

## VIII.

Aus der hydrotherapeutischen Anstalt der Universität in Berlin.

### Ueber den Einfluss kurzdauernder hydriatischer Proceduren auf den Kreislauf und die Athmung.

Von

Geh.-Rath Prof. Dr. **L. Brieger** und Priv.-Doc. Dr. **Max Herz** (Wien-Meran).

(Hierzu Tafel XIII.)

Die Anzahl der Veröffentlichungen, welche sich mit dem Einfluss der hydriatischen Proceduren auf den Kreislauf und zwar insbesondere auf den Blutdruck beschäftigen, wächst von Jahr zu Jahr; hingegen zieht die Athmung weniger die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich. Die Sachlage hat sich in letzter Zeit durchaus nicht geklärt. Was von allem Anfange an sicher war, blieb unwidersprochen, die einander entgegenstehenden Versuchsergebnisse haben keine Vermittelung gefunden, die überaus complicirten theoretischen Fragen noch immer keine einheitliche Lösung.

Auch wir können für die im Folgenden zu schildernden Versuchsergebnisse nicht das Verdienst in Anspruch nehmen, das hier herrschende Dunkel zu erhellen. Ebenso wenig ist es unsere Absicht, die einschlägigen Fragen hier in ihrer Gesamtheit aufzurollen, weil dies den Umfang dieser Abhandlung ungebührlich vergrössern würde. Wir begnügen uns damit, die Ergebnisse unserer Untersuchungen zu schildern, die, mit einer neuen Methode durchgeführt, nach mancher Richtung neue Gesichtspunkte eröffnen. Der bisherige Stand der Methodik brachte es mit sich, dass die einschlägigen Versuche nur zum geringsten Theile mit graphischen Hilfsmitteln ausgeführt werden konnten. Die am meisten verbreitete Sphygmographie hat sich leider im Allgemeinen als sehr wenig ergiebig erwiesen, weil die durch sie nachgewiesenen Veränderungen der Pulsform im höchsten Grade inconstant sind und überdies die Deutung derselben in den meisten Fällen schwierig oder unmöglich ist. Die an Thieren experimentirenden Forscher, wie z. B. Hegglin und Winkler konnten die Registrirung des Carotis- und des linken Vorhofsdruckes auf dem Kymographion verwenden und so Resultate zu Tage fördern, die

an Exactheit und Eindeutigkeit nichts zu wünschen übrig lassen, deren Uebertragung auf den intacten menschlichen Organismus aber wie in allen derartigen Fällen bedenklich ist. Die in sehr grosser Anzahl vorgenommenen Blutdruckmessungen am Menschen geschahen mit den bekannten Apparaten von v. Basch, Riva-Rocci und Gärtner, bezogen sich naturgemäss immer nur auf den maximalen Blutdruck, dessen Schwankungen mit denen des mittleren Druckes nicht nothwendig identisch sein müssen und lieferten ausserdem nur Stichproben, nicht continuirliche Curven. Am Weitersten scheint nach der letzterwähnten Richtung Ottfried Müller gekommen zu sein, der seine in rascher Aufeinanderfolge gewonnenen Werthe zur Construction von Curven verwandte, welche anscheinend charakteristische Veränderungen des Blutdruckes und der Pulsfrequenz zur Darstellung bringen.

Wir registrirten nun bei unseren Versuchen auf einer Kymographiontrommel continuirlich die Athmung und eine Function des Blutdruckes. Die Registrirung begann geraume Zeit vor der Application der hydriatischen Procedur und wurde ohne Unterbrechung während und durch mehrere Minuten nach derselben fortgesetzt. Wir dürfen nicht unterlassen, zu bemerken, dass es sich durchaus um gesunde kräftige Individuen handelte, deren Herz voraussichtlich allen Zumuthungen gewachsen war.

Zur Schreibung der Athmung bedienten wir uns des Oehmke'schen Gürtelpneumographen, zur Registrirung des Pulses eines dem neuen Gärtner'schen Pulsschreiber nachgebildeten Apparates. Als Kymographion diente uns die bewährte kleine von Basch'sche Garnitur.

