Die Einwirkung sensibler Reizung auf den Blutdruck.

Von

R. Heidenhain.

Im achten Bande dieses Archiv's (S. 327) bemüht sich Cyon, die Einwendungen, welche ich gegen seine neue Theorie der Innervation der Gefässnerven¹⁾ erhoben habe²⁾, zu entkräften. Ich kann den Versuch, welchen er zur Rettung seiner Ansichten macht, nicht als geglückt ansehen. Bevor ich jedoch auf das Sachliche unserer Differenz eingehe, habe ich ein ernstes Wort über die Art, wie mein Gegner die Discussion führt, zu sagen.

Von Jemandem, der kritisiren und widerlegen will, darf man vor Allem verlangen, dass er die bezüglichen Arbeiten, die er kritisiert, gewissenhaft liest. Ueber die Erfüllung dieser ersten und einfachsten Verpflichtung hat Cyon sich mir gegenüber in einer Weise hinweggesetzt, die mir fast die Lust nimmt, mich mit ihm und seinen Arbeiten weiterhin zu beschäftigen. — Auf Seite 333 seiner Entgegnung heisst es wörtlich in Bezug auf die von mir angewandte Methode der Registrirung der Athembewegungen: »Von der Anwendung des Marey'schen Phrenographen, welcher von Heidenhain angewandt worden ist, haben wir gleich nach den ersten Versuchen Abstand nehmen müssen. Dieser Apparat ist für solche Zwecke ganz untauglich: das fortwährende Herumrutschen des Apparates auf dem Thorax besonders bei heftigen Athembewegungen giebt zu argen Täuschungen nicht nur in Bezug auf die Tiefe, sondern oft auch in Bezug auf die Zahl der Athembewegungen Veranlassung. Ich habe daher Herrn Tschiriewitz veranlasst, zur Registrirung der Athembewegungen einen kleinen von mir construirten Ventilationsapparat zu benutzen, welchen ich oft bei künstlicher Respiration anwende, um die Expirationsluft durch eine besondere Oeffnung entweichen zu lassen Lässt man die Spannungsänderungen in der Expirationsröhre mittelst des Marey'schen Tam-

1) Hemmungen und Erregungen im Centralsystem der Gefässnerven *Mélanges biologiques tirés du bulletin de l'academie imperiale de St. Petersburg* 22. Dec. 1870/3. Jan. 1871.

2) Dieses Archiv Bd. IV, S. 551.

bours auf einen rotirenden Cylinder aufzeichnen, so erhält man über die Anzahl der Athmungen ganz genaue Angaben, dagegen kann man über die Tiefe der Athembewegungen nur relative Werthe erlangen.«

Cyon's Aeusserungen erwecken also dem Leser die Vorstellung, ich hätte die Athembewegungen falsch registrirt, weil ich mich dazu einer fehlerhaften Methode bedient, er aber habe dieser eine bessere substituirt.

Sollte man es wohl glauben, dass meine angeblich fehlerhafte Methode mir von Cyon kurzweg angedichtet wird, ohne dass ich sie je gebraucht habe, dass ich vielmehr gerade die Methode benutzt habe, die er an die Stelle der angeblich meinigen setzt? Auf S. 554 meiner oben angezogenen Abhandlung ist für Jedermann, nur nicht, wie es scheint, für Cyon, zu lesen: »Wir haben bei unsern Versuchen die Athembewegungen mittelst des Marey'schen Lufthebels graphisch dargestellt, indem wir die Thiere durch eine T-förmige, in die Luftröhre gelegte Canüle athmen liessen, deren einer Schenkel mit dem Gummischlauche des Marey'schen Instrumentes in Verbindung stand.« Das ist also zweifellos im Wesentlichen dieselbe Methode, welche Cyon benutzte!

Aber weiter. Cyon hat nicht einmal seine eigene erste Abhandlung mehr genau im Gedächtniss gehabt, als er die zweite schrieb.

In der ersten behauptet er bekanntlich, dass ein Thier nach Verlust der Grosshirnklappen entgegengesetzte vasomotorische Reactionen bei sensibler Reizung zeige, wie im Normalzustande: die gewöhnliche Steigerung des Blutdruckes wandle sich in eine Herabsetzung desselben um, wenn die Erregungen dem verlängerten Marke nicht mehr durch Vermittlung jener Hirntheile, sondern auf directem Wege zufließen.

