fluss der in dieser letzteren erhöhten Widerstände. Natürlich ist zur selben Zeit die Geschwindigkeit in den Eingeweidegefässen bedeutend verringert. Die Temperatur aller dieser Theile wird sich demgemäss verändern; nur muss man natürlich die Differenzen in den Abkühlungsbedingungen mit in Betracht ziehen.

2) Da man auf Thiere stösst (besonders häufig unter Hunden), bei welchen die Eingeweidegefässe ihrer Geräumigkeit nach nicht so bedeutend die anderen Gefässe übertreffen, bei welchen mit anderen Worten die splanchnici in der Blutvertheilung nicht dieselbe dominirende Rolle spielen, wie gewöhnlich, so beobachtet man bei Reizungen des Rückenmarks in einigen Fällen auch überall Verlangsamung des Blutstroms.

3) Bei Reizungen sensibler Nerven treten zu den erwähnten Umständen, noch die localen Gefässerweiterungen hinzu, welche ihrerseits die Stromesgeschwindigkeit in den betreffenden Bezirken verändern.

Mit Hülfe dieser drei Sätze würden Heidenhain und Riegel fast sämtliche Widersprüche ihrer Untersuchungen versöhnen können. Dies würde ihnen noch leichter fallen, wenn sie, anstatt meine und Steinmann's Untersuchungen über den Einfluss der Reizung des Rückenmarks und der sensibler Nerven auf den Blutstrom, mit solcher Consequenz zu ignoriren, dieselben zu Rathe gezogen hätten: sie würden dann diese Widersprüche schon gelöst vorfinden.

Trouville, August 1873.

Ueber den Einfluss der Temperaturänderungen auf die centralen Enden der Herznerven.

Mitgetheilt von

Prof. Dr. **E. Cyon.**

(Nebst Tafel IVb.)

Die Vorgänge, welche die physiologische Bedeutung der Ganglienzellen bedingen, gehören zu denjenigen, welche sich am schwierigsten einer experimentellen Prüfung unterziehen lassen. Diese Schwierigkeiten rühren nicht so sehr von der Zartheit dieser Vorgänge selbst her, als von der Unmöglichkeit, Ganglienzellen oder Ganglienzellengruppen isolirt zu untersuchen.

Das zugänglichste Object für solche Untersuchungen bieten daher diejenigen peripherischen Organe, in welchen die Nerven- ausbreitungen von Ganglienzellen begleitet sind; den ersten Platz unter diesen Organen nimmt unstreitbar das Herz ein. Von jeher ist das Herz auch zum Zwecke, in die Vorgänge in den peripherischen Nervenzellen nähere Einsicht zu erhalten, der Gegenstand sorgfältiger Prüfungen gewesen.

Natürlich dürfen die Ergebnisse solcher Untersuchungen nur mit äusserster Vorsicht auf centrale Nervenzellen übertragen werden. In jedem einzelnen Falle muss es erst nachgewiesen werden, dass zwischen gewissen peripherischen und centralen Ganglienzellen auch wirklich Analogieen in den physiologischen Eigenschaften bestehen. — Die Existenz solcher Analogieen lässt sich am leichtesten erforschen, wenn man untersucht, ob die zu einer gewissen Gruppe gehörenden centralen und peripherischen Nervenzellen in derselben Weise von gewissen auf sie einwirkenden Agentien beeinflusst werden.

Von ähnlichen Voraussetzungen ausgehend, habe ich vor mehreren Jahren zu prüfen versucht, ob die peripherischen, im Herzen gelegenen Zellen, welche die Enden des Vagus darstellen, von gewissen Gasen in derselben Weise angegriffen werden wie die centralen.

Bekanntlich hat Traube schon längst constatirt, dass die Anhäufung von CO_2 im Blute einen starken Reiz für die centralen Vagusenden abgiebt; ich untersuchte daher, ob CO_2 , wenn es direct auf die peripherischen Vagusenden wirkt, denselben Effect hat. Die Resultate meiner Versuche haben auch die vollständigste Uebereinstimmung in den Wirkungen der CO_2 sowohl auf die centralen als auf die peripheren Vagusenden ergeben (Comptes rendus 1867).

Aus anderweitigen Beobachtungen hat es sich ergeben, dass die peripherischen Vagusenden auch gegen Druckerhöhungen in derselben Weise reagiren wie die centralen Enden.

Um so auffallender erschien mir die von Fick in diesem Archiv (1872) mitgetheilte Beobachtung, dass die centralen Enden der Herznerven von Temperaturveränderungen nicht beeinflusst werden. Diese Beobachtung schien also gegen die physiologische Identität der centralen und der peripherischen Nervenzellen zu sprechen, und zwar mit um so mehr Gewicht, als die im

Herzen befindlichen Zellen bekanntlich in der ausgesprochensten Weise schon auf sehr feine Temperaturänderungen reagiren.

