis wurde eine einfache Canüle eingeführt und mit einem Quecksilber-Manometer verbunden.

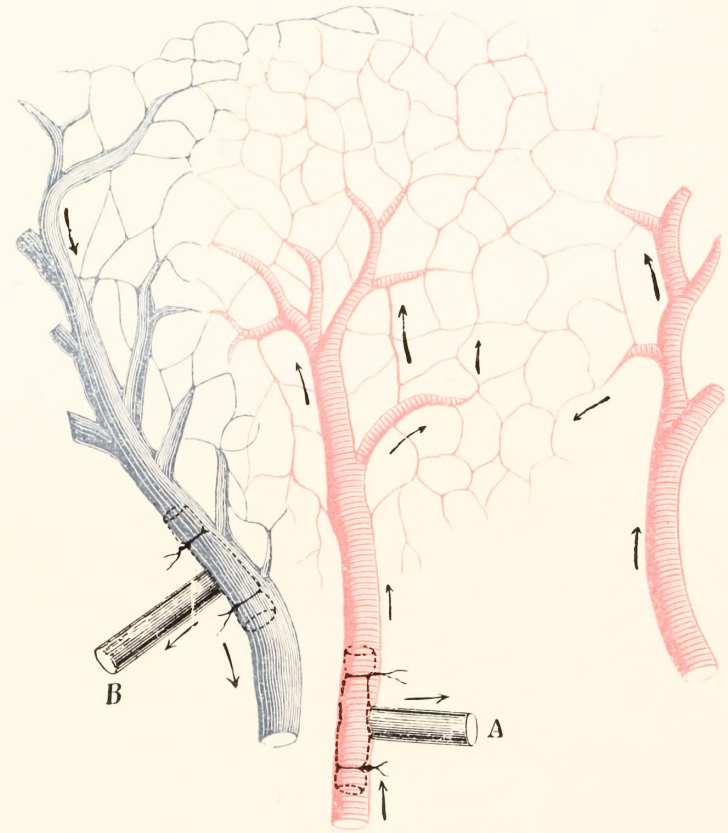
Die Durchschneidung des nervus lingualis (wie man es an der angegebenen Curve, Versuch № 7, I, Tafel 2 wahrnehmen kann) wurde von einem

Tafel 1.



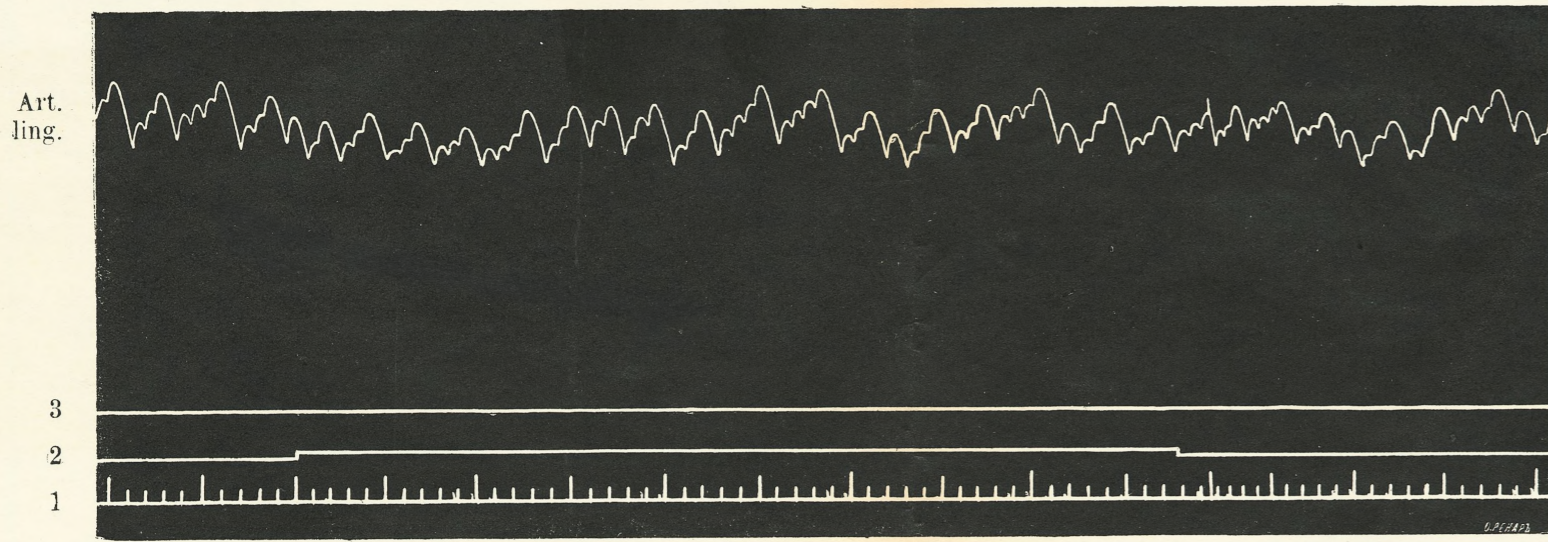
Zeichnung № 1.

