

XXVI.

Aus dem Reservelazarett Kunstgewerbemuseum zu Berlin.

Ueber eine neue Untersuchungsmethode bei Herzkrankheiten¹⁾.

Von

Prof. Ernst Weber (Universität Berlin).

(Mit 1 Abbildung und 26 Kurven im Text.)

Inhaltsangabe:

	Seite
1. Die physiologischen und pathologischen Grundlagen der Methode . . .	325
2. Die verschiedenen pathologischen Kurvenformen bei Herzkranken und ihre Bedeutung	337
3. Die objektive Kontrolle der Wirkung therapeutischer Massnahmen durch die neue Untersuchungsmethode	364

I. Die physiologischen und pathologischen Grundlagen der Methode.

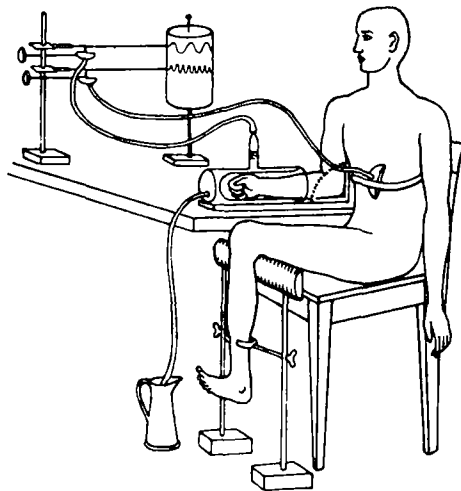
Ich gehe zunächst näher auf die Untersuchungsmethode mit ihrer Technik ein, die ich zur Funktionsprüfung des Herzens verwende, werde aber auch im zweiten Abschnitt auf gewisse Punkte der Technik und Methodik zu sprechen kommen.

Eine ausführliche Darstellung der Methode (aber nicht ihrer Anwendung zur Funktionsprüfung des Herzens) und der einzelnen Apparate befindet sich in meinem Buche „Der Einfluss psychischer Vorgänge auf den Körper, insbesondere auf die Blutverteilung“ (Berlin 1910). Ich füge umseitig eine schematische Zeichnung der Versuchsanordnung bei sitzenden Patienten bei.

Bereits vor 10 Jahren stellte ich Untersuchungen an über die Veränderungen, die die Blutverteilung im Körper bei Ausführung von Muskelarbeit erfährt. Es war vorher nur bekannt, dass dabei eine Blutdrucksteigerung eintritt, aus der man aber nichts über das gleichzeitige Verhalten der Blutverteilung in den einzelnen Organen entnehmen kann. Versuche darüber mit dem Arm-Plethysmographen waren daran gescheitert, dass bei Ausführung der Muskelarbeit (Arm- oder Steigbewegungen im Tretapparat) der die Blutfülle des Armes messende Apparat so erschüttert wurde, dass ein Resultat aussichtslos erschien. Ich stellte nun fest, dass auch Handdrücken (Faust) zu diesen Untersuchungen nicht benutzbar ist, dass sich aber auf andere Weise eine völlig hinreichende, kräftige Muskelarbeit erreichen lässt, bei der die an den verschiedensten Teilen des Körpers angelegten Apparate in vollkommener Ruhe bleiben.

1) Separatabdrucke dieser Abhandlung können vom Verlag käuflich bezogen werden.

Ich lasse zu diesem Zwecke, wie die untenstehende schematische Zeichnung erkennen lässt, die bequem angelehnt sitzende Person das eine Bein über ein nahe an den Stuhl geschobenes gepolstertes Gestell hängen, so dass der Fuss frei schwebt. Durch seitlich verschiebbare Halbringe kann bei Unruhe der Unterschenkel über dem Knöchel in dieser Lage festgehalten werden, was aber meist unnötig ist. Hierauf lasse ich auf ein gegebenes Zeichen die möglichst ruhig sitzende und atmende Person abwechselnde Dorsalflexion und Plantarflexion des frei hängenden Fusses kräftig während einer Zeit, die zwischen 5 und 15 Sek. schwankt, ausführen. Die Bewegung muss energisch, mit einem gewissen Aufwand von Anstrengung ausgeführt werden, aber nicht so stark, dass der Arm verschoben wird. Bei manchen Personen ist es vorteilhafter, nur dauernde Dorsalflexion des Fusses ausführen zu lassen; im allgemeinen ist aber das erstere vorzuziehen. Die ausschlaggebende Wichtigkeit einer gleichmässigen Atmung dabei erörtere ich später.



Schema der Versuchsanordnung bei sitzenden Patienten.

Alle Kurven sind (im Gegensatz zu den Verhältnissen obiger Abbildung) von links nach rechts zu lesen.

Ich nehme die Untersuchung auch in Bettlage des Patienten vor (wobei die richtige Lagerung des Armplethysmographen besondere Sorgfalt erfordert), und es genügt dabei, den Unterschenkel des einen, völlig frei liegenden Fusses leicht durch ein Kissen zu unterstützen und dann die gleiche Muskelarbeit im Liegen ausführen zu lassen.

In schwierigen Fällen kommt man zur Klarheit, wenn man die Patienten in beiden Lagen untersucht, da dabei die möglichen Fehlerquellen völlig verschiedene sind. In seltenen, besonders schwierigen Fällen muss man sich von der absolut ruhigen Lage des gemessenen Armes während der Arbeit des Fusses durch einen besonderen Kontrollapparat überzeugen (siehe das oben zitierte Buch).

Zu dem vorhandenen Mosso-Lehmann'schen Armplethysmographen, der die Veränderungen des Armvolumens angibt, die bei diesen Versuchen

den Veränderungen seiner Blutfülle entsprechen, und zu dem Volummeter des Gehirns (bei vorhandenem Schädeldefekt), konstruierte ich Apparate, mit denen ich auch die Veränderungen der Blutfülle der Bauchorgane und der äusseren Kopftheile bei allen Menschen registrieren konnte, so dass ich gleichzeitig die Veränderungen der Blutfülle des Gehirns, der äusseren Kopftheile, beider Arme (2 Apparate), der Bauchorgane und gelegentlich des Fusses und der Brust beobachten und registrieren konnte.

Das Ergebnis war die Feststellung, die an Tausenden von Gesunden mit allen möglichen Variierungen erprobt wurde, dass bei Ausführung jeder kräftigen, auch einer völlig lokalisierten Muskularbeit, Veränderungen der Blutverteilung eintreten, die sich auf den ganzen Körper erstrecken, und zwar eine Zunahme der Blutfülle des Gehirns, Abnahme der der äusseren Kopftheile, Zunahme der Blutfülle sämtlicher anderer äusserer Körperteile und Abnahme der der Bauchorgane. Das hier Wesentliche ist also die Verschiebung einer grösseren Menge von Blut von den Bauchorganen, die bekanntlich einen sehr grossen Teil der gesamten Blutmenge aufnehmen können, zu allen äusseren, muskulären Teilen des Körpers, die für Ausführung von Fortbewegung und Nutzarbeit in Betracht kommen.

Die gleichzeitige Blutdrucksteigerung ist natürlich besonders auf die während der Muskularbeit eintretende Steigerung der Herztätigkeit zu beziehen. Dass die verstärkte Herzarbeit nicht etwa auch die alleinige Ursache der Zunahme der Blutfülle der äusseren muskulären Teile des Körpers während der Arbeit ist, geht schon aus der Tatsache hervor, dass gleichzeitig eine Abnahme der Blutfülle mehrerer anderer, weit auseinanderliegender Körperteile eintritt. Auf die anderen physiologischen Beweise hier einzugehen, zu denen ich durch Versuche an Tieren und Menschen kam, und die beweisen, dass diese Zunahme der Blutfülle der äusseren muskulären Teile nicht nur von der Verstärkung der Herztätigkeit, sondern auch von einer aktiven, von den Gefässzentren im Gehirn herbeigeführten Erweiterung der äusseren Blutgefässe verursacht wird, würde zu weit führen (siehe das oben zitierte Buch des Verf.). Auch dass die Gefässerweiterung nicht nur die Hautgefässe, sondern auch die Muskelgefässe betrifft, ist feststehend.

Das Blut wird also gleichzeitig durch aktive Verengerung der Bauchgefässe, aktive Erweiterung der äusseren Gefässe und gesteigerte Herztätigkeit in vergrösserter Menge zu sämtlichen Muskeln des Rumpfs und der Glieder während jeder Muskularbeit befördert, in besonderer Stärke zu den arbeitenden Muskeln. Dass diese Blutverschiebung nicht etwa nur die Folge der Muskularbeit selbst ist, sondern durch die zentrale Innervation gleichzeitig mit der Muskelbewegung herbeigeführt wird, konnte ich durch das Experiment beweisen, dass bei tief hypnotisierten Personen der ganze komplizierte Vorgang bei blosser Erweckung lebhafter Bewegungsvorstellungen eintritt, bei denen nicht die geringste Bewegung wirklich ausgeführt wird, was durch besondere Apparate kontrolliert wird. Werden dagegen in demselben Zustand der Versuchsperson unter Ablenkung der Aufmerksamkeit passive Bewegungen derselben Stärke, wie sie im Wachzustand wirksam sind, ausgeführt, so tritt keine Veränderung der Blutverteilung ein.

Infolge der aktiven Erweiterung der äusseren Gefässe und der verstärkten Herztätigkeit muss die dadurch verursachte Hyperämie der Muskeln eine arterielle sein, wie auch beim Tierversuch bei künstlicher Erweiterung eines Gefässgebietes durch elektrische Nervenreizung das Blut aus der abführenden Vene in vermehrter Menge und hellrot ausfliesst.