Ich habe dagegen eingewandt (a. a. O. S. 552), dass diese Behauptungen in directem Widerspruche mit Beobachtungen von Dittmar, Owsjannikow und mir selbst ständen. In seiner zweiten Abhandlung (S. 329) läugnet Cyon diesen Widerspruch mit einer mir unverständlichen Phrase. Hätte er, was er selbst und was die genannten Forscher drucken liessen, vor Augen oder im Kopfe gehabt, so würde ihm nicht haben entgehen können, dass die beiderseitigen Angaben so entgegengesetzt sind, wie Schwarz und Weiss. Denn er selbst schreibt (in der ersten Abhandl. S. 762): »Hat man nicht nur die Grosshirnklappen, sondern auch das ganze Grosshirn

exstirpirt, also nur das Kleinhirn und die Medulla oblongata zurückgelassen, dann tritt bei Reizung der sensibeln Nerven gar keine Veränderung im Blutdrucke ein, ein Beweis, dass das vasomotorische Centrum anderswo als in diesen erhaltenen Hirnthteilen liegen muss«.

Bei Dittmar, welcher in Ludwig's Laboratorium arbeitete, heisst es: »Bei einem zweiten Versuche (NB. der erste führte zu demselben Resultate, war jedoch durch einen Bluterguss complicirt) trat trotz der vollständigen Trennung von Gehirn und Medulla oblongata die Drucksteigerung auf Reizung des Ischiadicus sehr schön ein«.

Ich frage, wie Cyon es widerspruchslos vereinigen will, dass er selbst keine Drucksteigerung, Dittmar sehr schöne Drucksteigerung gesehen. Hier liegt nicht mehr, wie Cyon (S. 329) andeutet, ein scheinbarer, sondern ein unversöhnlicher Widerspruch vor.

Owsjannikow ferner¹⁾ theilt mit, dass nach einem Querschnitte durch das Gehirn, welcher die Vierhügel vom verlängerten Marke trennte, die Reizung des N. auricularis und des N. ischiadicus Drucksteigerung herbeiführe, nicht minder, wenn der Querschnitt noch 2 Mm. tiefer geführt wurde.

Das stimmt mit der Angabe Dittmar's, widerspricht aber der Cyon's. Der Letztere drückt sich fast entrüstet aus, wie ich annehmen könne, dass ihm die Versuche von Owsjannikow, die zum Theil in seiner Gegenwart angestellt seien, entgangen seien. Nun, wenn er behauptet, dass die Resultate dieser Versuche den seinigen nicht widersprechen, ist ihm der Sinn derselben jedenfalls entgangen.

Ich selbst habe ferner (a. a. O. S. 552) berichtet, dass ich nach ganz vollständiger Trennung aller über dem verlängerten Marke liegenden Hirnthteile bei Reizung des N. ischiadicus erhebliche Steigerung des Blutdruckes gesehen habe.

Es bleibt Nichts übrig: Cyon muss entweder annehmen, dass Dittmar, Owsjannikow und ich falsche Angaben gemacht haben, oder zugeben, dass seine Versuche mit Entfernung des gesammten Grosshirns fehlerhaft waren. Neben einander können die beiderseitigen Behauptungen nicht stehen bleiben. Der absolute Widerspruch würde Cyon bei aufmerksamer Lectüre der citirten Abhandlungen nicht haben entgehen können.

1) Leipziger Berichte vom 6. Mai 1871, S. 141 u. 142.

Ich musste die obigen Bemerkungen voranschicken, um es zu rechtfertigen, wenn ich in dem Folgenden Cyon gegenüber ein Misstrauen bezüglich gewisser neuer thatsächlicher Angaben auszusprechen gezwungen bin. Darf man wohl auf genaue Beobachtungen rechnen, wo es selbst an genauem Lesen fehlt?

Doch nun zu Cyon's Versuchen an chloralisirten Thieren. Diese Versuche haben, das betone ich zunächst, wie auch ihr Resultat sei, keinesfalls die Bedeutung, die Cyon ihnen beilegt. Denn die Beobachtungen von Dittmar, Owsjannikow und mir weisen nach, dass auch ohne das grosse Gehirn Drucksteigerung bei sensibler Reizung zu Stande kommt. Sollte also diese reflectorische Steigerung bei chloralisirten Thieren wirklich fehlen, vielmehr statt ihrer Drucksenkung auftreten, so würden daraus ganz andere Folgerungen fliessen, als Cyon es will. Seine Schlussweise ist folgende: Abtragung der Hirnlappen verwandelt die reflectorische Drucksteigerung in eine reflectorische Druckherabsetzung. Chloralnarcose hat denselben Einfluss. Da beide Eingriffe nur das gemeinsam (?) haben, dass sie die Schmerzempfindung aufheben, muss die letztere die Ursache der reflectorischen Drucksteigerung bei sensibler Reizung unter normalen Umständen sein.