A und B—Canülen, eingeführt in die Gefäße nach der von mir gebrauchten Bestimmungsmethode der Schwankungen des Blutdruckes in den feinsten Gefäßen. Die Arterien sind mit einer Arterienanastomose versehen. Die Pfeile deuten die Richtung des Blutstromes an.

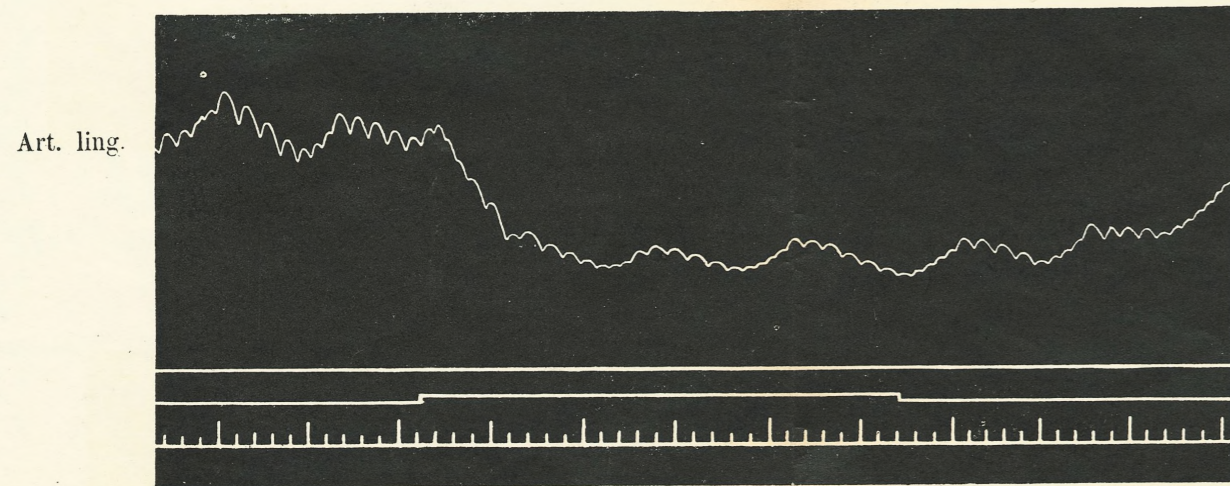


Zeichnung № 2.

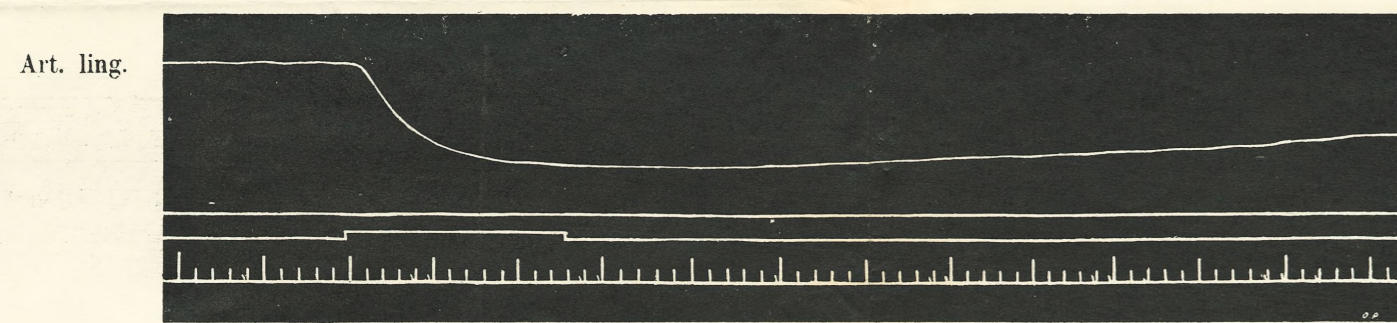
A und B—gewöhnlich gebräuchliche \perp -ähnliche Canülen. Die Arterien sind Endarterien, die keine Arterienanastomosen haben. Die Pfeile deuten die Richtung des Blutstromes an.