Es ist daher ohne weiteres klar, dass der ganze Vorgang äusserst vorteilhaft für die Ausführung von langdauernder, kräftiger Muskelarbeit ist, denn es wird auf diese Weise neben der Erleichterung der Beseitigung der bei der Arbeit in den Muskeln verbrauchten Stoffe die Zufuhr der Ersatzstoffe, ganz besonders des Sauerstoffs, bedeutend gesteigert, was gleichbedeutend mit einer Hinausschiebung des Eintretens der Ermüdung, also mit einer Steigerung der Leistungsfähigkeit der Muskeln ist.

Die Richtigkeit dieser Erwägungen konnte ich durch weitere Reihen von Experimenten sicher beweisen, deren kurze Erörterung zugleich zu dem pathologischen Moment bei diesen Fragen führt.

Ich muss hier einfügen, dass schon lange bekannt war, dass auch bei gewissen rein psychischen Vorgängen, wie bei geistiger Arbeit, Schreck, Unlustgefühlen gewisse Veränderungen an den Armgefässen eintreten, wobei aber die Angaben der verschiedenen Experimentatoren, meist Psychologen, durchaus nicht immer einheitliche waren.

Ich habe diese Ergebnisse kontrolliert, mittels meiner Untersuchungsmethoden der Volumänderungen der Gesichtsgefässe und der Bauchgefässe beim Menschen erweitert und in meinem oben erwähnten Buch als gesetzmässige Blutverschiebungen von gewissen Körperteilen zu anderen präzisiert. Dabei konnte ich auch die Ursache der von einander abweichenden Ergebnisse der vorhergehenden psychologischen Untersuchungen feststellen.

Es zeigte sich nämlich, dass bei denselben Personen die Gefässreaktionen bei den erwähnten psychischen Vorgängen in verschiedener, ja völlig entgegengesetzter Weise auftreten konnten, je nachdem die Betreffenden sich in frischem oder ermüdetem Zustand befanden. Während zum Beispiel bei geistiger Arbeit des Morgens eine Verengung der äusseren Gefässe eintrat, trat nach anstrengender geistiger Arbeit, deren Menge nach der individuellen Beschaffenheit des Einzelnen verschieden gross ist, eine Erweiterung derselben Gefässe ein, und das kann experimentell immer wieder herbeigeführt werden. Auch nach körperlicher Arbeit ist dies der Fall, die ja allerdings fast immer mit gesteigertem Aufmerksamkeitszustand verknüpft ist.

Da an dieser Umkehrung der Gefässreaktion die einzelnen sich ganz verschieden verhaltenden Gefässgebiete teilnehmen, muss die Ursache der Erscheinung in einer Ermüdung der Gefässzentren im Gehirn gesucht werden und entspricht völlig gewissen Erscheinungen, die ich bei Tierversuchen beobachtet habe. In dem oben erwähnten Buch beschrieb ich, wie die reflektorisch vom Gefässzentrum durch elektrische Reizung peripherer sensibler Nerven herbeigeführte Veränderung der Blutgefässweite bei häufiger Wiederholung der Reizung schliesslich in den entgegengesetzten Zustand umschlägt, und bei anderen meiner Versuche (Ueber experimentelles Asthma, Archiv f. Anat. u. Physiol., 1914) ergab

sich, dass die vom Gefässzentrum verursachten Gefässwirkungen gewisser Medikamente nach vorheriger Einspritzung gewisser Gifte, die das Gehirn tangieren, in die entgegengesetzte Wirkung verkehrt werden. Die Gefässzentren geben also, wenn sie erschöpft oder überreizt sind, weitere Reize gleicher Art in veränderter, umgekehrt wirkender Weise zu den Blutgefässen weiter.

Es zeigte sich aber weiter, dass zum Beispiel bei geistiger Arbeit an gewissen Versuchspersonen auch im frischen Zustand des Morgens die umgekehrte Reaktion eintrat. Der Gedanke lag für den Mediziner nahe, dass in solchen Fällen ein chronischer Ermüdungszustand vorlag, und in der Tat handelte es sich in diesen Fällen, wenn nicht ernstere Krankheiten vorlagen, wovon später, um Neurasthenie oder um geistig überarbeitete Personen, bei denen sich nach Besserung des Zustandes wieder normale Verhältnisse an den Blutgefässen zeigten.

Da nun die rein psychisch verursachte Gefässreaktion (zum Beispiel auf geistige Arbeit) schon bei geringen chronischen Ermüdungszuständen auch im frischen Zustand der untersuchten Person in umgekehrter Weise eintritt, ist sie als diagnostisches Mittel bei organischen Erkrankungen unbrauchbar.

Es kommt noch hinzu, dass die psychische Gefässreaktion auf geistige Arbeit meist nur von sehr geringer Wirkung ist, so dass ihr sicheres Erkennen bei Untersuchung unruhiger Kranken häufig unmöglich ist und die Wirkung in den Fehlergrenzen bleibt.

Ganz anders ist dies mit der Gefässreaktion auf Muskelarbeit, von der eingangs die Rede war, deren Wirkung auf die Blutgefässe immer ein Vielfaches der Stärke der eben erwähnten Reaktion beträgt und bei technisch richtiger Aufnahme nicht zu verkennen ist.

Bei dieser bleibt die normale Gefässreaktion bei gesunden Personen auch nach längerer, ermüdender psychischer Arbeit erhalten und ist überhaupt unvergleichlich widerstandsfähiger. Bei zahlreichen Studenten war die Reaktion nach fünfstündigem Kolleg noch normal, während die Reaktion auf geistige Arbeit dann längst umgekehrt geworden war. Auch bei neurasthenischen Zuständen ist diese Reaktion niemals verändert, wenn nichts Anderes nebenbei vorliegt. Bei Hunderten von nicht organischen Störungen des Zentralnervensystems, wie bei schwerem psychischen Shock, Hysterie, ferner auch bei traumatischen Neurosen und verschiedenen Arten von Psychosen habe ich keine Veränderung der Gefässreaktion auf Muskelarbeit gefunden.

Dagegen kann man experimentell bei jedem Menschen die vorher normale Gefässreaktion auf Muskelarbeit dadurch in die umgekehrte verwandeln, dass man von dem Betreffenden eine ermüdende Muskelarbeit ausführen lässt. (Die Abhandlungen, auf die sich die notwendigen folgenden kurzen Ausführungen über Muskelermüdung beziehen, wurden im Archiv f. Anat. u. Physiol., 1914, von mir veröffentlicht.)

Die ermüdende Muskelarbeit kann entweder eine solche sein, dass sie zu einer Erschöpfung des ganzen Körpers führt, wobei die Menge der dazu nötigen Arbeit natürlich individuell sehr verschieden ist. In diesem Falle tritt dann auf die folgende Probearbeit jeder Muskelgruppe die

umgekehrte Gefässreaktion, also eine starke Verengung der Muskelgefässe während der Arbeit ein.

Ausserdem kann aber auch bei jedem Menschen durch eine geringere experimentelle Ermüdung, die völlig auf die eine Muskelgruppe lokalisiert ist, die später die experimentelle Probearbeit ausführen soll, eine umgekehrte Gefässreaktion ausschliesslich für die Muskelarbeit dieser Muskelgruppe herbeigeführt werden, während sich dann bei Muskelarbeit anderer noch frischer Muskelgruppen noch die normale Gefässreaktion zeigt.

Wenn also zum Beispiel die Versuchsperson 6—8 Stunden marschiert ist, oder 1—2 Stunden geturnt hat, wobei letzteres auch nur mit den Armen zu geschehen braucht, so tritt nach einer bestimmten Ruhepause bei jeder weiteren Muskelprobearbeit die umgekehrte Gefässreaktion ein, sowohl bei Probefussarbeit, als auch bei Probearmarbeit. (Letztere ist nur im Notfall unter bestimmten, von mir angegebenen Kautelen zu verwenden.) Erst nach etwa 2- oder mehrstündiger Ruhe stellen sich dann die normalen Verhältnisse wieder her. Ermüdet dagegen die Versuchsperson experimentell nur die Muskelgruppe des einen Fusses, indem sie etwa 20 Minuten lang kräftige Dorsal- und Plantarflexion damit ausführt, so tritt nach einer bestimmten Ruhepause eine umgekehrte Gefässreaktion nur bei der dann folgenden Probearbeit des ermüdeten Fusses ein, während zur selben Zeit bei Probearbeit der nicht lokal ermüdeten Muskeln, zum Beispiel der des anderen Fusses, noch eine völlig normale Gefässreaktion der Blutgefässe eintritt. Wohlgemerkt betrifft die normale oder umgekehrte Gefässreaktion in allen Fällen immer sämtliche Blutgefässe des Körpers gleichzeitig.

Die theoretische Erklärung dieser Erscheinung ist wichtig auch für die im Folgenden behandelten pathologischen Verhältnisse und muss deshalb kurz hier gestreift werden.

Die Bildung besonderer „Ermüdungsstoffe“ bei der Muskelarbeit, die ins Blut übergehen, steht ausser Zweifel, wie auch schon aus dem Experiment hervorgeht, bei dem nach Ueberleitung des Blutes eines erschöpften Tieres in ein zweites Tier bei diesem gleichfalls Erschöpfung eintritt. Ferner werden sämtliche Blutgefässe (ausgenommen, wie ich 1908 gezeigt habe, die des Gehirns) vom Gefässzentrum im verlängerten Mark, und in höherem Sinne jedes einzelne Gefässgebiet von der zugehörigen Region der motorischen Rindenbezirke beherrscht.