Vor Allem sei es uns gestattet, Einiges über die Gärtner'sche Methode der Pulsschreibung anzuführen. Der neue Apparat nimmt nicht wie die bisher allgemein üblichen Sphygmographen die Verschiebungen auf, welche das eingedrückte Stück einer Arterienwand unter dem Einflusse der Blutdruckschwankungen erleidet, sondern wie der von Einem von uns (Herz) angegebene Onychograph die Gestaltveränderungen, welche ein fast an seinem ganzen Umfange einseitig comprimierter Körpertheil synchron mit der Herzaction aufweist. Beim Onychographen ist dieser Körpertheil das Nagelglied eines Fingers; der Gärtner'sche Apparat kann an einer beliebigen Stelle der Extremitäten angelegt werden. Der Letztere hat den grossen Vortheil, dass er sehr unempfindlich gegen die eigenen Lageveränderungen wie gegen diejenigen des Versuchsobjectes ist.

Die so erhaltenen Pulscurven gestatten vor Allem eine genaue Bestimmung der Pulsfrequenz und ihrer Veränderungen in kurzen Intervallen. Dies geschieht durch Ausmessung der Wellen. Wir nahmen die Ausmessungen von 5 zu 5 Secunden vor. Weniger Gewicht legten wir auf eine Discussion der Gestaltveränderungen der einzelnen Wellenberge, weil dieselben, wie erwähnt, vorläufig nur zum geringsten Theile einer befriedigenden Deutung zugänglich sind.

Von grösster Wichtigkeit hingegen erschienen uns die Hebungen und Senkungen der ganzen Wellenreihen. Die Niveauänderungen, welche die Curven aufweisen, die beim Thierexperiment auf der Kymographion-

trommel durch Vermittlung einer in eine Arterie eingebundenen Canüle verzeichnet werden, sind bekanntlich mit den gleichsinnigen Schwankungen des Blutdruckes identisch, so dass man diese Curve schlechtweg als Blutdruckcurve bezeichnen darf. Bei der vorliegenden Methode ist dies jedoch durchaus nicht der Fall. Die Pulseurve hebt sich allerdings auch hier, wenn der Blutdruck in den Gefässen des comprimierten Gliedes *ceteris paribus* steigt. Die Curve muss aber auch dann eine Hebung aufweisen, mithin eine Blutdrucksteigerung vortäuschen, wenn bei gleichbleibendem Blutdruck die Arterien sich erweitern. Eine in die Arterie eingebundene Canüle ist von der Weite derselben in Bezug auf die Druckübertragung vollkommen unabhängig. Ein starrer Körper hingegen empfängt von einer engen Arterie einen geringeren Druck als von einer weiten. Wir haben demnach bei der Deutung unserer Curven nicht das Recht, schlechtweg von Blutdruck zu sprechen, der gewöhnlich in mmHg ausgedrückt, den Seitendruck angiebt, der an der Stelle der Untersuchung auf die Wand der Arterie ausgeübt wird, sondern wir haben es hier mit einer Function des Blutdruckes zu thun, deren Aenderungen nicht allein von den Schwankungen des Seitendruckes, sondern zugleich auch von den Aenderungen der Gefässlumina abhängig sind, die sich in dem von der Compression betroffenen Querschnitt der Extremität befinden.

Wie weit der Einfluss der Gefässweite geht, wollen wir vorläufig noch unentschieden lassen. Jedenfalls ist er je nach dem Orte der Untersuchung überaus verschieden. Die onychographischen Untersuchungen haben ergeben, dass an der Fingerbeere für den Verlauf der Curve die Weite der kleinsten Gefässe von ausschlaggebender Bedeutung ist. So bringt z. B. eine Verengerung der kleinsten Gefässe die Curve zum raschen und tiefsten Absinken und die Pulse zu vollständigem Verschwinden. An den umfangreicheren Stellen der Extremitäten, an denen der Gärtner'sche Apparat angelegt wird, ist eine so weitgehende Einflussnahme der kleinsten Gefässe natürlich ausgeschlossen. Wir sind aber andererseits nicht in der Lage, jeden Einfluss von dieser Seite zu leugnen, so dass uns eine gewisse Reserve bei der Deutung unserer Curven geboten erscheint.