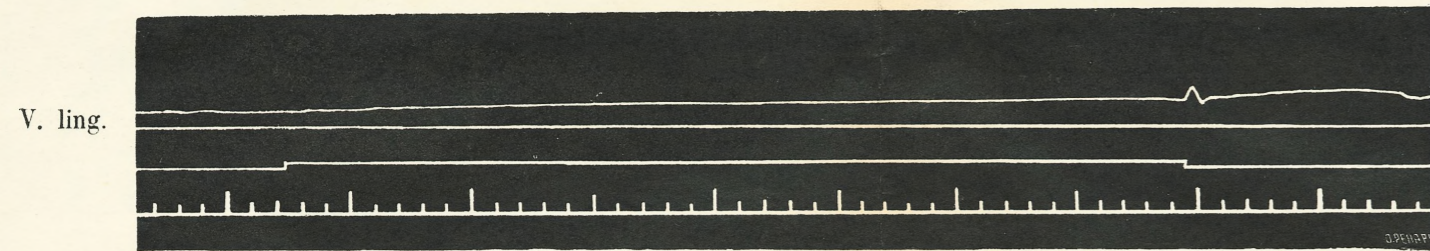
Versuch No 1. Faradisation des n. lingualis.



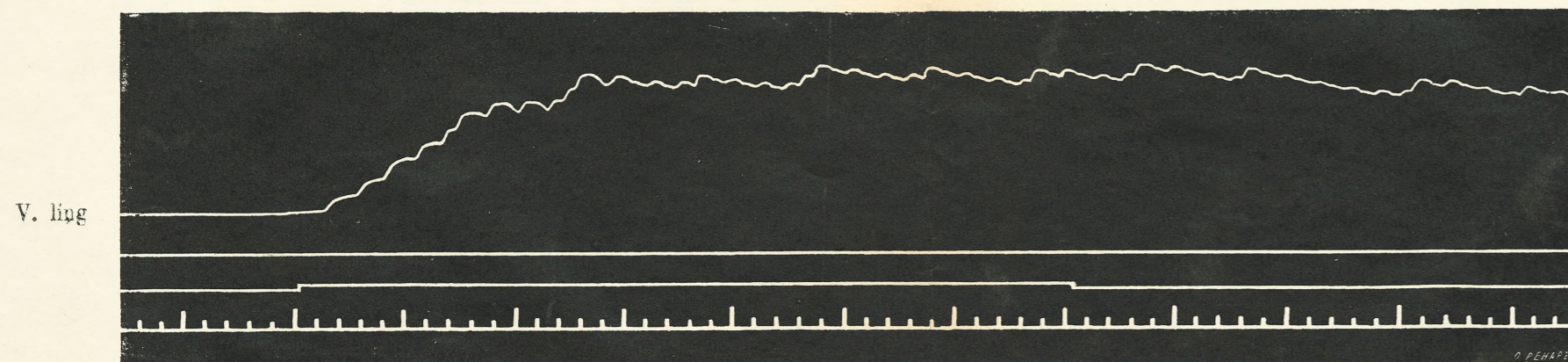
Versuch No 2. Faradisation des n. lingualis.