Die oben erwähnten Tatsachen können daher folgendermassen erklärt werden. Nach der allgemeinen Erschöpfung des Körpers ist der Gehalt des Blutes an Ermüdungsstoffen so gross geworden, dass das Blut als schädigender Reiz auf das von ihm umspülte Gefässzentrum im verlängerten Mark wirkt und die Beschaffenheit dieses seiner Funktion nach besonders empfindlichen Organs so verändert, dass weitere Reize bei jeder folgenden Probemuskelarbeit von ihm in umgekehrter Weise zu den Gefässen weitergegeben werden, so dass in den Muskeln anstatt der Erweiterung eine Verengung der Gefässe während der Arbeit jeder Muskelgruppe des Körpers eintritt.

Nach nicht allgemeiner, sondern nur lokaler Ermüdung einer einzelnen Muskelgruppe dagegen sind noch nicht so viel Ermüdungsstoffe ins Blut übergegangen, dass das allgemeine Gefässzentrum im verlängerten Mark dadurch geschädigt wird, und daher werden auch in diesem Stadium die Reize, die bei Muskelarbeit der anderen nicht ermüdeten Muskelgruppen zu diesem Zentrum gelangen, von ihm mit Herbeiführung der normalen Erweiterung aller Muskelgefässe beantwortet. Infolge der langen ermüdenden Arbeit einer einzelnen Muskelgruppe, z. B. eines Fusses, ist aber die dazu gehörige motorische Hirnrindenzone lokal erschöpft, so dass von ihr die bei abermaliger Probearbeit derselben Muskelgruppe, also desselben Fusses, zu ihr gelangenden Reize, die von dort aus erst zum allgemeinen Gefässzentrum im verlängerten Mark gelangen, von dieser Rindenpartie in veränderter Form weitergegeben werden und auf das Zentrum im verlängerten Mark so wirken, wie Reize, die den umgekehrten Erfolg herbeiführen sollen. Die Bewegungen des ermüdeten Fusses werden also dann vom Zentrum im verlängerten Mark mit Verengerung aller Muskelgefässe beantwortet, während Bewegungen aller anderen frischen Muskelgruppen, wie des anderen Fusses, oder eines Armes mit normaler Erweiterung der Muskelgefässe beantwortet werden.

So vorteilhaft nun es für die Ausführung von anstrengender Muskelarbeit ist, wenn während dieser Arbeit eine verstärkte Zufuhr von arteriellem Blut zu den Muskeln stattfindet, so unvorteilhaft ist offenbar der Zustand, wenn während der Arbeit eine Verengerung der Muskelgefässe eintritt, und damit eine starke Verringerung der Blutzufuhr sogar im Vergleich zum Ruhezustand. Nicht nur werden dann die in den arbeitenden Muskeln verbrauchten Stoffe ungenügend ersetzt, sondern es muss auch infolge der mangelnden Durchspülung der Muskeln eine Aufspeicherung der entstehenden Ermüdungsstoffe in den betreffenden Muskeln stattfinden, die das Ausführen weiterer Arbeit in sehr schnell steigender Progression erschwert, während zur selben Zeit aber die Arbeit anderer frischer Muskelgruppen noch unter denselben günstigen Verhältnissen, nämlich bei Erweiterung sämtlicher Muskelgefässe, geleistet werden kann.

Diese Verhältnisse benutzte ich (was hier gleichfalls aus bestimmten Gründen nicht übergangen werden kann) zur Schaffung einer physiologischen Methode zur Verminderung von lokaler Muskelermüdung. Da bei rein lokaler Muskelererschöpfung, wie erwähnt, während der Bewegung jeder anderen, relativ frischen Muskelgruppe die normale Erweiterung aller Muskelgefässe noch stattfindet, so erweitern sich während dieser Zeit auch die Gefässe der lokal erschöpften Muskelgruppe, die sonst bei jeder eigenen Bewegung sich stark verengern und auch während des Ruhezustandes sich in einem Zustand erhöhter Verengerung befinden. Es muss deshalb theoretisch während dieser Zeit die Möglichkeit gegeben sein, dass infolge dieser verstärkten Blutdurchströmung die in der erschöpften Muskelgruppe verbrauchten Stoffe, vorzüglich der Sauerstoff, ersetzt, und gleichzeitig die dort aufgespeicherten Ermüdungsstoffe rein

mechanisch ausgespült und in den grossen Kreislauf überführt werden, wo sie leichter neutralisiert und ausgeschieden werden können. Die Fähigkeit der Arbeitsleistung muss in der betreffenden Muskelgruppe dadurch erheblich gesteigert werden.

Durch exakte Experimente an zahlreichen Versuchspersonen mit einem besonders konstruierten Fuss-Ergographen, bei dem die gemessene Arbeitsleistung der ermüdeten Muskelgruppe vor und nach der „Hilfsbewegung“ der anderen frischen Muskelgruppen unter Ausschaltung des Willens durch gleichmässige rhythmische elektrische Reize herbeigeführt wurde, konnte ich die Richtigkeit dieser Erwägungen völlig sicher erweisen. Die nach den verschiedensten Richtungen hin variierten Versuche ergaben immer eine sehr bedeutende Steigerung der Leistungsfähigkeit der vorher erschöpften Muskelgruppe. Auch die verschiedensten praktischen Versuche ergaben dasselbe Resultat, auf das ich hier nicht eingehe.

Das Wichtige für die folgenden Erörterungen ist erstens der aus diesen Tatsachen sich ergebende weitere Beweis dafür, dass die bei Muskularbeit im normalen Zustand eintretende Verstärkung der Blutzufuhr zu den äusseren, muskulären Teilen des Körpers keineswegs nur von der gleichzeitigen Blutdrucksteigerung und Verstärkung der Herztätigkeit abhängt, sondern dass die entscheidende Rolle dabei die Gefässnerven und die sie beherrschenden Gefässzentren spielen.

Nach allgemeiner Erschöpfung der Muskeln und ganz besonders nach lokaler Erschöpfung einer einzelnen Muskelgruppe ist keineswegs die Herztätigkeit bei Gesunden so in Mitleidenschaft gezogen, dass bei abermaliger Probearbeit der erschöpften Muskeln die Wirkung der Herztätigkeit etwa geringer wird, als im Ruhezustand, und deshalb die Blutzufuhr zu den äusseren Körperteilen in dieser Zeit sich gegen den Ruhezustand vermindert. Im Gegenteil verstärkt sich auch in diesen Fällen die Herztätigkeit während der Arbeit, und es tritt Blutdrucksteigerung ein, aber die dabei am Armvolumen der Blutdrucksteigerung entgegen wirkende gefässverengernde Kraft der Gefässzentren ist für den Erfolg bezüglich der Blutfülle der Muskeln stärker, als die Wirkung der Herztätigkeit.

Ferner ist durch meine¹⁾ früheren Versuche mit der Methode der fortlaufenden Registrierung des menschlichen Blutdrucks bei gleichzeitiger plethysmographischer Messung bewiesen worden, dass die Vermehrung der Blutfülle der Muskeln bei Muskularbeit keineswegs immer nur bei Blutdrucksteigerung eintritt und keineswegs nur von ihr abhängig ist.

Diese Feststellungen sind für die weiteren Erörterungen beachtenswert, da die Kliniker im allgemeinen geneigt sind, die Rolle der Herztätigkeit gegenüber dem Einfluss der Gefässnerven, die erst durch meine langjährigen Untersuchungen in das gehörige Licht gestellt wurde, zu überschätzen.

Ferner ergibt sich aus den oben ausführlich erörterten Tatsachen mit besonderer Deutlichkeit der grosse Wert, den die verstärkte Durch-

1) Weber, Archiv f. Anat. u. Physiol. 1913.

blutung der Muskeln während der Arbeit und damit überhaupt die normale Funktion der Gefässnerven für den Körper hat. Darauf, dass eine geschädigte, oder umgekehrt eintretende Funktion der Gefässnerven auch andere Organe des Körpers in sehr ungünstiger Weise beeinflussen kann, wie zum Beispiel die Ausdehnung der vasomotorische Funktionsstörung auf die Hirngefässe nach meinen Feststellungen sehr schwere Kopfschmerz- und Schwindelzustände bei manchen Formen von *Commotio cerebri* oder von verschiedenen Arten von Vergiftungen herbeiführt, will ich hier nicht eingehen. Im Folgenden handelt es sich ausschliesslich um die Beobachtung der Zunahme oder Abnahme der Blutfülle der Muskeln während der Muskularbeit, die in einfacher, aber genügender Weise schon durch die Aufnahme eines Plethysmogramms eines Armes kontrolliert werden kann.

(Ich bemerke der Vollständigkeit halber im voraus, dass es dabei nicht nur auf die Zunahme oder Abnahme der Blutfülle der Muskeln während der Arbeit ankommt, sondern auch auf die Art und Weise, in der der Zustrom und Abfluss des Blutes zeitlich stattfindet, die gerade direkte Schlüsse auf bestimmte pathologische Veränderungen der Herzfunktion ermöglicht.)

Nach dem oben Gesagten ist es wohl klar, dass ein Zustand, in dem sich bei Jemandem dauernd, also auch schon des Morgens, ohne dass irgend welche Muskularbeit vorausgegangen ist, während der Probemuskularbeit die umgekehrte Gefässreaktion zeigt, auch schon dann als ein schwerer pathologischer Zustand zu betrachten ist, wenn andere Organe von dieser Störung nicht in Mitleidenschaft gezogen sein sollten, denn diese Personen verhalten sich dauernd wie solche, die durch schwere vorhergehende Muskularbeit völlig erschöpft sind, und sind zu keiner irgendwie anstrengenden Muskularbeit fähig oder ermüden abnorm frühzeitig dabei.

