

## Untersuchungen über die Wirkung starker Vagus- reizung auf den Herzschlag.

[Pflüger's Archiv 1868.]

Zu den Versuchen, deren vorläufige Ergebnisse ich hier mittheilen will, wurde ich vor mehr als Jahresfrist, durch die sehr merkwürdigen Angaben PFLÜGER'S veranlasst, dass dem Beginn der Vagusreizung, welche stark genug ist, um das Herz »auf der Stelle« zum Stillstand zu bringen, »zwei Wellengipfel« nachfolgen: »erst dann stehe das Herz vollkommen still:« — und dass die Curven »dieser beiden vor dem Herzstillstand noch erfolgenden Contractionen« sich von denjenigen vor der Reizung in »absolut Nichts« unterscheiden.<sup>1)</sup>

PFLÜGER verfuhr bei seinen Versuchen bekanntlich folgendermaassen. Er liess das blossgelegte Herz selbst seine Pulsationen auf die rotirende Kymographiumtrommel aufzeichnen, indem er in die Spitze des Herzens einen Fleischhaken befestigte, welcher vermittelt eines über eine Rolle gespannten Fadens den Hebel eines Myographiums in Bewegung setzte. Um den Augenblick zu markiren, wann die Reizung der Vagi beginnt, gebrauchte PFLÜGER eine HELMHOLTZ'Sche Wippe als Tetanisirschlüssel, die ein starker, an der rotirenden Kymographiumtrommel vorspringender Metallfortsatz im Momente des Anstossens öffnete. Dieser Moment wurde vor dem Versuch durch eine senkrechte Linie bezeichnet.

Die ganze Vorrichtung und Anordnung bewährte sich vorzüglich. Dennoch bemerkt PFLÜGER a. a. O. S. 29 . . . . »Ich würde diesen

<sup>1)</sup> Siehe PFLÜGER'S Unters. aus dem physiol. Labor. zu Bonn, Berlin 1865, S. 28—29.

Thatsachen eine grössere Bedeutung beilegen, wenn das Herz nicht durch den Fleischhaken doch eine continuirliche Reizung erlitte, so dass die Verhältnisse nicht so ohne Weiteres auf die normalen übertragbar sind. Um diese Frage definitiv zu entscheiden, müsste man sich entweder an den Puls halten, den man mit TRAUBE'S Hämatoxy-mographion aufzeichnen lässt, oder an die secundäre Zuckung vom pulsirenden Herzen aus, welche beim Kaninchen niemals versagt, wenn sie auch wegen der Erwärmung des *N. ischiadicus* des Frosches nicht lange vorhält.«

Um nun PFLÜGER'S interessante Angaben zu controliren und die ganze Frage — die von ihm selbst angeregten Bedenken beseitigend — gleich definitiv zu erledigen, ordnete ich meine Versuche in der Weise an, dass sich entweder der Puls der Carotis mittelst des gewöhnlichen Hg- oder FICK'Schen Feder-Manometers aufschrieb, oder dass die secundäre Zuckung vom pulsirenden Herzen aus eine, eigens zu diesem Zwecke construirte elektromagnetische Vorrichtung (deren Beschreibung ich mir für später vorbehalten) in Gang setzte und die Herzschläge graphisch notirte.

Ich habe auch beide Curven, die elektromagnetische sowohl, als die Carotispuls-Curve — eine unter der andern — gleichzeitig sich aufzeichnen lassen, theils weil die zeitlichen Beziehungen beider Notirungen hierdurch ersichtlich wurden, theils aber, weil die secundäre Zuckung unter Umständen plötzlich versagt, ohne dass die Erregbarkeit des *N. ischiadicus* wesentlich gelitten haben kann, da er oft von selbst wieder zu functioniren beginnt. Beiläufig bemerkt, beschäftigt mich die genauere Ermittlung dieser Umstände im Augenblicke noch, weshalb diese Andeutung genügen mag.

Zur genauen Markirung des Momentes, wann die Reizung der Vagi beginnt, benützte ich einen modificirten Tetanisirschlüssel, welcher seine Bewegungen mittelst eines Schreibstiftes unter die Pulscurven, in Form einer rechtwinklig gebrochenen Linie, selbst zeichnet, an welcher die Momente der Oeffnung und Schliessung so scharf ersichtlich werden, dass sie sich leicht und sicher auf die Pulscurven übertragen lassen.