### I. Einfluss auf die Athmung.

Die Athmung theiligt sich an dem durch thermische Reize hervorgerufenen Symptomencomplex in sehr verschiedener Weise. Ihre Veränderungen hängen nicht nur von der Temperatur des verwendeten Wassers, sondern in vielleicht noch viel höherem Maasse von der Raschheit d. h. von der grösseren oder geringeren Plötzlichkeit des Reizes ab, ferner von dem Nervengebiete, welches getroffen wurde und schliesslich auch in besonders hohem Grade von der Erregbarkeit oder vielleicht richtiger von der Schreckhaftigkeit des Individuums ab.

Die erste Wirkung eines plötzlichen Wärme- oder Kältereizes ist nach Leichtenstern eine tiefe Inspiration welche von einem kurzen Stillstand der Athmung und dann von einer gedehnten und gepressten Expiration gefolgt ist. Etwas Aehnliches hat wohl gelegentlich Jeder

an sich selbst beobachtet, besonders bei der plötzlichen Einwirkung von kaltem Wasser. Wirkt der Kältereiz hingegen dauernd auf den Körper ein, dann ist seine Wirkung auf die Respiration nach Winternitz sehr inconstant. Es giebt Fälle, in denen die Athemfrequenz unter solchen Verhältnissen sich überhaupt nicht ändert; manchmal nimmt die Frequenz mässig zu oder auch ab. Als sicher kann man nach Matthes annehmen, dass durch die Kälte die Athmung vertieft wird, was mit der gleichzeitigen Steigerung der Kohlensäureproduction im Zusammenhang gebracht wird. In Löwy's Untersuchungen erwies sich der Einfluss von Kältereizen als ein rasch vorübergehender. Der Athmungstypus kam bald der Norm wieder nahe, jedoch blieb die Athmung in den meisten Fällen mässig verlangsamt und nur in wenigen mässig beschleunigt.

Ein plötzlicher Wärmereiz erzeugt den gleichen Shock wie der Kältereiz und bewirkt sodann nach Bälz eine Beschleunigung und Vertiefung der Athmung, die auch in Winkler's im Thierversuche gewonnenen Curven sehr schön zum Ausdrucke gekommen ist.

#### a) Einfluss kalter Proceduren auf die Athmung.

Wir begannen unsere Versuche damit, dass wir sehr milde Kältereize setzten. Um jede mechanische Reizung auszuschliessen, bedienten wir uns der Abkühlung durch Aether, den wir auf verschiedene Körpertheile aufgossen. Hierbei traten keine bemerkenswerthen Veränderungen der Athmung auf.

Einen sehr heftigen Kältereiz ohne oder mit sehr geringer mechanischer Beeinflussung erzielten wir durch Bestreichung der Haut mit einem Stück Eis. Es wurden, natürlich in verschiedenen Versuchen, die Hand, der Oberarm und die Fusssohle bestrichen. Als ein regelmässiger Befund stellte sich eine erhebliche Beschleunigung der Athmung ein. Am stärksten war die Reaction, wenn die Fusssohle bestrichen wurde. Eine Vertiefung der Athmung oder einen regelrechten Kälteshock im Sinne Leichtensterns erzielten wir auf diese Weise nicht.

Inconstant waren die Befunde beim Eintauchen von Extremitätentheilen in Wasser von 4° C. In den meisten Fällen verlangsamt und vertiefte sich die Athmung allerdings, doch erhielten wir gelegentlich auch das gegentheilige Resultat.

Kurzdauernde Uebergiessungen der Schenkel mit Wasser von 10—12° C. erzeugten stets eine Beschleunigung und Vertiefung der Athmung.

Schliesslich schrieben wir noch die Athmungscurve, während das Individuum in einer leeren Sitzbadewanne sass, worauf Wasser von 15° C. eingegossen wurde. Es stellte sich zuerst ein tonischer Tiefstand des Zwerchfells ein, in welchem einige rasche Respirationsbewegungen ausgeführt wurden. Die Frequenz näherte sich aber rasch der Norm unter gleichzeitiger Vertiefung der Athmung.