Nun ist aber der erste Satz falsch. Denn auch bei alleiniger Erhaltung des verlängerten Markes ruft sensible Erregung Drucksteigerung hervor. Die Grosshirnhemisphären haben also mit der letzteren nichts zu schaffen. Folglich muss, wenn Chloral wirklich den von Cyon angegebenen Effect hat, dieser auf anderen Umständen als auf Aufhebung der Grosshirnfunction beruhen.

Auf welchen, darauf habe ich in meinem Aufsätze hingewiesen. Ich habe gezeigt, dass ganz besonders die Athembewegungen, welche sich bei der Reizung der Empfindungsnerven erheblich beschleunigen und vertiefen, bei dem Mangel der Drucksteigerung wie bei der Drucksenkung in Frage kommen.

Denn wenn man durch Curara bewegungslos gemachte Thiere chloralisirt, fehlt die Drucksteigerung nie, — es sei denn, dass das Chloral bis zu einer übermässigen Menge, welche die Reflex-vermittelnden Theile des Nervensystems lähmt, einverleibt worden ist. Die reflectorische Druckerhöhung nimmt mit steigender Chloraldosis allmählich ab, weil die Erregbarkeit des vasomotorischen Centrums allmählich sinkt. Ist der Druck durch sensible Reizung primär gestiegen, so kann er unter Umständen nachher secundär ein wenig

unter seine Anfangsgrösse sinken, eine Erscheinung, die sowohl bei chloralisirten als bei nicht chloralisirten Thieren oft genug beobachtet wird, die aber ganz nebensächlicher Natur und keineswegs geeignet ist, zu so weitgreifenden Folgerungen Anlass zu geben, wie sie Cyon aus der von ihm primär beobachteten Senkung abzuleiten geneigt ist.

Cyon wendet gegen die Curara-Versuche ein, dass dieses Gift die Wirkungen des Chloral vielleicht aufhebe. Allein alle andern Chloralwirkungen, die ich in meiner Arbeit aufgezählt habe, bestehen bei curarisirten Thieren fort. Es liegt nicht der mindeste Grund vor, weshalb die von Cyon behauptete, angeblich durch das Chloral bedingte Umwandlung der reflectorischen Drucksteigerung in eine gegentheilige Reaction aufgehoben werden sollte, da das Chloral bei curarisirten Thieren erweislich auf das Gefässcentrum wirkt: Tonus und Reflexerregbarkeit sinken unter dem Einflusse des Chloral bis zum Verschwinden.

Ich habe ferner in meinem Aufsatze betont, dass an chloralisirten Thieren, bei welchen Reizung des Ischiadicus Athmungsbeschleunigung und Drucksenkung herbeiführe, Reizung des Vagus, wenn sie so geleitet wird, dass sie Respirationsstillstand bedingt, nicht mehr Drucksenkung, sondern Drucksteigerung im Gefolge habe. Der Connex zwischen der Athmungsbeschleunigung und der Drucksenkung ist danach klar. Diesen Versuch hat Cyon in seiner Entgegnung gar nicht berücksichtigt.

Statt sich an die von mir gegebenen Thatfachen zu halten und dieselben zu verfolgen, versucht Cyon in seiner zweiten Abhandlung zunächst, mich durch eine mir freilich nur halb verständliche deductio ad absurdum zu widerlegen.

»Entweder«, so heisst es bei ihm, »bleiben die Reflexe auf die Athmungsnerven nach Narcotisation dieselben wie vorher — dann können die Reflexe nicht dazu benutzt werden, um das bei Reizung sensibler Nerven bei narcotisirten Thieren eintretende Sinken des Blutdruckes zu erklären —, denn trotz derselben Athmungsreflexe bewirkt ja die Reizung bei nicht narcotisirten Thieren eine Erhöhung des Blutdruckes, oder die Reflexe der sensibeln Nerven auf die Athmungsnerven werden durch die Narcotisation ganz umgewandelt, dann ist es aber evident, dass bei Thieren, bei denen die Grosshirnhemisphären durch Narcotisation ausser Thätigkeit gesetzt sind, die Natur der Reflexe geändert werden kann« (d. h. es kann also auch

die Natur der vasomotorischen Reflexe geändert werden, ergänze ich im Sinne Cyons).« »Das Uebersehen dieser auf der Hand liegenden Ueberlegung raubt natürlich der ganzen gegen mich gerichteten Beweisführung den Halt.«

Ich meine, dass diese ganze Deduction des Haltes entbehrt.