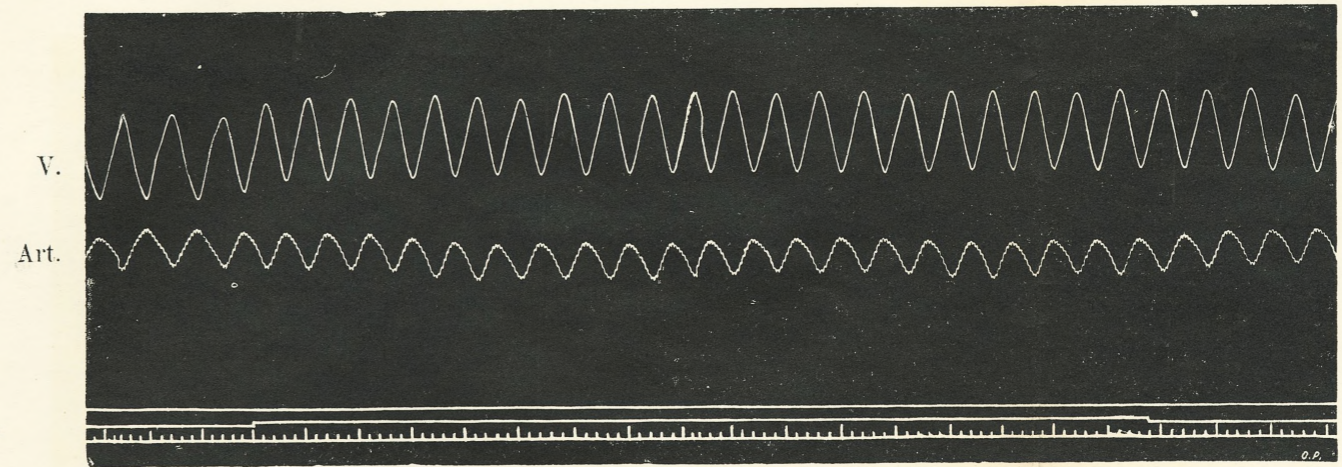
Versuch No 3. Faradisation des n. lingualis.



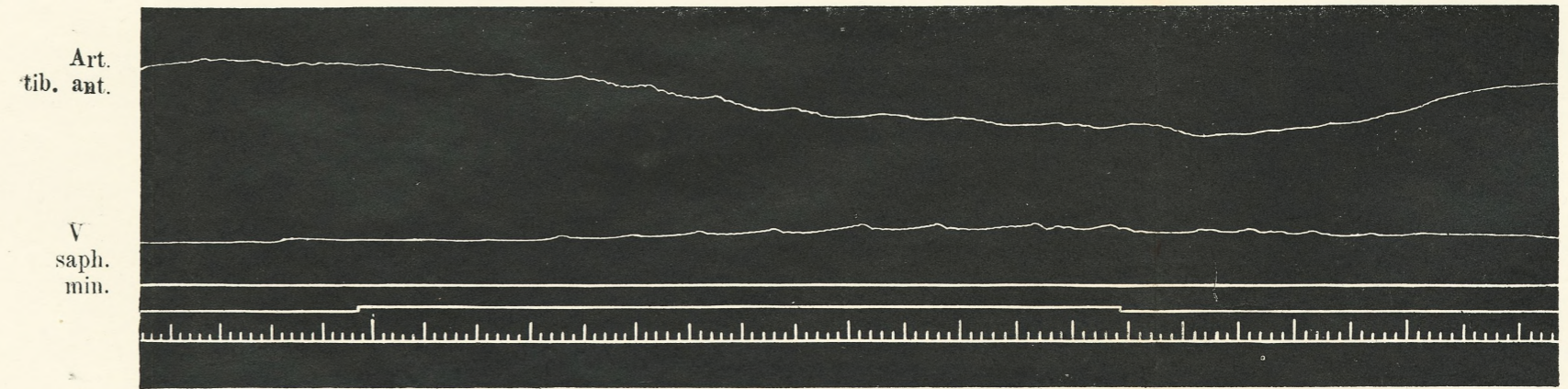
Versuch No 4. I. Faradisation des n. lingualis.



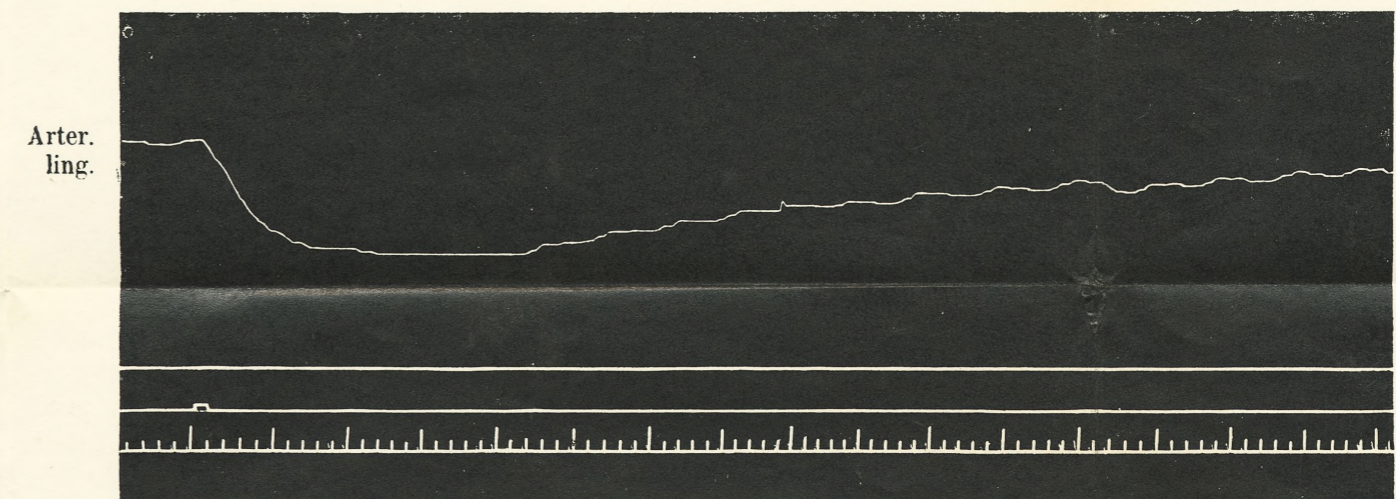
Versuch No 4. II. Faradisation des n. lingualis.