Die Versuchsmethode, welche Prof. Fick zu diesem Resultat geführt hat, schien mir die Möglichkeit nicht auszuschliessen, dass bei einer directeren Einwirkung der Temperaturänderungen das Ergebniss sich wird anders gestalten können.

Ich habe daher den Dr. Tarachanoff zu einer erneuerten Vornahme einer solchen Untersuchung veranlasst, deren Resultat hier mitgetheilt werden soll.

Da ich nur solche Versuche für ganz entscheidend hielt, bei welchen das erwärmte Blut direct die Centren der Herznerven treffen kann, so habe ich Dr. Tarachanoff ein Verfahren vorgeschlagen, welches ich schon vor mehreren Jahren zu anderen Zwecken angewandt habe.

Dies Verfahren bestand in dem Durchleiten eines Stromes von defibrinirtem Blute durch die Hirngefässe, und zwar unter möglichst normalem Drucke. — Dem Thiere wurden mittelst vorher angelegter Ligaturen sämmtliche zum Hirn führenden Gefässe (art. carotides et vertebrales) unterbunden; in die peripherischen Enden der art. carotides wurden Röhren eingebunden, welche mit den Blutbehältern (A u. B Fig. I Taf. IV b) in Verbindung gebracht wurden, und zwar mittelst der gabeligen Röhre C.

Die aus dem Gehirn kommenden Venen wurden auch unterbunden und in die peripherischen Enden der v. jugulares auch Röhren eingebunden, welche in Gefässe mündeten, die zum Auffangen des ausströmenden Blutes bestimmt waren.

Auf diese Weise wurde daher das Gehirn ganz aus der allgemeinen Circulation ausgeschlossen; und es konnte in demselben ein Blutstrom eingeleitet werden unter beliebigem Druck und von beliebiger Zusammensetzung und Temperatur. Bei den Versuchen, von denen hier die Rede ist, wurden zwei Blutbehälter gewählt, in welchen verschiedene Temperaturen mittelst besonderer Vorrichtungen unterhalten wurden. Der Zweck dieser Vorrichtungen bestand darin, in den äusseren Gefässen, in welchen die Blutbehälter eingeschlossen waren, einen Wasserstrom von gleichmässiger Temperatur zu unterhalten. Zwei in die Behälter A und B hineingeschobene Thermometer zeigten direct die Temperatur des Blutes an. Beide Behälter standen andererseits mittelst Cautschoukröhren in Verbindung mit dem Druckgefässe D,

welches mit Quecksilber gefüllt war, und das auf verschiedene Höhen hinaufgewunden werden konnte. Das mit der Ausflussmündung der Blutbehälter in Verbindung stehende Manometer E erlaubte den Druck zu bestimmen, unter welchem das Blut aus denselben floss. Durch Umstellung des Hahns F konnte durch die Röhre C abwechselnd Blut aus dem einen oder dem anderen Behälter durch die Carotides gestossen werden.

Wenn ich noch hinzufüge, dass bei den hier mitzutheilenden Versuchen meistens Hunde gebraucht wurden, die mit Curare vergiftet waren, und bei denen die künstliche Respiration unterhalten war und dass der Blutdruck und die Zahl der Herzschläge mittelst eines in die art. cruralis eingebundenen Manometers auf einem Ludwig'schen Kymographion mit unendlichen Papierstreifen aufgezeichnet wurde, so ist damit kurz das ganze Versuchsverfahren beschrieben.

Ich will nun noch hinzufügen, dass, ehe wir zu den Versuchen selbst geschritten sind, Herr Tarachanoff eine Reihe von sorgfältigen Temperaturmessungen ausgeführt hat, einerseits um die Temperaturänderungen des bei C aus den erwärmten Behältern A und B ausströmenden Blutes, andererseits um das Sinken der Temperatur des Gehirns nach Unterbindung sämtlicher zuführender Blutgefäße zu bestimmen. Diese Bestimmungen zeigten, dass, wenn das Blut frei, unter einem Druck von etwa 120 bis 150 Mm., ausfließt in ein Gefäß, das die gewöhnliche Zimmertemperatur hat (etwa $17-18^{\circ}$ C.), so verliert es beim Durchgang von dem Blutbehälter bis C einen, höchstens zwei Wärmegrade. Die Temperatur des vom Blutzufluss befreiten Gehirns sinkt nicht unter 37° C. während einer Dauer, die unsere Versuchsdauer um ein Bedeutendes übertraf. Diese vergleichenden Bestimmungen erlaubten uns also mit annähernder Genauigkeit die Temperatur des durch das Gehirn getriebenen Blutes zu ermitteln. Die Natur der angestellten Versuche bedurfte auch keiner absoluten Bestimmung dieser Temperatur.