Erstens habe ich nirgends direct oder indirect behauptet, dass die Athemreflexe durch das Chloral geändert werden. Sie bleiben in der Narcose dieselben wie vorher: bei Reizung eines sensibeln Nerven werden die Athemzüge frequenter und tiefer. Cyon bestreitet diese Thatsache, — ich komme darauf zurück.

Zweitens würde, wenn wirklich das Chloral die Athemreflexe änderte, noch keineswegs daraus folgen, dass auch die vasomotorischen Reflexe geändert, noch viel weniger, dass sie in ihr Gegentheil umgewandelt werden müssen, wie Cyon es will. Ein und dasselbe Gift kann bekanntlich die einen Centra alteriren, die andern intact lassen.

Drittens ist die Schlussfolgerung unrichtig, dass wenn gemäss meiner Behauptung bei chloralisirten Thieren die Athemreflexe durch sensible Reizung sich in ähnlicher Weise ändern wie bei normalen, diese Reflexe nicht das verschiedene Verhalten des Blutdruckes bei sensibler Reizung in und ausserhalb der Narcose zu erklären im Stande seien. Denn die Wirkung der Reizung auf den Druck setzt sich zusammen aus der Wirkung auf das vasomotorische und auf das respiratorische Centrum. Auch wenn die letztere sich nicht ändert, kann eine Aenderung der ersteren den Druck beeinflussen. Nun ändert sich aber durch Chloralisirung in der That die Erregbarkeit des Gefässcentrums, zwar nicht, wie Cyon will, qualitativ derartig, dass die Empfindungsreizung jetzt depressorisch wirkte, aber, wie ich bereits in meinem Aufsatze angegeben, quantitativ, indem sie mit steigender Chloralwirkung sinkt. Bei normalen Thieren treibt die Reizung der Empfindungsnerven einerseits durch reflectorische Verengerung der Arterien den Druck in die Höhe, andererseits wirkt sie durch Beschleunigung der Athemfrequenz druckvermindernd, was Cyon selbst in seiner neuen Abhandlung eingesehen. Die erstere Wirkung überwiegt aber die letztere erheblich, so dass immer noch eine bedeutende Drucksteigerung zu Stande kommt. Wenn in der Chloralnarcose die erstere Wirkung mehr und mehr abnimmt, kommt die zweite mehr und mehr zur Geltung, bis sie schliesslich die überwiegende wird. Auf die Darlegung dieser Verhältnisse erlaube ich mir genauer einzugehen.

Eigentlich hätte Cyon nach meiner ersten Abhandlung schon von selbst seinen früheren Irrthum und dessen Ursachen einsehen können. Denn nachdem er in seinem ersten Aufsatz den Einfluss der Athmungsbeschleunigung auf den Druck ganz unbeachtet gelassen, widmet er demselben auf Grund meiner Bemerkungen schon etwas mehr Aufmerksamkeit, nur nicht hinreichende. Dabei ist er freilich so naiv, mit Berufung auf Traube's Beobachtungen, auf die ich ihn aufmerksam gemacht und die ich in meinem Aufsatz verwerthet hatte, zu behaupten, ich hätte mich durch die von Traube gefundene Thatsache, dass Apnoe den Druck herabsetzt irre führen lassen (S. 336 seines zweiten Aufsatzes), während doch gerade ich seine Aufmerksamkeit auf die früher von ihm ignorirten Traube'schen Versuche hingewiesen habe. (S. 556 meiner Abh.) Wie dem auch sei, er sieht jetzt ein, dass die bei Reizung sensibler Nerven stattfindende Druckerhöhung durch die gleichzeitige Athmungsbeschleunigung beeinträchtigt werde. (S. 334 und 336 a. a. O.) Diesen Gedankengang hätte er nur weiter verfolgen sollen, dann wäre er doch wohl auf den eigentlichen Sinn seiner Chloralbeobachtungen und auf die Richtigkeit meiner Deutung derselben gekommen.