Eine besondere Erwähnung verdienen die Douchen. Wir experimentirten mit kühlen Fächerdouchen von ungefähr 13° C. Das Ergebniss war constant. Fig. 1 zeigt eine typische Curve dieser Art. Man sieht wie sich die Athmung sofort vertieft, mit einer besonders tiefen Inspiration beginnend. Die Frequenz bleibt annähernd normal.

Es ist vielleicht nicht überflüssig darauf hinzuweisen, dass in allen bisher erwähnten Fällen die Vertiefung der Athmung stets darin bestand, dass sich die Gipfel der Wellen erhoben, während der expiratorische Schenkel hierbei niemals tiefer absank als bei unbeeinflusstem Organismus. In manchen Fällen konnte sogar ein Hinaufrücken der ganzen Curve constatirt werden. Wir haben es also hier stets nur mit einer Verstärkung der Inspiration zu thun. Eine stärkere Anregung des expiratorischen Mechanismus trat nicht ein.

#### b) Einfluss warmer Proceduren auf die Athmung.

In Bezug auf den Einfluss warmer Proceduren auf die menschliche Athmung scheint keinerlei Gesetzmässigkeit zu bestehen. Wir verwandten warmes und heisses Wasser in Form von Umschlägen, Uebergiessungen, Douchen und Sitzbädern. Es zeigte sich nicht nur kein gemeinsames Moment unter den Ergebnissen, welche die verschiedenen warmen Beeinflussungen zu Tage förderten, sondern es traten sogar bei demselben Individuum einander ganz entgegengesetzte Erscheinungen auf, wenn an verschiedenen Tagen ein und derselbe Versuch wiederholt wurde.

### II. Einfluss auf die Pulsfrequenz.

Den Einfluss des reinen milden Kältereizes studirten wir in einer grossen Anzahl von Versuchen durch Aufgiessen von Aether auf den Arm. Es sei daran erinnert, dass wir unsere Zahlen durch Ausmessung unserer Curven erhielten, so dass wir die Raschheit der Herzaction von Secunde zu Secunde feststellen konnten. Wir rechneten die Werthe jedoch stets in Pulsschläge pro Minute um. So ergab z. B. ein Versuch, bei welchem viel Aether auf den Oberarm gegossen wurde:

Vor dem Versuch: Durchschnitt 80 per Minute.

Nach dem Aufgiessen des Aethers von 5 zu 5 Secunden gemessen: 73,5, 78,0, 78,0, 78,0, 78,0 per Minute.

Dieses Verhalten ist für den Puls bei der Abkühlung eines Körperteiles durch Aufgiessen von Aether typisch. Es stellt sich sofort eine Herabsetzung der Pulszahl ein, welche während der ersten Secunden am bedeutendsten ist. Es war für uns interessant zu beobachten, dass diese Herabsetzung schon bei der Anwendung ganz geringer Aethermengen, bei einem Individuum schon bei dem Aufträufeln weniger Tropfen auf den Handrücken eintrat.

In einer anderen Serie von Versuchen studirten wir den Einfluss, den das Auftreffen bewegten kalten Wassers auf die Körperoberfläche in Bezug auf die Pulsfrequenz ausübt. In diesem Falle gesellt sich zu der reinen Kältewirkung die mechanische Wirkung des Wasserstrahls. Uebereinstimmend mit den Resultaten Ottfried Müller's erhielten wir stets sowohl bei kalten Güssen wie bei kalten Douchen zuerst eine Steigerung, sodann eine Herabsetzung der Pulsfrequenz.

Dass der mechanische Reiz die anfängliche Steigerung bewirkt,

scheint uns dadurch wahrscheinlich gemacht zu werden, dass diese bei stärkerer Zerstäubung einer Fächerdouche geringer ausfiel.

Als die Combination eines intensiven Kältereizes mit einem gelinden mechanischen Reiz ist die Bestreichung der Haut mit Eis zu betrachten. Der Einfluss der Kälte machte sich stets prompt als eine Herabsetzung der Pulsfrequenz bemerkbar. Die anfängliche Beschleunigung war stets gering, ja sie fiel sogar bei vorsichtiger Bestreichung der Rückseite des Oberarmes ganz aus.