Wie meine früheren Untersuchungen über den Einfluss der Temperaturänderungen auf das Herz (Sächsische Berichte 1866) gezeigt haben, ist dieser Einfluss sehr verschiedenartig, je nach der Art der Temperaturänderungen. Aufsteigende Temperaturänderungen wirken auf eine Zellengruppe, absteigende auf eine andere. Allmähliche Temperaturänderungen wirken wieder in

ganz anderem Sinne als plötzliche, und endlich haben in gewissen Grenzen Temperaturänderungen einen ganz charakteristischen Einfluss.

Diese Verschiedenartigkeit der Effecte macht ähnliche Studien doppelt schwierig, erstens weil sie die Nothwendigkeit auferlegt, so strenge die Temperaturänderungen zu bestimmen als nur irgend möglich, und zweitens weil es die Erklärung der beobachteten Erscheinungen bedeutend verwickelt.

Wenn diese Schwierigkeiten schon bei den früheren Versuchen über das ausgeschnittene Herz nicht immer zu überwinden waren, so gestalteten sie sich bei den hier in Rede stehenden Versuchen noch bei weitem ungünstiger.

Da es sich aber für mich zuerst um die Beantwortung der Frage handelte, ob Temperaturänderungen überhaupt auf die centralen Enden der Herznerven von Einfluss sind, resp. ob dieser Einfluss mit dem auf die peripherischen Enden dieser Nerven identisch sei, so entschloss ich mich zuerst nur die Wirkungen solcher Temperaturänderungen einer Prüfung zu unterwerfen, welche weder ganz genaue Temperaturbestimmungen erheischen, noch der Deutung besondere Schwierigkeiten bieten.

Dazu gehören in erster Linie die Wirkungen der plötzlichen Temperatursteigerungen von der gewöhnlichen Zimmertemperatur (etwa 20° C.) auf die Temperatur von 40° aufwärts.

Ich will hier diese Wirkungen, wie sie in meiner citirten Abhandlung (Arbeiten aus der physiologischen Anstalt zu Leipzig 1867, p. 118) beschrieben sind, wörtlich hier wiedergeben.

„Wieder anders ist die Erscheinung, welche sich darbietet, wenn das Herz von der Normaltemperatur aus plötzlich mit Serum und Luft von 40° umspült wird. Statt dass die Schläge, wie es bei allmählicher Erwärmung der Fall, sogleich häufiger und kürzer ausfallen, werden sie nun gross und selten. Die Form der Curven, welche das Manometer anschreibt, gleicht ganz derjenigen, die man durch Reizung des Vagus bei der Normaltemperatur erhält. Die einzelnen Schläge laufen nämlich viel rascher ab, als diejenigen, welche das abgekühlte Herz ausführt, und sie sind durch grosse Pausen von einander getrennt. Diese Art zu schlagen erhält sich 1 bis 2 Minuten hin. Ist diese Zeit verflossen und bleibt alsdann das Herz noch in der hohen Temperatur, so durchläuft es wiederum die Bewegungs-

arten, welche uns von der allmählichen Erwärmung her bekannt sind. In den 8 Holzschnitten habe ich die Erscheinung wiedergegeben. 4. Von der bisher gegebenen Beschreibung weicht das Verhalten eines Herzens ab, dessen Höhle mit einem Serum erfüllt war, welches auf einen Cubikcentimeter $1\frac{1}{2}$ bis 2 Mgr. Curare enthält. Ein auf diese Weise vergiftetes Herz verhält sich bei allmählicher Erwärmung gerade wie das unvergiftete; bei plötzlicher Erwärmung von 20° auf 40° aber benimmt es sich insofern anders als ein unvergiftetes, als es die grossen und seltenen Schläge desselben unterlässt. Gleich vom ersten Beginn der Erwärmung an werden die Schläge allmählig kleiner und häufiger, wie dies beim unvergifteten Herzen erst nach dem Ablauf der grossen Schläge geschah.“

Da weitere Versuche damals ergeben haben, dass die eben erwähnten Dosen Curare, wenn sie mit dem Serum gemengt, direkt auf das Herz wirken, die Enden des Vagus im Herzen vollständig zu lähmen vermögen, so lieferten die sub 4) angeführten Versuche noch einen neuen unzweideutigen Beweis dafür, dass plötzliche Temperaturänderungen von der normalen (für das Froschherz die Zimmertemperatur) bis auf 40° heftige Reizungen der peripherischen Vagusenden veranlassen.