Ich habe eine neue Reihe von 16 Versuchen an Hunden in Verbindung mit den Studirenden A. Glaser und R. Kayser angestellt, welche die früheren Ergebnisse bestätigen und nach einer gewissen Seite erweitern.

Danach muss ich von Neuem behaupten, dass die Drucksteigerung bei sensibler Reizung im Zustande der Chloral-Narcose, solange überhaupt noch Erregbarkeit der Empfindungsnerven und des vasomotorischen Centrums vorhanden ist, nur dann fehlt, wenn die Thiere gleichzeitig ihre Athemzüge beschleunigen und vertiefen. Ich habe es nie anders gesehen. Die gegentheilige von Cyon gemachte Angabe, dass bei chloralisirten Thieren die Athmung sich fast gar nicht ändere¹⁾, habe ich nie bestätigt gefunden, es sei denn, dass die Thiere durch übermässige Chloraldosen dem Tode nahe gebracht waren. Dann hatte aber die Reizung gar keine Wirkung auf den Druck mehr: derselbe stieg nicht mehr an, er sank aber auch bei

1) Mir ist ein Mal ein Hund vorgekommen, bei welchem schon ohne Chloral-Einverleibung nicht Athmungsbeschleunigung, sondern zeitweiliger Inspirationsstillstand auf sensible Reizung folgte. Sollten Cyon solche Fälle begegnet sein?

der Reizung nicht, wie Cyon es will, herab. So lange die Reizung mit Athmungsänderung verbunden ist, kann die Steigerung fehlen und nach Schluss der Reizung oder bei längerer Dauer derselben schon während derselben der Druck vorübergehend sinken.

Dasselbe kann aber auch ohne Chloral-Vergiftung stattfinden, während die Thiere den lebhaftesten Schmerz bei der sensiblen Reizung äussern, wenn man für den Kreislauf ähnliche Bedingungen herstellt, wie sie das Choral herbeiführt. Das letztere setzt die Spannung des Gefäßsystems herab, weil es den Tonus des vasomotorischen Centrums verringert. Wenn man den Blutdruck auf rein mechanischem Wege, z. B. durch starke Blutentziehungen, herunter bringt, kann die auf Reizung der sensibeln Nerven gewöhnlich erfolgende Drucksteigerung verschwinden und nach Schluss der Reizung eine nachträgliche Senkung eintreten.

Vor mir z. B. liegt eine Versuchsreihe vom 22. Mai: Vor jedem weiteren Eingriffe stieg bei Reizung des Ischiadicus der Druck um 70 Mm., während das Thier die heftigsten Schmerzensäusserungen von sich gab und die gewaltsamsten Athembewegungen vollführte. Nach Beendigung der Reizung sank der Druck auf seinen ursprünglichen Werth. Dem kräftigen Hunde wurde nun dreimal Blut entzogen, das erste Mal 150 Ccm., sodann zwei Portionen von je 100 Ccm., und nach jeder Entleerung eine neue Reizung vorgenommen. Nach dem dritten Blutverluste war die reflectorische Drucksteigerung fast vollständig verschwunden, während das Thier vor Schmerz die ungeberdigsten Anstrengungen machte, sich seiner Fesseln zu entledigen.

Bei Beendigung der über 26 Sec. ausgedehnten Reizung sank der Druck um nicht weniger als 40 Mm. Als ich nun beiderseits den Thorax öffnete, natürlich nach Einleitung künstlicher Athmung, stieg bei erneuerter Reizung der Druck wiederum erheblich an (um 70 Mm.) ohne nachträgliche Senkung.

Die Athembewegungen also waren vor Anlegung des Pneumothorax daran Schuld, dass der Druck nicht stieg; zum Theil bedingten sie auch das nachträgliche Heruntergehen, wie sich aus dem Folgenden ergeben wird. — Weshalb aber stieg der Druck nach den Blutentziehungen erst als die Brusthöhle eröffnet wurde, während er doch bei dem Thiere, so lange es sich im Besitz der normalen Blutmenge befand, schon vor Anlegung des Pneumothorax erheblich durch die sensible Reizung hinaufgetrieben wurde?