Wie schon oben erwähnt, ist mit einem solchen Zustand in gar keiner Weise der zu vergleichen, bei dem nur bei Ausführung von geistiger Arbeit, nicht aber von Muskularbeit eine umgekehrte Gefässreaktion eintritt. Es ist sehr wichtig, dass es sich aus hunderten meiner Versuche ergeben hat, dass bei nervösen Störungen rein funktioneller Art die Gefässreaktion bei Muskularbeit an erwachsenen Personen nicht in umgekehrter Weise eintritt, während die Umkehrung bei geistiger Arbeit dann schon dauernd vorhanden sein kann. Diese letztere Reaktionsstörung tritt bei empfindlichen und leicht ermüdbaren Personen so schnell ein, dass sie nur mit allergrösster Vorsicht, und nie allein, als pathologisches Moment zu verwerthen ist. Dazu kommt noch, dass die Gefässreaktion bei geistiger Arbeit überhaupt nur eine sehr geringe Aenderung in der Weite der Blutgefässe bedingt, die immer um ein Vielfaches kleiner ist, als die entsprechende Aenderung bei Muskularbeit an derselben Person, so dass sie bei einigermaßen unruhigem Gefässsystem nur schwer zu erkennen ist. Der Wert dieser Reaktion in pathologischer Beziehung ist daher nach meinen zehnjährigen Erfahrungen als sehr gering anzusetzen.

Tritt dagegen die bei technisch richtiger Aufnahme nicht zu verkennende umgekehrte Gefässreaktion bei Muskularbeit ein (wobei die

Technik an sich allerdings weit schwieriger ist, als die zu der Untersuchung bei geistiger Arbeit nötige), so ist mit Sicherheit auf eine schwerere Störung organischer Art zu rechnen, wenn nicht eine erschöpfende Muskularbeit durch die betreffende Person vorausgegangen ist.

Nach meinen Publikationen in No. 17, 22, 36 in der Med. Klinik, 1915, und noch unveröffentlichten Untersuchungen ist dieser Zustand als Begleiterscheinung derjenigen Formen von *Commotio cerebri* vorhanden, bei denen als monatelange Nachwirkungen heftige Kopfschmerzen und Schwindelanfälle vorherrschen, die bei Beseitigungen der vasomotorischen Störungen gleichzeitig verschwinden. Hierbei handelt es sich wohl zweifellos um eine direkte Schädigung der vasomotorischen Zentren im Gehirn durch die Erschütterung. In schwächerem Grade und nur vorübergehend ist dies auch der Fall nach länger dauernden starken Hitzeeinwirkungen auf den Körper oder einzelne Teile. Wichtiger sind hier die Gruppen von Erkrankungen, bei denen durch eine pathologische Veränderung der Zusammensetzung des Blutes eine Schädigung der durch dieses Blut ernährten Gefässzentren im Gehirn erfolgt, die sich an der umgekehrt eintretenden Gefässreaktion bei Muskularbeit erkennen lässt.

Am klarsten konnte ich diesen Einfluss bei Chloroformnarkosen nachweisen, da hier jedesmal vor der Narkose die normalen vasomotorischen Verhältnisse gefunden wurden, nach der Narkose aber die erwähnten vasomotorischen Störungen, deren Stärke und Dauer (bis zu 6 Wochen) natürlich von der Menge des Giftes und von der individuellen Disposition abhängt. Dasselbe fand ich auch bei verschiedenen anderen Arten von Vergiftungen. Auch die Anwesenheit bakterieller Gifte im Blut lässt sich auf diese Weise erkennen, wenn sie einen bestimmten Grad erreicht hat, während leichtere bakterielle Vergiftungen nicht zu diesen Störungen zu führen brauchen.

Entsprechend der oben von mir gegebenen theoretischen Erklärung dieser Erscheinung mussten auch bei Veränderung der Blutzusammensetzung durch fehlerhaften Stoffwechsel des Körpers, ohne dass Gifte von aussen hinzukamen, ähnliche Verhältnisse geschaffen werden. In der Tat fand ich auch im urämischen Anfall, bei stärkeren Graden von Diabetes und bei den schwereren Formen von Chlorose Umkehrung der Gefässreaktion bei Muskularbeit, während ich bei Albuminurie noch so hohen Grades dies nicht feststellen konnte.

Alle diese Fälle von pathologischer Zusammensetzung des Blutes stellen ein Analogon dar zu den oben erörterten Verhältnissen, die sich vorübergehend bei allen Menschen nach Ausführung von erschöpfender Muskularbeit finden. Bei diesen wird die zeitweilige pathologische Zusammensetzung des Blutes bewirkt durch die zu grosse Menge von Ermüdungsstoffen, die durch die Muskularbeit gebildet wurden, ins Blut übergangen und die Funktionsrichtung der Gefässzentren im Gehirn durch ihre als Reiz wirkende Anwesenheit im Blut änderten. In den erwähnten pathologischen Fällen sind es andere Beimischungen oder Mängel der Zusammensetzung des Blutes, die ebenso wirken, nur mit dem Unter-

schiede, dass hier die Schädlichkeit nicht vorübergehend, sondern dauernd oder für längere Zeit wirkt.

Diese durch pathologische Verhältnisse verursachte Veränderung der Funktionsrichtung der Gefässzentren im Gehirn lässt sich nach meinen Erfahrungen nicht direkt durch Medikamente beeinflussen, wohl aber fand ich ein direktes spezifisches Mittel dagegen in der Anwendung von Kältereizen.

Theoretisch ist eine starke Wirkung von Temperaturreizen auf die Gefässzentren im Gehirn sehr einleuchtend, da diese Zentren auf besonders schnelle Reaktion auf solche Reize ihrer natürlichen Funktion nach eingestellt sind, besonders eng mit den diese Reize vermittelnden Fasern verknüpft sein müssen. Es ist nur zu beachten, dass eine therapeutische Wirkung der Temperaturreize in dieser Beziehung dann keine dauernde sein kann, wenn eine die Gefässzentren schädigende Ursache, wie die fehlerhafte Zusammensetzung des Blutes, noch weiter vorhanden bleibt. In sehr zahlreichen Fällen aber bleibt die Schädigung der vasomotorischen Zentren durch die verschiedenen Noxen auch nach Fortfall der schädigenden Ursache selbst noch lange Zeit weiter bestehen. Diese Zentren sind eben ihrer natürlichen Funktion entsprechend, bei der sie auf die geringsten Temperatureinflüsse schnell reagieren müssen, überaus empfindlich (weshalb ihre Funktionsprüfung auch eine besonders ergiebige Methode darstellt), und sie befinden sich nach einer Schädigung, selbst nach Wegfall des schädigenden Moments, häufig noch längere Zeit hindurch, oft monatelang, in einem gewissen Hemmungszustand ihrer normalen Funktionsrichtung.

Diese Hemmung wird nun jedesmal sofort durch kräftige Temperaturreize, die den adäquaten Reiz für diese Zentren darstellen, durchbrochen, so dass dann die Funktionsrichtung dieser Zentren wieder normal ist. Gleichzeitig verschwinden dann auch die von den vasomotorischen Störungen abhängigen Beschwerden, wie Kopfschmerz, Schwindel, Muskelschwäche. Die Zusammengehörigkeit dieser Beschwerden mit den vasomotorischen Störungen wird dadurch besonders deutlich, dass nach den ersten Anwendungen der Temperaturreize die vorher umgekehrt eintretende Gefässreaktion bei Muskelarbeit zunächst nur für mehrere Stunden hindurch sich normal erhält und dann wieder in die umgekehrte Richtung umschlägt und genau so lange Zeit auch das Verschwinden der subjektiven Beschwerden dauert. Jedesmal ist dann die Wirkung eine längere, um nach ein bis zwei Wochen dauernd anzuhalten. Wenn aber die schädigende Ursache weiter vorhanden ist, ist auch durch diese therapeutischen Massnahmen keine, oder jedenfalls keine Dauerwirkung zu erzielen, so dass man bisweilen diesen positiven oder negativen Erfolg diagnostisch verwerten kann.

Als Temperaturreize verwandte ich mit Erfolg entweder Wechsel-duschen, bei denen der länger dauernde Kältereiz (6 Minuten lang alle halben Minuten wechselnd) durch den dazwischen liegenden kürzeren Hitzereiz verstärkt wird, oder bei Personen, die das nicht vertragen, Eisbeutel $1\frac{1}{2}$ —2 Stunden lang in der Weise, dass die Stelle, an der

der Eisbeutel aufgelegt wird, alle 2 Minuten gewechselt wird, so dass dauernd neue Kältereize zum Gehirn gelangen.

Die ausführliche Besprechung aller dieser Verhältnisse war deshalb in Beziehung zu der Untersuchung von Herzkranken mit meiner Methode unumgänglich notwendig, weil sie zur Erklärung der pathologischen Kurvenformen nötig sein werden und man natürlich zuerst alle die erwähnten anderen möglichen Ursachen, die durch Schädigung der Gefässzentren eine umgekehrte Gefässreaktion bei Muskelarbeit herbeiführen können, bei Untersuchung Herzkranker ausschliessen muss, bevor man die pathologische Herzfunktion als Ursache betrachten darf. Dass andererseits diese letztere wirklich die Ursache der Störung der Blutverschiebung im Körper bei Muskelarbeit sein kann, geht unter anderem auch schon daraus hervor, dass durch rein lokale Beeinflussung ausschliesslich des Herzens in sehr vielen Fällen innerhalb weniger Minuten diese Störungen wenigstens für einige Zeit beseitigt werden können, und dass ausserdem gewisse charakteristische Veränderungen der Blutverschiebung im Körper bei Muskelarbeit sich nur bei Herzkranken finden.