War somit das Verhalten der Pulsfrequenz bei der Einwirkung von Kältereizen vollkommen typisch und mit den bekannten Principien in bester Uebereinstimmung, müssen wir abermals in Bezug auf die kurzdauernden Wärmereize eine absolute Irregularität constatiren. Nur bei den warmen Douchen erhielten wir stets einen beschleunigten Puls, während die Uebergiessungen der verschiedenen Körpertheile mit warmem und heissem Wasser den Puls bald beschleunigten, bald verlangsamten. Wir möchten nur hervorheben, dass sich die bedeutendsten Verlangsamungen des Pulses bei heissen Uebergiessungen der Fusssohle und der Hand einstellten. Wir wollen aber vorläufig nicht behaupten, dass dies mehr als ein Zufall war.

### III. Einfluss auf die Pulseurve bezw. den Blutdruck.

#### a) Kalte Procedures.

Wie in den vorhergehenden Abschnitten diente uns auch hier die Abkühlung durch aufgegossenen Aether als reiner Kältereiz. Fig. 2 zeigt den Verlauf einer Gärtner'schen Pulseurve während eines derartigen Versuches. Man sieht die Curve sofort nach dem Aufgiessen des Aethers sich erheben, aber schon nach wenigen Secunden wieder absinken und zwar unter die Norm, auf welchem Niveau sie sich sodann durch längere Zeit erhält. Dieses Verhalten zeigte sich regelmässig, wenn der Aether an einer entfernten Stelle aufgegossen wurde. Greift der Kältereiz in der Nähe der untersuchten Stelle an, dann machen sich Reflexe auf die Gefässe der betreffenden Region bemerkbar, auf welche wir hier nicht einzugehen gedenken.

Ganz analoge Resultate erhielten wir, wenn wir eine Körperstelle mit einem Stück Eis bestrichen. In der Curve (Fig. 3) ist sehr genau sowohl der Beginn wie das Aufhören des Reizes zu erkennen. Auffallend ist, dass die gewiss um vieles stärkere Abkühlung durch das Eis nicht auch einen um ebenso viel stärkeren Effect auf den Druck hervorbringt.

Die Wirkung ist um Vieles mächtiger, wenn das kalte Wasser eine grössere Hautfläche trifft. Fig. 4 stellt einen Versuch dar, bei welchem der Unterschenkel in Wasser von 4° C. eingetaucht wurde.

Anders als die ruhigen mechanisch nicht wirksamen Kältereize veränderten in unseren Versuchen die Güsse und Douchen die Druckcurve. Ein besonders sprechendes Beispiel ist in Fig. 5 dargestellt, welche einer während eines Unterschenkelgusses von 11° C. aufgenommenen Curve entspricht. Die in den früher beschriebenen Versuchen stets vorhandene Steigerung des Druckes fehlt hier. Es tritt vielmehr sofort eine be-

deutende Senkung ein. Zugleich fallen die sehr schön ausgedrückten respiratorischen Schwankungen des Blutdruckes auf.

Wir können uns bei dieser Sachlage nicht wundern, dass die verschiedenen Forscher mit den gewöhnlichen Blutdruckmessungsmethoden bald Steigerungen bald Senkungen im Anschlusse an Kältereize gefunden haben.

#### b) Warme Proceduren.

Die Einwirkungen des warmen und heissen Wassers fielen in Bezug auf den Blutdruck bedeutend geringer aus als diejenigen des kalten Wassers. In vielen Fällen, wo man bei der Stärke der ausgelösten Empfindungen auf grössere Veränderungen der Curve hätte gefasst sein dürfen, waren solche kaum nachweisbar, wie in der Fig. 6, welche während einer heissen Douche gezeichnet wurde.

Wo wir eine Reaction nachweisen konnten, bestand dieselbe in einer Senkung der Curve (Fig. 7).

Besonders deutlich zeigte sich diese stets dann, wenn der Wärmreiz auf den Fuss, hauptsächlich die Sohle einwirkte.