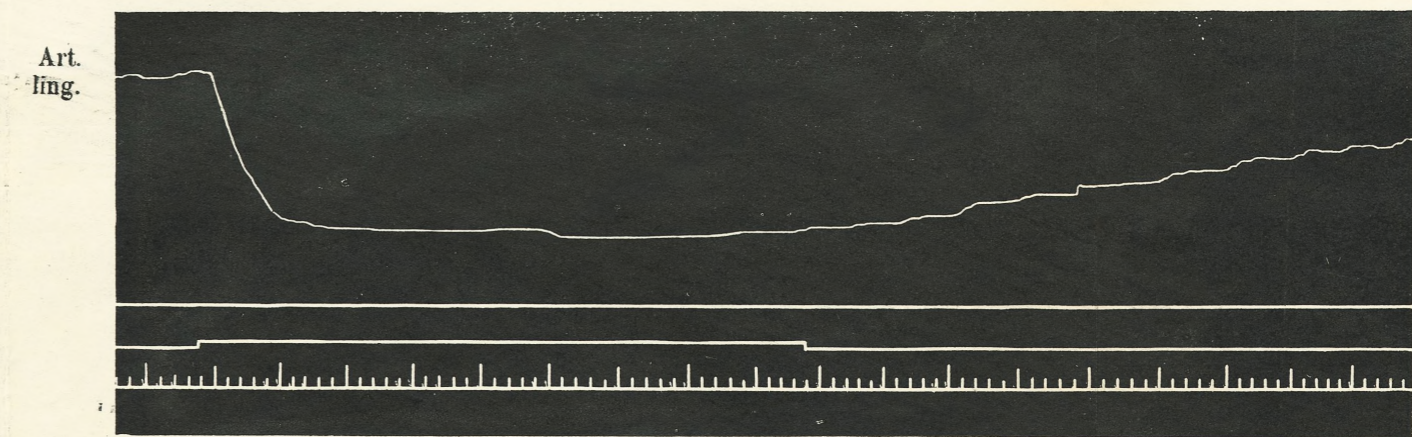
Versuch No 5. Faradisation des n. ischiad. (0,4 der natürlichen Grösse).