Die Möglichkeit des Zweifels über die Ursache der Störung der Blutverschiebung bei Muskelarbeit kommt also für die nur bei Herzkranken eintretenden Arten der Störung, die später besprochen werden, gar nicht in Betracht, sondern nur für die Erscheinung der „umgekehrten Gefässreaktion“, bei der anstatt der Erweiterung der äusseren Gefässe eine Verengering während der Muskelarbeit eintritt. Da nun akute Vergiftungen oder Commotio cerebri meist nicht vorliegen werden, kann höchstens eine Verwechselnung mit dem gleichzeitigen Bestehen einer schweren akuten Infektionskrankheit oder einer schwereren Form einer Stoffwechselkrankheit in Betracht kommen, wie Diabetes oder schwerer Chlorose. Auch diese Kombinationen kommen ja nur verhältnismässig selten vor und sind nicht zu übersehen, nur Chlorose könnte übersehen werden, und daher empfiehlt es sich, bei umgekehrter Gefässreaktion an Herzkranken, bei denen Verdacht in dieser Richtung besteht, in jedem Falle die Blutuntersuchung vorzunehmen. Auch solche Fälle sind ja aber Ausnahmen.

Eine weitere Vorsichtsmassregel ist folgende:

Wie ich oben schon erwähnte, bleibt nach einer Schädigung den überaus empfindlichen Gefässzentren im Gehirn auch nach Fortfall der schädigenden Ursache oft noch lange Zeit nachher eine gewisse Funktionshemmung der Zentren bestehen, die sich in einer Fortdauer des Auftretens der umgekehrten Gefässreaktion bei Muskelarbeit äussert. Dasselbe kann nun auch bei der gleich zu besprechenden Schädigung des Gefässzentrums durch Herzkrankheit der Fall sein, die gleichfalls in einer umgekehrten Gefässreaktion sich ausdrückt. Es wäre also in diesen Fällen möglich, dass der daraus zu folgernde schlechte Zustand des Herzens sich schon gebessert hat, und zum mindesten nicht mehr in der dem Kurvenergebnis entsprechenden Stärke besteht.

Nach meinen Feststellungen kann aber dieser Zweifel leicht und und sicher beseitigt werden. Wie ich gleichfalls oben schon erwähnte,

find ich in der Anwendung von energischen Temperaturreizen ein sicheres Mittel, solche nachträgliche Zustände von Funktionshemmung der Gefässzentren sofort zu beseitigen, so dass man nach der Wirkung dieser Massnahmen direkt beurteilen kann, ob die das Gefässzentrum schädigende Ursache noch weiter wirksam ist, oder nicht, da nur im ersteren Falle die Massnahme wirkungslos oder verhältnismässig wirkungslos bleibt. Um ganz sicher zu gehen, wird man bei alten Herzleiden, bei denen man eine umgekehrte Gefässreaktion bei Muskelarbeit findet, zunächst $1\frac{1}{2}$ —2 Stunden lang Eisbeutel in der Weise als wechselnden Kältereiz anlegen lassen, wie ich das oben beschrieben habe, und darauf nochmals die Gefässreaktion prüfen.

Ist die Gefässreaktion mehrere Stunden nach dieser Massnahme eine normale, oder sehr wesentlich gebessert, so beweist dies, dass erst jetzt die Kurve der Gefässreaktion dem augenblicklichen Zustand der Herzfunktion entspricht. Meist schon nach der ersten, immer aber nach mehrmaliger Anwendung dieser Massnahme muss die Besserung der Gefässreaktion in solchen Fällen dauernd bestehen bleiben. In Figur 9 sind die Kurven bei einem solchen Falle abgebildet. Ist die Kurve dagegen 1 Stunde nach der Massnahme dieselbe und bessert sich nach mehrmaliger Anwendung nicht für die Dauer, so liegen bestimmt die sie verursachenden pathologischen Verhältnisse augenblicklich noch in voller Stärke vor.

II. Die verschiedenen pathologischen Kurvenformen bei Herzkranken und ihre Bedeutung.

Es war mir schon in den letzten Jahren vor dem Kriege gelegentlich aufgefallen, dass bei schwer Herzkranken während der Muskelarbeit anstatt einer Zunahme der Blutfülle der äusseren muskulären Teile, eine Abnahme eintrat, auch wenn die Betreffenden vorher durch keine Muskelarbeit ermüdet und völlig frisch waren. Schon damals erklärte ich mir das in Analogie mit meinem gleichartigen Befund bei allen gesunden Menschen, nachdem sie durch anstrengende Muskelarbeit völlig erschöpft waren, durch die Vorstellung, dass, wie bei diesen die Gefässzentren im Gehirn durch die Beimischung der bei der erschöpfenden Muskelarbeit in zu grosser Menge entstandenen Ermüdungsstoffe zum Blute geschädigt und in ihrer Funktionsrichtung verändert wurden, bei den Herzkranken mit insuffizienten Herzen dasselbe durch die ungenügende Arterialisierung des Blutes verursacht werden kann.

Dass diese Vorstellung richtig ist, zeigte sich unter anderem dadurch, dass man solche negativen Arbeitskurven bei Herzkranken durch Einatmung von Sauerstoff durch den Kranken für kurze Zeit in positive Kurven verwandeln kann.

Die Verhältnisse sind in beiden Fällen um so ähnlicher, als ja auch unter den Ermüdungsstoffen die Kohlelsäure eine besonders wichtige Rolle spielt, deren zu grosse Menge im Blut der Kranken mit insuffizienten Herzen in seiner Reizwirkung auf andere medulläre Zentren auch an der Dyspnoe erkannt werden kann, nur dass dieses Anzeichen kein sicheres und objektives ist, wie es die Wirkung auf das Gefässzentrum

ist, die an der Veränderung der plethysmographischen Kurve erkannt wird.

Nach meinen vorausgegangenen Beobachtungen untersuchte auf meinen Rat und unter meiner Leitung zuerst Felix Meyer¹⁾ im letzten Winter vor dem Krieg systematisch eine Reihe von Herzkranken mittels meiner Untersuchungsmethode und fand in der Tat bei 10 untersuchten Fällen von Herzmuskelerkrankung die umgekehrte Gefäßreaktion bei Muskularbeit. Allerdings wurden dabei die oben erwähnten Vorsichtsmassregeln zur Ausschaltung der anderen Ursachen, die das Gefäßzentrum schädigen können, und zur Entscheidung, ob der das Gefäßzentrum schädigende pathologische Zustand des Herzens in seiner ganzen Stärke noch besteht, unterlassen, da diese sich erst auf spätere Untersuchungen von mir gründeten.

Entsprechend meinen Anschauungen fand Meyer bei einer Anzahl von rein nervösen Herzerkrankungen keine Veränderung der normalen Kurve und erhielt bei einigen Fällen von Aorteninsuffizienz teils ansteigende, teils sich senkende Kurven, wozu ich gleich bemerken will, dass die Kurven über die letzteren nicht den vollständigen Befund darstellen, da es sich erst später herausstellte, dass dabei die Kurven in viel längerer zeitlicher Ausdehnung nach Beendigung der Probemuskularbeit aufgenommen werden müssen, als es damals geschah.

Ich selbst habe nun seit Beginn des Krieges erst in den Marine-lazaretten Kiels und dann im Reservelazarett Kunstgewerbe-Museum zu Berlin fast täglich Herzkranken²⁾ mit meiner Methode untersucht und festgestellt, dass es bei diesen Untersuchungen durchaus nicht mit der Feststellung getan ist, ob die Kurve bei Muskularbeit aufsteigend (positiv) oder sinkend (negativ) ist, sondern dass auch bei ansteigenden (positiven) Kurven sehr bedeutende Unterschiede in der Art des Aufsteigens und des Abfalls auftreten, die gerade direkte Schlüsse auf die Beschaffenheit des Herzens erlauben, und dass die Anwendung der Untersuchungsmethode bei Herzkrankheiten in der verschiedensten Weise ausgenutzt werden kann.

Bezüglich der Technik habe ich bereits zu Beginn der Abhandlung einiges gesagt. Ich hebe hervor, dass die Technik dem Neuling zu-

1) Felix Meyer, Archiv f. Anat. u. Physiol. 1916.