Dieser Schlüssel wurde mit der Hand geöffnet und geschlossen, was gegenüber der PFLÜGER'Schen Einrichtung den doppelten und wesentlichen Vortheil bietet, in jedem gewollten Augenblicke, also während jeder beliebigen Phase der Pulsbewegung, die reizenden Wechselströme in die Vagi hereinbrechen lassen zu können, ohne vom Zufalle abzuhängen — und ferner, während einer einmaligen Umdrehung der rotirenden Kymographiumtrommel, kürzere oder längere Zeit

nach Unterbrechung einer Vagusreizung, dieselbe wiederholt vornehmen zu können.

Der beigedruckte Holzschnitt Fig. 1 stellt eine schematische Curve von 5 genau gleichen Pulswellen dar, deren letzte rechts dem Absinken der Linie in Folge des eingetretenen Herzstillstandes in Diastole unmittelbar vorhergeht.

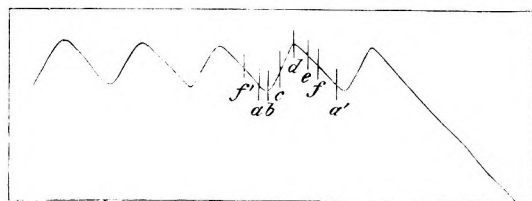


Fig. 1.

Jeder der senkrechten, mit *a*, *b*, *c*, *d* . . . bezeichneten Striche bedeutet den Beginn der Vagusreizung in je einem anderen Phasenmomente der Pulsbewegung. Diese Zeichnung ist, behufs leichterer Verständigung mit dem Leser, nach zahlreichen Einzelbeobachtungen entworfen und zusammengestellt.

Als Resultate aller meiner bisherigen, auf die angegebene Weise, theils mit, theils ohne Anwendung von Morphinum oder Curare an Kaninchen und Hunden angestellten Versuche, bei denen mir Herr Cand. med. MAX SCHÜLLER mit anerkennungswerther Ausdauer und Geschicklichkeit assistirte, kann ich vorläufig das Folgende mittheilen.

1) Fällt der Augenblick des Beginnes der Vagusreizung genau mit dem Beginn der Systole eines Carotispulses zusammen (s. Fig. 1, *b*) so folgen — wie es schon PFLÜGER angegeben — dem Beginn der Reizung zwei Wellengipfel nach: erst dann steht das Herz vollkommen still, und die beiden vor dem Herzstillstand verzeichneten Pulse unterscheiden sich weder von einander noch von allen übrigen.

2) Fällt der Beginn der Vagusreizung in den Verlauf oder an das Ende der Pulssystole oder in den Anfang der Diastole (s. Fig. 1, *c*, *d*, *e*), so erkennt man, dass der Reizung nicht mehr zwei Wellengipfel nachfolgen, bevor das Herz stillsteht, sondern nebst einem mehr oder weniger langen Bruchstück eines solchen nur mehr ein einziger.

3) Dasselbe geschieht auch noch, wenn der Beginn der Reizung weiter in den Verlauf der Diastole hineinfällt (s. Fig. 1, *f*), — aber hier gibt es bald eine Grenze.

4) Fällt nämlich der Beginn der Reizung mit einem noch späteren Punkte der diastolischen Pulswellenbewegung zusammen — etwa mit jenem Punkte, welchen die mit *a* bezeichnete Senkrechte in der drittletzten Pulswelle, Fig. 1 schneidet, dann liegen, wie man sieht, in dem Zeitraum zwischen dem Beginn der Reizung bei *a* und dem Ein-

tritt des vollkommenen Herzstillstandes, nebst dem kleinen Bruchstücke des Endes dieses vorvorletzten, noch zwei ganze, unveränderte Wellengipfel.

Der Phasenpunkt  $a$  der vorvorletzten Pulswelle ist in der vorletzten Pulswelle Fig. 1 mit  $a'$  bezeichnet. Würde die Vagusreizung erst bei  $a'$  begonnen haben, dann würde auch das Herz nach dem letzten in Fig. 1, gezeichneten Pulse noch nicht stillgestanden sein; wir müssten — um die Curve, welche sich unter diesen Umständen wirklich aufzeichnen würde, naturgetreu darzustellen — nach dem in Fig. 1, letzten Wellengipfel noch einen, neuen, gleichartigen hinzuzeichnen, und erst nach diesem den Herzstillstand durch das Absinken der Linie andeuten.