Die Schuld trägt einerseits die Verminderung des Blutvolumens, andererseits eine Herabsetzung der Erregbarkeit des vasomotorischen Centrums. In Folge der ersteren sinkt die Spannung der Arterien so lange die tonische Thätigkeit des Centrums nicht gestiegen ist, was bekanntlich einige Zeit nach einer selbst copiösen Blutentziehung in solchem Maasse geschieht, dass sich der ursprüngliche Druck wieder herstellt. Bevor aber diese Adaption der Gefässwandungen an die geringere Blutmenge geschehen ist, hat die reflectorische Contraction ihrer Muscülatur begreiflicher Weise geringere druckerhöhende Wirkung. Diese Verminderung wird aber noch unterstützt durch das Sinken der Erregbarkeit der Centraltheile.

Der geringer gewordene Effect der Drucksteigerung seitens des Gefässcentrums wird jetzt durch die heftigen Athembewegungen, welche für sich den Druck herabsetzen, compensirt, während beim normalen Thiere die Athmungsbeschleunigung denselben nur vermindert. Beim Nachlass der vasomotorischen Erregung tritt die Druckherabsetzung als nebensächliche und vorübergehende Erscheinung auf, trotzdem dass das Thier, wie ich nochmals betone, den Schmerz auf das Stürmischste kundgab.

Bei dem erwähnten Versuche verschwand unmittelbar nach Eröffnung des Thorax die auf die Reizung folgende Druckherabsetzung. Doch kann dieselbe auch in geringerem Maasse noch fortbestehen. Ich entzog dem Thiere von Neuem 50 Ccm. Blut. Bei einer darauf folgenden Reizung trat Drucksteigerung um 60 Ccm.; nach Schluss derselben Herabsetzung um 10—25 Mm. (bei mehreren auf einander folgenden Reizungen) ein.

Dass diese Senkung mit derjenigen, die Cyon bei chloralisirten Thieren als Ausdruck einer Umwandlung der Eigenschaften des Gefässnervencentrums in Folge der Anästhesie beschrieb, Nichts zu thun hat, ist klar. Denn 1. sie trat unter Aeusserungen heftigsten Schmerzes ein; 2. sie folgte auf eine erhebliche Drucksteigerung. Sie hat also nicht im Mindesten die principielle Bedeutung, welche Cyon in seinen Beobachtungen suchte. Ihre Ursachen sind wahrscheinlich verwickelter Art.

Erstens ist selbst nach Anlegung eines doppelseitigen Pneumothorax der Einfluss forcirter Respirationsbewegungen auf den Druck, wenn schon sehr vermindert, so doch ebensowenig vollständig eliminirt, wie nach der von Cyon und in einigen Versuchen von mir ausgeführten Durchschneidung der Zwerchfellsnerven. Die Thiere, denen

künstlich Luft eingeblasen wird, vermögen zwar selbstverständlich bei offenem Thorax nicht mehr die Lungen zu erweitern, also den Respirationsmodus zu ändern. Aber sie vermögen durch die kraftvollen Thoraxbewegungen, die bei jeder Expiration die Luft im Pleuralraume comprimiren, so dass sie aus den künstlichen Oeffnungen der Pleuralsäcke mit Gewalt ausströmt, doch noch das Herz und die grossen Blutgefässe unter höheren als atmosphärischen Druck zu setzen. Bei der schnellen Folge solcher forcirter Expirationen, welche den Schluss der Reizung meist überdauern, wird der Zustrom des Venenblutes nach dem Thorax erschwert und dadurch der arterielle Druck vermindert, was sich namentlich dann geltend macht, wenn die vasomotorische Erregung nachlässt, also der Abstrom des Blutes aus den Arterien sich beschleunigt.

Aber darin liegt nicht der einzige Grund der nachträglichen Drucksenkung. Wenn ich den obigen Versuch so fortsetze, dass ich die Thiere curarisire, bleibt zwar nicht immer, aber doch mitunter, eine auf die stets vorhandene reflectorische Drucksteigerung folgende geringere Senkung von 5—10 Mm. übrig. Sie erklärt sich wohl ungezwungen dadurch, dass das Gefässnervencentrum, dessen Erregbarkeit bereits durch die wiederholten Blutentziehungen gelitten hat, in Folge der Inanspruchnahme durch starke sensible Reizung vorübergehend ermüdet, also der Tonus desselben vorübergehend nachlässt.