2) Für Zusendung einer grösseren Reihe von Herzkranken bin ich auch Herrn Rehfish verpflichtet, der mit meiner Untersuchungsmethode Herzkrankheiten nach anderer Richtung hin untersucht hat, worüber eine Publikation in No. 35 der Berliner klin. Wochenschr. erschienen ist. Bezüglich dieser Arbeit ermächtigt mich Herr Kollege Rehfish zu der Erklärung, dass nach einer persönlichen Aussprache er sich selbst nachträglich davon überzeugt hat, dass die Kurve 5 seiner Abhandlung, die er vor 3 Jahren aufgenommen hat, technisch nicht ganz einwandfrei erscheinen dürfte, da auch die auf dieser Kurve registrierte gleichzeitige Atmungsvertiefung das Sinken der Kurve herbeiführen kann. Ich erwähne dies hier deshalb, weil diese Kurve meinen eigenen umfangreichen Befunden (und auch den oben erwähnten Felix Meyer's) widersprechen würde. Dagegen stimmt die Feststellung des Herrn Kollegen Rehfish, dass trotz Sinkens einer Volumkurve die Blutdruckkurve gleichzeitig ansteigen kann, mit meinen eigenen Erfahrungen überein.

nächst sehr einfach erscheint, dass aber bei den schwierigen Fällen so zahlreiche, versteckte Fehlerquellen möglich sind, gerade bei der Aufnahme von Volumkurven während der Muskelarbeit, dass unbedingt eine mehrmonatige Übung nötig ist, bis man in allen vorkommenden Fällen einigermaßen sicher alle Fehlerquellen vermeiden kann. Wenn jemand gewohnt ist, Volumaufnahmen beim ruhenden Menschen, z. B. während geistiger Arbeit aufzunehmen, ist er dadurch noch nicht ohne weiteres imstande, die Aufnahmen während Muskelarbeit vorzunehmen, dafür ist aber die Volumänderung bei Muskelarbeit so viel grösser, als die entsprechende bei geistiger Arbeit, dass die Resultate bei richtiger Aufnahme ungleich sicherer und eindeutiger sind, ganz abgesehen von der erwähnten Unbrauchbarkeit der Reaktion auf psychische Arbeit für organische Erkrankungen.

Wichtig ist zunächst immer die richtige Lage des Plethysmographen. Der Patient muss bequem, aber aufrecht angelehnt sitzen, und der im Apparat befindliche Arm darf niemals im Ellbogen stumpfwinklig gebeugt sein, da dann die Gefahr besteht, dass der Arm allmählich tiefer in den Apparat hineingeschoben wird. Auch bei der Lagerung des Apparates bei Untersuchung des liegenden Patienten muss dies beachtet werden und daneben noch, dass der Apparat nach allen Seiten fest anliegt und nicht im geringsten rutschen kann. Man stützt zu diesem Zweck den Apparat am besten an die Kante des Betttisches. Kommt es trotzdem während der Versuche zu starken Niveauänderungen der Kurven, die nach längerer Zeit nicht wieder zum Anfangsniveau zurückkehren, so muss man immer an eine Verschiebung des Armes denken und die Lage des Apparates korrigieren.

Ein sicheres Indizium für die Richtigkeit der Aufnahme einer Kurve bietet immer das Zurückkehren der Kurve zur Anfangshöhe, ohne die eine Kurve nie als richtig aufgenommen gelten kann. Bei richtiger Lagerung des Apparates, bei dem der rechtwinklig gebeugte Arm sich dauernd fest auf die gepolsterte Ellbogenstütze des Apparates stützt, ist ein tieferes Einschieben des Armes und Herausziehen nach Ende der Arbeit sehr erschwert, da eben der Stützpunkt des Armes in dem etwas hinter dem Rumpf gelegenen Ellbogen liegt. Zudem kommt eine derartige Möglichkeit der Verschiebung bei Untersuchung derselben Person im Liegen noch weniger in Betracht, wobei überhaupt die möglichen Versuchsfehler ganz andere als im Sitzen sind, so dass diese Untersuchung in allen schwierigeren Fällen eine sehr gute Kontrolle darstellt. Der geübte Beobachter erkennt übrigens an der ganzen Form der Kurve sofort, wenn eine plötzliche Verschiebung des Armes der schlecht sitzenden Person die Ursache einer Kurvenänderung ist. Die zahlreichen Kontrollversuche mit Sicherheitsvorrichtungen und die nach allen Richtungen vorgenommenen Variationen der Versuche, die beweisen, dass keinesfalls die Volumänderungen bei Muskelarbeit durch solche Versuchsfehler zu erklären sind, kann ich hier nicht eingehend besprechen. Erwähnt sei kurz nur folgendes:

Bei hypnotisierten Personen, die sich gar nicht bewegen, wie empfindliche Kontrollapparate beweisen, sondern bei denen nur Bewegungs-

vorstellungen erregt werden, tritt gleichfalls Zunahme der Blutfülle der muskulären Teile und Abnahme in den Bauchorganen und im Gesicht ein. Die Zunahme der Blutfülle bei Muskelarbeit ist auch bei Volummessung einer Brust nachweisbar, bei der eine Verschiebung nicht in Frage kommt, ebenso an den Extremitäten mit ganz anderen Volumapparaten, zum Beispiel durch Volummessung nur eines Fingers, bei dem, wenn er gleichzeitig mit dem Apparat während der Arbeit des Fusses herabhängt, gleichfalls Verschiebung nicht in Betracht kommt. Während man ferner bei demselben Menschen im normalen Zustand jedesmal bei Arbeit des Fusses Zunahme der Blutfülle des Armes erhält, bekommt man nach Erschöpfung oder nach Erkrankung desselben Menschen, oder nach seiner Vergiftung z. B. durch Chloroform, jedesmal bei derselben Arbeit und bei derselben Lagerung des Apparates die umgekehrte Erscheinung, während doch entsprechende Verschiebungen des Armes bei so vielen Hunderten Personen nicht gerade immer dann in umgekehrter Weise eintreten könnten. Endlich erhalte ich bei sehr vielen Herzkranken zunächst immer eine negative Kurve bei Muskelarbeit, aber $\frac{1}{2}$ Stunde später, nachdem irgend eine wirksame therapeutische Massnahme vorgenommen worden ist, eine positive Kurve, und dasselbe an vielen aufeinander folgenden Tagen, so dass gleichfalls Versuchsfehler nicht in Betracht kommen können.

Die Untersuchungsmethode selbst ist also eine völlig sichergestellte, und lässt sich nach einiger Uebung sicher beherrschen, aber im einzelnen muss man sich aller möglichen Fehlerquellen immer bewusst bleiben, besonders bei den besonders schwierigen Fällen, die bisweilen dem Ungeübten zunächst einfach erscheinen und ihn zu Irrtümern veranlassen.

Sehr wichtig ist die gleichzeitige Registrierung der Atmung der Versuchspersonen, ohne die die Versuche völlig wertlos sind. Bei jeder tieferen Inspiration wird das Blut aus der Peripherie in verstärkter Masse zum Brustkorb hingesaugt, so dass infolgedessen eine ziemlich lange dauernde Senkung der Volumkurve des Arms eintritt. Bei unseren Untersuchungen sind daher nur solche Kurven benutzbar, bei denen die Atmung so ruhig blieb, dass eine eingetretene Aenderung der Kurve keinesfalls durch die Aenderung der Atmung zu erklären ist. Manche Personen sind nun geneigt, während der Fussarbeit, die mit einer gewissen Anstrengung ausgeführt werden muss, die Atmung zu vertiefen. Durch Belehrung und Anlernen der Betreffenden (im Notfall hilft es oft, die Atmung im Takt eines Metronoms ausführen zu lassen) kommt man auch dabei fast immer zu gutem Ergebnis, versucht es im Notfall auch in liegender Stellung des Patienten.

Wichtig ist, dass manche Patienten bei zu energischer Fussarbeit den Tonus der gesamten Muskulatur erhöhen und dies sich, trotz guter Lagerung des Armes, als Verschiebung des Armes geltend macht, die nach Ende der Arbeit wieder zurückgeht und eine positive Arbeitskurve vortäuschen kann. Der Erfahrene erkennt dies jedesmal sicher an dem zu steilen Anstieg und Abfall der Kurve und findet die wahren Verhältnisse, indem er den Patienten vorsichtiger und schwächer mit dem Fuss arbeiten lässt.

Bei vielen Personen gelingen die Versuche sofort, bei manchen ist erst ein Anlernen nötig, unter Umständen kommt man bei ihnen erst bei der zweiten Sitzung völlig ins Klare, besonders wenn sie bei der ersten Untersuchung zu unruhig und nervös waren, und bei einer kleinen Zahl, die nicht 10 pCt. erreicht, ist noch längere Mühe nötig, bei manchen von ihnen kommt man wegen zu grosser Unruhe, wegen Zitterns oder der Unfähigkeit, einigermaßen gleichmässig zu atmen, überhaupt zu keinem sicheren Resultat, das sind aber nur verhältnismässig sehr wenige Personen. Immerhin wird man aus alledem erkennen, dass die Untersuchungsmethode nicht für das Sprechzimmer des praktischen Arztes geeignet ist, sondern, dass es besondere Untersuchungsstellen für diesen Zweck geben müsste, wie es solche für Elektrokardiographie und Röntgenuntersuchung gibt, in die wenigstens alle die Patienten geschickt werden, bei denen die Untersuchung mit der neuen Methode nicht sofort eindeutige Resultate ergibt.

Auf die elementaren technischen Einzelheiten kann ich hier nicht eingehen. Dass man eine allmählich immer tiefer sinkende Kurve erhält, wenn entweder der Gummisack des Plethysmographen, oder der Gummi der Registrierapparate undicht geworden ist, dass bei zu grosser Abkühlung des im Apparate befindlichen Wassers Pulsverkleinerung und fast keine Volumänderungen eintreten und Aehnliches ist selbstverständlich.

Als letzten Punkt erwähne ich noch, dass bei Untersuchung bettlägeriger Personen die hier untersuchten Erscheinungen am Herzen durch die vollkommene vorhergehende Ruhe etwas verdeckt werden können, wenn die Veränderungen nicht sehr schwere sind, so dass man bei der Untersuchung zunächst Kurven erhält, die sich mehr den normalen nähern, als es der Beschaffenheit des Herzens entspricht. Erst nach mehrfacher Wiederholung der mehrere Sekunden dauernden Probemuskelarbeit machen sich dann die pathologischen Verhältnisse an den Kurven deutlicher bemerkbar.