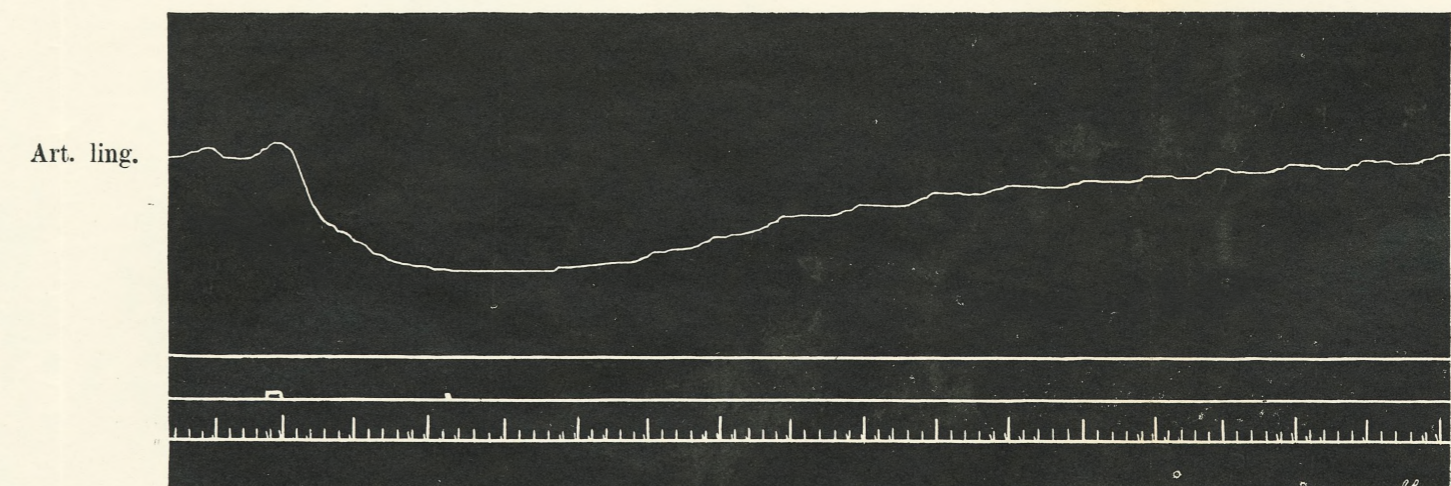
Versuch No 6. Faradisation der Vasodilatoren des n. ischiadiens. (0,5 der natürlichen Grösse).



Versuch No 7. I. Durchschneidung des n. lingualis.



Versuch No 7. II. Durchschneidung des n. lingualis.



Versuch No 7. III. Ligatur des n. lingualis.

Fallen des Blutdruckes in der Arterie begleitet. Das Fallen des Blutdruckes war ziemlich schnell, aber nicht dauernd und nicht so stark wie bei der Reizung des nervus lingualis mit dem inductivem Strome, wenn die Entfernung zwischen beiden Rollen des Inductiv-Apparates von du Bois-Reymond 15 Centimeter betrug. (Vergleiche die Curve, Versuch № 7. II, Tafel 2).

Eine mechanische Reizung des peripherischen Abschnitts des nervus lingualis, die durch eine Ligatur des Nerven hervorgerufen worden war, wurde (wie die beigelegte Curve, Versuch № 7. III, Tafel 2 zeigt) von ebenso bedeutendem Fallen des arteriellen Blutdruckes, wie es bei der Durchschneidung des Nerven beobachtet wurde, begleitet. Dies stimmt auch ganz mit dem Versuche von Goltz überein, der auch eine Hyperämie in der Pfote des Hundes bei der mechanischen Reizung der gefässerweiternden Nerven beobachtet hat.

Literarisches Verzeichniss.

1. Dastre et Morat. De l'innervation des vaisseaux cutanés. Archives de Physiologie normale et pathologique. An. 1879.
 2. Lovén. Ueber Erweiterung von Arterien in Folge einer Nervenerregung. Arbeiten aus der physiologischen Anstalt zu Leipzig. J. 1866.
 3. Schiff. De la pression veineuse, comme cause de l'œdème. De l'inflammation et de la circulation. Traduction de l'Italien. An. 1874.
 4. Cohnheim. Vorlesungen über Allgemeine Pathologie. J. 1877.
 5. Ranvier. Recherches expérimentales sur la production de l'œdème. Comptes-rendus des séances de l'Académie des Sciences. T. 69. An. 1869.
 6. François-Franck. Recherches sur l'innervation vasomotrice du pénis (1-er mémoire). Technique des expériences et principaux résultats. Archives de Physiologie normale et pathologique. Série V. T. 7. An. 1895.
 7. Ostroumoff. Versuche über die Hemmungsnerven der Hautgefässe. Arch. für die ges. Physiologie. Herausg. von E. Pflüger. Bd. 12. J. 1876.
 8. Goltz. Ueber gefässerweiternde Nerven. Arch. für die ges. Physiologie. Herausg. von E. Pflüger. Bd. 9. J. 1874.
 9. Goltz. Ueber gefässerweiternde Nerven. Zweite Abhandlung. Arch. für die ges. Physiologie. Bd. 11. J. 1875.
 10. Masius et Vanlaire. Des centres vasomoteurs et de leur mode d'action. Gazette hebdomadaire de médecine et de chirurgie. An. 1876. Nach dem Referate aus Virchow und Hirsch's Jahresberichten. Bericht für das J. 1876.
-