Wie dem auch sei, es ist nicht der mindeste Grund vorhanden, aus dieser auf erheblicher Drucksteigerung folgenden unerheblichen Senkung Schlüsse von solcher Tragweite abzuleiten, wie Cyon sie aus seinen Chloral-Beobachtungen zog. —

Halten wir also Folgendes fest: Wenn die Spannung der Arterien bei einem Thiere erheblich herabgesetzt und die Erregbarkeit des vasomotorischen Centrums merklich vermindert ist, kann bei Reizung sensibler Nerven die gewohnte Drucksteigerung ausbleiben und statt ihrer eine Drucksenkung nach der Reizung oder, wenn diese sehr lange fortgesetzt wird, schon während derselben eintreten. An dem Ausbleiben der Drucksteigerung trägt die mit der Reizung einhergehende Zunahme der Frequenz und Tiefe der Athemzüge die Schuld. Die Druckverminderung hängt zum Theile von derselben Ursache, zum andern Theile von der Erschöpfbarkeit des Gefässcentrums ab. Der letztere Umstand war mir früherhin entgangen; dass ich jetzt auf denselben aufmerksam geworden, verdanke ich

der durch Cyon's Einwendungen nothwendig gewordenen Wiederaufnahme der Versuche.

Bei chloralisirten Thieren werden nun ganz ähnliche Bedingungen durch die Einwirkung des Narcoticums hergestellt, wie bei künstlich in den Zustand hochgradiger Anämie versetzten Thieren.

Die Spannung der Arterien sinkt, weil die tonische Thätigkeit des vasomotorischen Centrums abnimmt (mein früherer Aufsatz S. 553 u. 558). Die reflectorische Erregbarkeit desselben wird mit steigender Narcose ebenfalls mehr und mehr beeinträchtigt. Die Athemfrequenz dagegen nimmt, wie im Normalzustande, bei Reizung der Empfindungsnerven erheblich zu, was um so mehr von Effect sein muss, als sie während der Narcose in der Regel sehr herunter geht (a. a. O. S. 554). Es liegen also ähnliche Verhältnisse wie bei den obigen Versuchen mit Blutentziehung vor.

Das folgende Versuchsbeispiel diene als Illustration für die Erscheinungen während der Chloralnarcose.

Ein chloralisirtes Thier brauchte zu 5 flachen Athemzügen 14 Secunden. Als darauf 47 Secunden lang der Ischiadicus gereizt wurde, kamen auf den gleichen Zeitraum von 14 Secunden 25 sehr tiefe Respirationen. Der Druck sank langsam ohne vorgängiges Ansteigen um 10 Mm. und nach Schluss der Reizung schneller um weitere 20 Mm.

Es wurden nochmals 0,5 Gr. Chloral eingespritzt. Das Thier athmete in 17 Sec. 6 Mal. Bei einer 50 Sec. währenden Ischiadicusreizung wurden in 17 Sec. 27 Respirationen gemacht. Der Druck sank, ohne vorgängig zu steigen, um 20 Mm. Jetzt wurde Pneumothorax angelegt und künstliche Athmung eingeleitet. Bei Ischiadicusreizung stieg der Druck um 30 Mm. und sank nachträglich um 10 Mm. Bei einer zweiten Reizung stieg er wiederum um 30 Mm. und sank nachher um 10 Mm.¹⁾ u. s. f.

Wenn also bei dem chloralisirten Thiere vor Eröffnung des Thorax keine Drucksteigerung im Gefolge der sensibeln Reizung zu beobachten ist, dagegen sofort nach Aufhebung der natürlichen Athmung eintritt, so ist klar, dass die letztere jene verhindert hat.

1) Es versteht sich von selbst, dass das Wiederauftreten der Drucksteigerung nach Anlegung des Pneumothorax nicht mehr möglich ist, wenn das Chloral die den Reflex vermittelnden Theile des Nervensystems vollständig gelähmt hat.

Die Drucksenkung, welche sich an die Steigerung anschliesst, hängt zum Theil ebenfalls von der Athmungsbeschleunigung ab, denn sie wird nach Einrichtung der künstlichen Athmung geringer; zum andern Theile ist sie wohl Folge einer durch die heftige sensible Reizung herbeigeführten Ueberanstrengung des vasomotorischen Centrums, dessen Leistungsfähigkeit ja durch das Chloral schon erheblich gelitten hat. Ich betone nochmals den Unterschied dieser Auffassung gegenüber der von Cyon vertheidigten. Der Letztere behauptet ja, dass das Chloral die reflectorische Zusammenziehung der Arterienmuskulatur überhaupt aufhebe, dass dieselbe vielmehr primär erschlaffe, wenn ein sensibler Reiz auf das vasomotorische Centrum wirkt. Ich zeige, dass nicht das Chloral, sondern die Athembewegungen die Drucksteigerung als Ausdruck der reflectorischen Erregung der vasomotorischen Nerven verschwinden machen, und dass die nachträgliche Druckerniedrigung theils Folge ebenfalls der Athmungsbeschleunigung, theils einer secundären, auf die primäre Reizung folgenden Ermüdung des vasomotorischen Centrums sei, wie sie auch bei nicht chloralisirten, den Schmerz auf das Lebhafteste empfindenden Thieren eintreten könne, wenn man sie unter ähnliche Bedingungen, wie die durch das Chloral herbeigeführten, versetzt.