Es empfiehlt sich daher, solche Kranke, wenn möglich, zunächst ausser Bett zu untersuchen, nachdem sie einen kleinen Spaziergang hinter sich haben, wenn das nicht schon zuviel für sie ist. Wenn die Kranken von ausserhalb ins Laboratorium kommen, ist durch diesen Weg schon die beste Vorbedingung gegeben, dass die pathologischen Verhältnisse des Herzens sich schon von Anfang an an der Kurve deutlich ausprägen. Ich halte diese erst verhältnismässig spät von mir gefundene Vorsichtsmassregel für sehr wichtig, da man sonst bisweilen erstaunt ist, bei dauernd bettlägerigen Herzkranken verhältnismässig geringfügige Aenderungen der Kurven zu finden.

Zum Schluss dieser Vorbemerkungen hebe ich nochmals hervor, dass man sich nicht davon abschrecken lassen darf, wenn man bisweilen bei der ersten Untersuchung von Herzkranken infolge ihrer Unruhe nicht zu ganz sicherem Resultat kommt, was ja immerhin nur bei einem geringen Prozentsatz der Fall ist. Schon bei der zweiten Sitzung bekomme ich in solchen Fällen meist die schönsten und eindeutigsten Kurven, und wenn man sich genug Mühe mit dem Einzelnen geben kann, wird man in allen Fällen zu günstigem Resultat kommen, wenn nicht gerade

sehr heftiges Zittern usw. vorliegt. (Nicht zu vergessen ist in solchen Fällen die erwähnte doppelte Untersuchung sowohl in sitzender, als in liegender Stellung des Patienten.)

Entsprechend dem Ausfall meiner erwähnten Untersuchungen an Hunderten von Fällen mit rein nervösen Störungen ist die nächstliegende Anwendung meiner neuen Untersuchungsmethode darin zu sehen, dass man organische Herzerkrankungen von den rein nervösen durch sie objektiv unterscheiden kann, da nur bei letzteren die Kurve völlig normal ausfällt.

Die auch bei dieser Unterscheidung anzuwendenden Vorsichtsmassregeln ergeben sich aus dem oben Gesagten. Ich schildere kurz den Gang der Untersuchung, unter Weglassung der elementaren Einzelheiten. Angenommen, es ergibt sich von Anfang an bei dem Untersuchten bei wiederholter Ausführung der Muskelarbeit jedesmal eine einwandsfreie normale Kurve, deren Form der Leser aus den Kurven 9b, 11b, 12b, 15 der hier publizierten Abbildungen auf Seite 366, 369, 371, 377 ersehen kann. (Ich füge hier ein, dass eine mehrfache Wiederholung jedes Versuchs selbstverständlich immer nötig ist, und zwar eine um so häufigere, je ungeübter der Untersucher ist.) Bei gesundem Herzen fällt bei Wiederholung der energischen Fussarbeit das Ansteigen der Kurve meist noch stärker aus, als zuvor, da, entsprechend meinen Ausführungen auf Seite 331 und 332, dann eine Ausspülung der in den Fussmuskeln vorhandenen geringen Menge von Ermüdungsstoffen stattgefunden hat, bei krankem Herzen, bei dem die pathologischen Erscheinungen an der Gefässreaktion nur leicht durch Ruhe verdeckt sind, vermindert sich die Höhe der Steigung der Kurve bei gleicher Anstrengung. Um sicher zu gehen, muss man in allen Fällen, ganz besonders, wenn keine Körperbewegung der Untersuchung vorausgegangen ist, aber auch in diesem Falle, die Versuchsperson eine geringe, dosierte, ermüdende Muskelarbeit ausführen lassen, die durch ein anderes Glied geleistet werden muss, als den bei der Probemuskelarbeit arbeitenden Fuss, damit dieser nicht etwa lokal ermüdet. Ich lasse zu diesem Zwecke, ohne dass der Patient aus den angelegten Apparaten befreit wird oder seine Stellung verändert, von ihm mit dem freien Arm etwa $\frac{1}{2}$ —1 Minute lang fortgesetztes Armstossen nach seitwärts oder vorwärts ausführen und wiederhole nach einer Ruhepause von mindestens 5 Minuten den vorhergehenden Versuch mit Probemuskelarbeit des Fusses. (Sollte man im Laufe der Versuche Ermüdung des Fusses fürchten, so kann man den andern, frischen Fuss benutzen lassen.) Bei Gesunden wird auch nach dem Armstossen aus dem oben angeführten Grunde die Kurve nach dieser geringen Anstrengung des Armstosses eher besser, als vorher ansteigen. Bei Kranken aber tritt dann deutlich der vorher leicht verdeckte pathologische Zustand hervor.

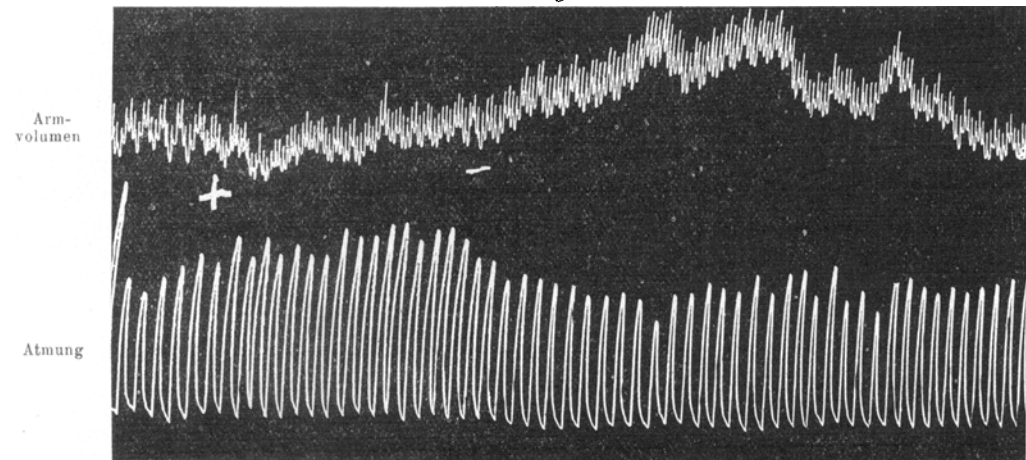
Ich will das durch zwei Kurven illustrieren, bei denen ich wegen der Beschränkung der Anzahl der reproduzierten Kurven auch für die zuerst auftretenden Kurven solche wähle, die schon von leichterem, pathologischem Charakter sind, auf die ich später wieder zurückkomme.

Bei allen reproduzierten Kurven ist die untere Kurve die der Atmung, die obere die des Armvolums, die Muskelarbeit des Fusses dauert stets

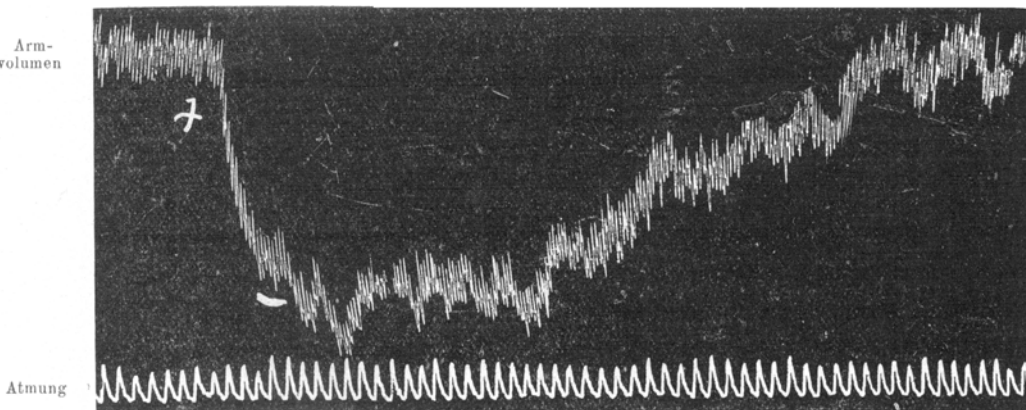
vom Zeichen $+$ bis Zeichen $-$. Bei den Kurven entspricht durchschnittlich ein Weg von 10 cm Länge einer Zeit von 2 Minuten. Bei der Atmungskurve entspricht das Steigen der Inspiration.

Die in Figur 1a und 1b abgebildeten Kurven stammen von einem Fall von Aortitis luetica mit Vergrößerung des Herzens nach links, und es zeigte sich bei dem Patienten, der ausser Bett, aber ohne vorher-

Figur 1.



a



b

Fall von Aortitis luetica mit Vergrößerung des Herzens nach links.

Arbeitskurve:

a) Im frischen Zustand. b) Nach ermüdenden Armstossen von $\frac{1}{2}$ Min. Dauer.

gehende Körperbewegung untersucht wurde, zunächst mehrmals die in Fig. 1a reproduzierte Kurve, die zwar ein Ansteigen der Kurve infolge der Arbeit zeigt, bei der aber als besonders auffälliges Merkmal hervortritt, dass die Steigung nach Aufhören der Arbeit sich verstärkt weiter fortsetzt, um erst bedeutend später wieder zurückzugehen. (Vgl. damit die

normalen Kurven 9b, 11b, 12b, 14, 15.) Hiernach würde man nach den späteren Erörterungen zwar auf Hypertrophie des linken Ventrikels, aber auf eine suffiziente Herzfunktion schliessen müssen. Nachdem aber der Patient etwa $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ Minute kräftiges Armstossen in schneller Folge ausgeführt hatte, zeigte sich bei der dann wiederholten Probearbeit des anderen Fusses die vollkommen negative Kurve von Fig. 1b, die sich dann dauernd immer wieder zeigte.