Dagegen würden wir — wenn die Vagusreizung bereits in der drittletzten Pulswelle Fig. 1 bei  $f'$  begonnen hätte — die letzte der dort gezeichneten Pulswellen wegzulöschen und das Zeichen des Herzstillstandes unmittelbar an die vorletzte anzufügen haben, um unsere Pulsecurve Fig. 1 den thatsächlichen Verhältnissen entsprechend zu corrigiren.

5) In dem Verlaufe der diastolischen Senkung jeder einzelnen Pulswelle giebt es also, wie man sieht, zwei Phasenpunkte (vergl.  $f'a$  und  $f'a'$  Fig. 1), zwischen welchen ein kleiner Zwischenraum liegt, der als Grenzintervall zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Pulsschlägen sich geltend macht.

Ueber die exacte Lage, Begrenzung und Länge dieses Grenzintervalls kann ich noch nichts Genaueres angeben, da ich mit der Construction und Ausführung der zu feineren Messungen erforderlichen Apparate noch beschäftigt bin.

6) Bedenkt man, dass die Pulswellen in einer peripherischen Arterie sehr merklich später ankommen, als die ihnen entsprechenden Herzsystemen entstehen<sup>1)</sup>, und ferner, dass die negative Schwankung des Herzmuskelstromes, von der an man hier wie überall den Beginn der Muskelcontraction eigentlich zu rechnen hat, in die Zeit der latenten Zuckung — also noch früher als die Herzsysteme fällt, so kann es

<sup>1</sup> Diese, selbst an der Carotis, sehr merkliche Pulsverspätung ist die Summe der Verzögerungen, welche einerseits zwischen dem Beginn der Herzsysteme und dem Anfang der Welle in der Aortenwurzel, andererseits zwischen diesem Anfang der Welle und dem Erscheinen desselben in einem peripherischen Arterienquerschnitt liegen. Erstere entspricht dem Zeitverlust bis zur Erreichung jenes Grades der Kammerblutspannung, welcher die Aortenklappen öffnet, letztere ist durch die endliche Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Pulswelle in dem Gefäßrohr begründet. (Vgl. CZERMAK, Mittheilungen aus dem physiol. Privatlab. in Prag. Wien, Karl Czermak 1864, S. 64.)

weder überraschend noch zweifelhaft sein, dass jenes ausgezeichnete Grenzintervall im Verlaufe der diastolischen Senkung jeder einzelnen Pulseurve mit der negativen Stromesschwankung der, der nächstfolgenden Pulsquelle entsprechenden Herzcontraction in Beziehung steht.

Dies bestätigen auch jene meiner Versuche, bei denen ich die Carotispulseurve und die Curve der secundären Zuckung vom Herzen aus, deren elektromagnetische Zeichen zugleich auch — obschon stets etwas verspätet — die negative Schwankung des Herzmuskelstromes anzeigen, gleichzeitig unter einander sich aufschreiben liess.

Immer fiel, trotz seiner allerdings verschwindend kleinen Verspätung, das elektromagnetische Zeichen für die negative Schwankung des Herzmuskelstromes noch entsprechend weit zurück in die diastolische Senkung der vorhergehenden Pulsquelle.

7) Auch mit Bezug auf den Beginn der Vagusreizung und ihrer Wirkung erweist sich die negative Schwankung als das Grenzintervall zwischen zwei Herzenscontractionen.

Ist nämlich die negative Schwankung eingetreten, ehe die Reizung beginnt, so kommt auch noch die nächstfolgende negative Schwankung mit ihrer Herzenscontraction zu Stande, dann erst bleibt das Herz vollkommen still.

Entsteht hingegen die negative Schwankung unter dem Einfluss einer bereits einige Zeit vorhandenen Reizung, so ist sie selbst und die durch sie unmittelbar eingeleitete Contraction die Letzte vor dem definitiven Herzstillstand.