Ich habe nun zuerst constatiren wollen, ob ähnliche Temperaturänderungen auf die Centra der Herznerven einwirkend, einen ähnlichen Effect hervorbringen werden. — Zu dem Zwecke wurde dem Thiere durch die beiden Carotides zuerst einige Zeit defibrinirtes Hundeblood von $36-37^{\circ}$, sodann wurde durch plötzliche Umstellung des Hahnes F solches von $47-49^{\circ}$ durchgelassen. Der Druck wurde auf einer Höhe unterhalten, die gerade genügend, um einen ergiebigen Blutstrom zu unterhalten; dazu genügte schon gewöhnlich ein Druck von 80—100 Mm., wahrscheinlich weil die frei werdenden Venae jugulares viel geringere Widerstände dem Abfluss des Blutes darboten als gewöhnlich.

Ich will hier als Beispiel nur einen Versuch mittheilen, der genügen wird, um zu beweisen, dass plötzlich aufsteigende Temperaturänderungen etwa um 10° in der heftigsten Weise erregend auf die centralen Vagusenden einwirken, also ganz übereinstimmend mit den Wirkungen auf die peripherischen Nerven enden.

Vor Unterbindung der zum Gehirn führenden Gefässe war die Zahl

der Herzschläge = 23 in 10 Sekunden; gleich nach der Unterbindung der beiden Art. Vertebrales und Carotides = 18.5, 21.5, 22.5, 23 in 10 Sec. Durchleitung eines Blutstroms von $+ 36^{\circ}$ bei einem Druck von 88 Mm. Zahl der Herzschläge in 10 Sec. = 23, 24. Durchleiten eines Blutstroms von $+ 48^{\circ}$ bei demselben Drucke, Zahl der Herzschläge = 5 in 10 Sec. Durchschneidung des einen Vagus — 5 bis 6 Herzschläge in 10 Sec. Durchschneidung des zweiten Vagus — 27, 26, 26, 25, 24 Herzschläge in derselben Zeiteinheit.

Durchleiten eines Blutstroms von $+ 36^{\circ}$ — 24, 23, 24 Herzschläge in 10 Sec. Nochmaliges Durchleiten eines Blutstroms von $+ 48^{\circ}$ — 24, 23, 23 in derselben Zeiteinheit.

Dieser und mehrere andere ähnliche Versuche ergeben also das unzweideutige Resultat, dass auch die centralen Vagusenden in analoger Weise von plötzlichen Temperaturänderungen beeinflusst werden, wie die peripherischen. Jeder Verdacht, als sei die beobachtete Wirkung Folge von erwärmtem Blute, das vielleicht durch die Rückenmarksgefäße ins Herz gelangt ist, wird von vorne herein durch den plötzlichen Erfolg der Vagusdurchschneidung beseitigt.

Ich füge hierbei die erhaltenen Curven für die Hauptstadien des oben angeführten Versuches an. Wie man aus denselben ersehen kann, erleidet der Blutdruck, bei den vorgenommenen Temperaturänderungen, nur sehr geringe Schwankungen, wenn nicht die bedeutende Verlangsamung ihrerseits ein Sinken des Blutdrucks verursacht.

Sehr bemerkenswerth sind die grossen Blutdruckschwankungen, welche während der Vaguserregung auftreten. In einigen Fällen war die Druckdifferenz zwischen dem Maximum der Systole und dem Minimum der Diastole gleich 120 bis 140 Mm. Während also die Zahl der Herzschläge auf ein Minimum reducirt wird, steigen die Excursionen derselben bedeutend in die Höhe, ein Verhältniss, das bekanntlich characteristisch für eine durch Vagusreizung veranlasste Pulsverlangsamung ist.

Ich begnüge mich in dieser Mittheilung mit der Constatirung der Thatsache, dass die centralen Vagusenden auch gegen Temperaturänderungen in derselben Weise wie die peripherischen reagiren.

Auf die anderen Ergebnisse dieser Versuche, welche noch fortgesetzt werden, will ich später zurückkommen.

Trouville, August 1873.

a. b. vor der Unterbindung der Hirngefäße, b. c. nach Unterbindung derselben, c. d. Durchströmen der Hirngefäße von einem Blute von 56°C., d. e. Blut von 48°C., e. Durchschneidung des einen N. Vagus, f. Durchschneidung des zweiten Vagus, f. g. gleich nach Durchschneidung dieser Nerven, h. i. Nulllinie.

Über den Einfluss der Temperaturveränderungen auf die centralen Enden der Hirnnerven.