Damit, glaube ich, ist in der vorliegenden Frage das Nöthige gesagt. Ich wenigstens bin über die Streitpunkte vollkommen im Klaren und gedenke nicht, auf etwaige Einwendungen meines Gegners weiter einzugehen. Ebenso wenig habe ich Veranlassung, seiner Beurtheilung meiner Versuche über die Aenderung der Blutgeschwindigkeit und der Körpertemperatur bei vasomotorischer Reizung irgend etwas hinzuzufügen. Cyon hat es für nöthig gehalten, sich im Tone einsichtiger Ueberlegenheit über meine Untersuchungen betreffs der Geschwindigkeit des Blutstromes in den grossen Arterien und Venen bei Rückenmarksreizung zu äussern¹⁾. Meine Versuche

1) Cyon und Steinmann, mélanges etc. 23. Febr./7. März 1871. In der Anmerkung auf S. 70 spricht Cyon von meinem langen »Umhertappen« bei Erklärung der die Rückenmarksreizung begleitenden Temperaturänderungen und meint schliesslich, die aus meinen Versuchen folgende Thatsache: »dass bei Reizung der Empfindungsnerven sowie des verlängerten Markes nicht bloss der Druck in den Arterien und Venen steigt, sondern auch die Stromgeschwindigkeit in beiden Gefässsystemen zunimmt«, brauchte nicht erst durch mühsame Versuche festgestellt zu werden.

seien überflüssig gewesen, da aus den bereits vor meiner Arbeit von Ludwig und seinen Schülern festgestellten Thatsachen jene von mir zuerst durch Messungen nachgewiesene Veränderung der Stromgeschwindigkeit leicht hätte vorausgesagt werden können. Allen Respect vor der Weitsichtigkeit Cyon's! Ich tröste mich über meine Kurzsichtigkeit damit, dass noch nach meinen Beobachtungen Ludwig es für erspriesslich gehalten hat, in zwei Arbeiten (von Tappeiner und Slavjanski) den Einfluss der Durchschneidung und der Reizung des Rückenmarkes auf die Geschwindigkeit des Blutstromes weiter verfolgen zu lassen, zu meiner Freude mit Ergebnissen, die den meinigen völlig entsprechen. Was aber Cyon's wiederholten Versuch betrifft, die dereinstigen Widersprüche zwischen Riegel's und meinen Beobachtungen über die Aenderungen der Körpertemperatur bei sensibler Reizung aufzuklären, so wird er sich bei eingängiger Beschäftigung mit diesen Dingen wohl zurecht finden, ohne seine sonderbaren Beobachtungen an Hunden zu Grunde zu legen, bei denen Reizung des Rückenmarkes ohne allen Einfluss auf den Blutdruck war, angeblich weil diese merkwürdigen Individuen »nur unbedeutende vasomotorische Elemente in den Splanchnicis« besaßen! ¹⁾

Nachschrift. Am 11. Juni, also einige Tage nachdem die obige Arbeit druckfertig geworden, ging mir der achte Jahrgang der von Ludwig herausgegebenen Leipziger Institutsarbeiten zu. In demselben befindet sich eine neue, mit zahlreichen Versuchen ausgestattete Arbeit Dittmar's, welche wohl auch Cyon zum Aufgeben der Ansicht veranlassen wird, dass die reflectorische Drucksteigerung bei Reizung von Empfindungsnerven nur unter Mitwirkung des grossen Gehirns zu Stande kommt. Aber vielleicht findet Cyon doch wieder, dass Dittmar's neue Resultate seinen eigenen Angaben nicht widersprechen, wie es bei den früheren der Fall gewesen! Deshalb mögen die obigen, jetzt eigentlich überflüssigen, Blätter doch zur Veröffentlichung gelangen.

1) Ebendas. S. 71 u. fgd.