Die negative Schwankung ist also nur im ersten Falle das Signal, dass in den motorischen Herzcentren die Innervationskraft nicht nur für einen Schlag ausgelöst, sondern zugleich auch noch für einen folgenden zweiten Schlag — um mit PFLÜGER zu reden — »bereits so weit entwickelt und disponirt ist, dass die Vagi keine Macht mehr über dieselbe haben«, — denn im zweiten Fall signalisirt sie weiter nichts, als die erfolgte Auslösung des Restes der bereits aus der Zeit der vorhergehenden negativen Schwankung stammenden Innervationskraft für einen Herzschlag.

8) Noch muss ich die meines Wissens bisher noch nicht constatirte Thatsache hervorheben, dass es gelingt die allerersten jener grossen und seltenen, allmählich zur früheren Frequenz sich steigern den Herzschläge, welche nach einem längeren, die Unterbrechung der starken Vagusreizung überdauernden vollkommenen Herzstillstand

erfolgen und somit unter dem Einfluss der fortdauernden Nachwirkung der Reizung entstehen, durch den Beginn einer erneuerten starken Vagusreizung zu einer Zeit; wo die Vagi sonst keine Macht mehr über die Innervationskraft haben — vollständig zu hemmen.

Der beige druckte Holzschnitt Fig. 2, erläutert einen solchen merkwürdigen, eine scheinbare Ausnahme von der Regel begründenden Fall.

Bei *u* wurde die Vagusreizung, welche einen langen Herzstillstand hervorgerufen hatte, unterbrochen: der Herzstillstand überdauert, wie man sieht, die Unterbrechung der Reizung: endlich wird ein erster Schlag ausgelöst, auf den in immer kleineren Zwischenräumen die übrigen folgen, so dass die frühere Frequenz bald erreicht wäre.

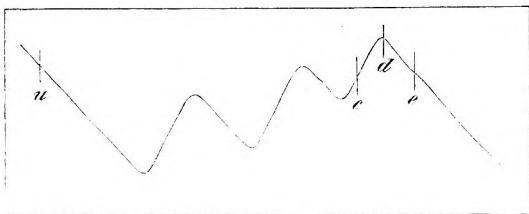


Fig. 2.

wenn keine neue Reizung erfolgte. Wird nun aber, und zwar während des Verlaufes eines jener Herzschläge, die noch unter dem Einfluss einer hinreichend starken Nachwirkung der früheren Vagusreizung entstehen, eine Reizung bewerkstelligt, welche wie in Fig. 2 beispielsweise mit einem der Phasenpunkte des dritten Herzschlages, *c* oder *d* oder *e* zeitlich zusammenfällt, so bleibt unter den hier herrschenden Zuständen der motorischen Herzcentren schon der nächste Schlag aus und das Herz steht wirklich »auf der Stelle still« — während, wie die Vergleichung mit Fig. 1 zeigt, der Beginn der Reizung in einem der mit *c*, *d* und *e* bezeichneten analogen Phasenpunkte eines dortigen Pulses, das Eintreten noch eines neuen Wellengipfels vor dem Herzstillstand nicht verhindert haben würde, wenn es sich hier wie dort um Herzcontractionen handelte, welche nicht unter dem Einfluss der Nachwirkung einer früheren Vagusreizung erfolgten.

Offenbar hängt das Gelingen oder Misslingen dieses Versuches in erster Linie von dem Grade der noch vorhandenen Nachwirkung ab.

9 Das Endergebniss meiner Versuche<sup>1)</sup> fasse ich in den Satz zusammen:

<sup>1</sup> Beiläufig möchte ich hier noch an meine Versuche über »mechanische Reizung des *N. vagus* beim Menschen« erinnern, welche ganz analoge Resultate gegeben haben. Vergl. meinen so betitelten Aufsatz in der Prager medic. Vierteljahrschrift. 1868. — (Siehe Nr. LX.)

Die starke Vagusreizung bewirkt nur dadurch vollkommenen Herzstillstand, dass sie, durch dieselbe veränderten motorischen Herzcentren, jenen Theil der Innervationskraft, der sich sonst in ihn'en bereits bei der Auslösung einer Contraction für den folgenden Schlag unaufhaltbar entwickelt, disponirt und später auslöst, sofort und auf längere Zeit zu hemmen im Stande sind; ob dies aber durch Aufhebung oder Verzögerung der Kraftentwicklung selbst, oder nur durch Verhinderung ihrer Uebertragung auf die peripherischen Nerven und Muskeln geschieht, bleibt unentschieden.

Jena, Weihnachten 1868.

---