In diesem Falle genügte also nach der vorhergehenden völligen körperlichen Ruhe des Patienten auch bei der mehrmaligen, kurzen Ausführung der wenig anstrengenden Fussbewegung die Herzfunktion noch dazu, eine Arterialisierung des Blutes herbeizuführen, die hinreichte, das empfindliche Gefässzentrum in der Medulla reizlos zu ernähren, so dass dieses noch normal funktionierte und während der Muskularbeit eine Erweiterung der peripheren Gefässe herbeiführte, und sich nur die, wie wir später sehen werden, nicht vom Gefässzentrum, sondern vom kranken Herzen direkt verursachte Veränderung der Form der positiven (aufsteigenden) Kurve zeigte.

Dagegen genügte schon die kurze, mehr anstrengende Arbeit des Armstossens, zu bewirken, dass das Blut nicht mehr genügend arterialisirt werden konnte und das darunter leidende Gefässzentrum die Reize in veränderter, umgekehrter Weise zu den Blutgefässen weiter gab, so dass eine negative Kurve erschien. Möglicherweise spielte auch das Hinzukommen der infolge des anstrengenden Armstossens aus den Muskeln ausgespülten Ermüdungsstoffe zu dem schon ungenügend arterialisirten Blute dabei eine Rolle, in jedem Falle tritt so deutlich die vorher leicht verdeckte Insuffizienz der Herzfunktion bei dem Patienten hervor.

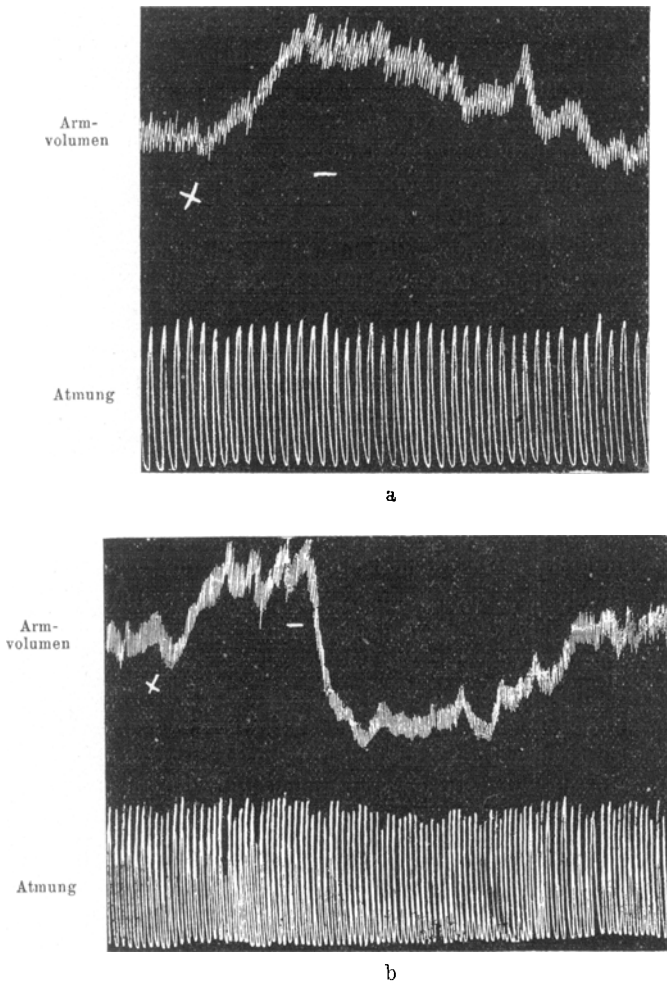
Ein zweiter, etwas anderer Fall ist durch Figur 2 illustriert.

Bei diesem Falle von Aneurysma aortae, der gleichfalls zunächst ohne vorhergehende Bewegung, nach vollständiger Bettruhe, untersucht wurde, zeigte sich an allen Tagen bei schwacher, nicht sehr energischer Muskularbeit des Fusses zunächst die Kurve von Fig. 2a, die sehr der normalen Kurve ähnelt, nur dass der Abstieg der Kurve nach Beendigung der Arbeit etwas zu langsam erfolgt, bei der normalen Kurve muss er ungefähr ebenso schnell vor sich gehen, wie der Aufstieg. (Es deutet dies auf venöse Stauung im grossen Kreislauf.) In diesem Falle zeigte sich schon bei energischerer Wiederholung der Fussarbeit die völlig anders aussehende Kurve von Fig. 2b. Hier ist die Kraft der vom Gefässzentrum, ausgehenden gefässverengernden Impulse im Verhältnis zu der das Blut während der Arbeit mit verstärkter Kraft in die Peripherie werfenden Herzkraft nicht so stark geworden, wie in dem vorher besprochenen Falle, und daher tritt hier die Senkung der Kurve unter die Anfangshöhe nicht, wie in jenem Falle, sofort nach Beginn der Arbeit ein, sondern erst unmittelbar nach Beendigung der Arbeit, nachdem die das Blut in die Peripherie hinauswerfende Kraft sich verringert hat. Die Insuffizienz des Herzens war also auch in diesem Falle zunächst leicht verdeckt. Diese Vorsichtsmassregel ist also immer zu beachten.

Aber auch in den Fällen, in denen man schon von der ersten Probearbeit an eine negative Kurve erhält, darf man sich nicht ohne

weiteres dabei beruhigen, sondern muss, wie oben (S. 336) erwähnt, daran denken, dass auch bei anderen Veränderungen der Zusammensetzung des Blutes eine negative Kurve sich findet und muss dieses, besonders schwere Chlorose, ausschliessen. Endlich kann die negative Kurve noch das Ueberbleibsel einer früher vorhandenen Herzinsuffizienz sein, die jetzt gebessert ist, was man in der oben (S. 337) beschriebenen Weise

Figur 2.



Fall von Aneurysma aortae.

Arbeitskurve:

a) In frischem Zustand. b) Bei Wiederholung und kräftigerer Arbeit des Fusses.

durch Anwendung einer mehrstündigen Applikation von Eisbeuteln und dann wiederholte Untersuchung gleichfalls ausschliessen kann.

Erst bei Beachtung aller dieser Vorsichtsmassregeln kann man mit Sicherheit durch die objektive Kurve entscheiden, ob ein organisches Herzleiden vorliegt, oder eine Herzneurose.

Dass die negative Kurve bei Muskelarbeit keinesfalls durch direkte Herzwirkung, etwa durch Verminderung der aus dem Herzen ausgeworfenen Blutmenge erklärt werden kann, habe ich oben ausführlich erörtert und unter anderem auf Seite 330 erwähnt, dass diese negative Kurve bei jedem Menschen schon bei lokaler Ermüdung des Fusses eintritt, bei voller Frische des Herzens und bei nachweislicher gleichzeitiger Steigerung des Blutdrucks. Es ist unzweifelhaft eine umgekehrte Reaktion des Gefässzentrums, das in seiner Funktion durch die veränderte Zusammensetzung des Blutes geschädigt ist, die in der negativen Kurve zum Ausdruck kommt. Sie ist bei Berücksichtigung der erwähnten Vorsichtsmassregeln immer ein Zeichen dafür, dass das Herz bei dem betreffenden Zustand des Körpers nicht mehr zur Herbeiführung der genügenden Arterialisierung des Blutes hinreicht, wie das auch die erwähnte Beseitigung dieses Sinkens der Arbeitskurve durch Einatmung von Sauerstoff beweist.

In der Form und Ausdehnung der negativen Kurven bestehen grosse Unterschiede, deren nähere Untersuchung noch manchen Aufschluss geben wird. Die Grösse eines Kurvenausschlags nach der positiven oder negativen Seite kann man natürlich bei den verschiedenen Menschen nur mit starkem Vorbehalt oder gar nicht vergleichen, da sie bei einem Menschen, dessen dünner Arm das Plethysmographenrohr in geringerem Grade ausfüllt, geringer ausfallen muss, als bei einem anderen. Auch bei Vergleichen am selben Patienten in verschiedenen Sitzungen muss man dafür sorgen, dass der Arm beide Male bis zu demselben Punkte eingeführt wird, was an der Stellung der Ellbogenstütze annähernd sicher kontrolliert werden kann. Dass daneben das Wasser denselben Höhestand und die gleiche Temperatur haben muss, ist selbstverständlich. Wichtig sind ja hier nur die relativen Veränderungen am selben Menschen.

Die negative Kurve von Fig. 1b ist aussergewöhnlich stark sinkend, meist sind die Senkungen der Kurven nicht so stark. Es kommt im allgemeinen, wenn man nicht gerade die Wirkung einer therapeutischen Massnahme kontrollieren will, besonders auf die Qualität des Ausschlags der Kurve an, ob sie bei Muskelarbeit überhaupt ansteigt oder sinkt. Selbst ein vollkommenes Fehlen jedes Anstiegs bei kräftiger Arbeit ist schon darauf verdächtig, dass es ein Uebergangsstadium zur Entwicklung einer negativen Kurve darstellt. Man muss aber im Auge behalten, dass im allgemeinen solche Personen, die an Sport und kräftige Körperbewegung gewöhnt sind, eine stärkere Ausbildung der Normalkurve zeigen, als andere.

Ohne weiteres kann man aber die Länge einer negativen Kurve bei den verschiedenen Personen vergleichen, also die Dauer der Kontraktion der Gefässe nach Beendigung der Arbeit, die gleichfalls sehr verschieden sein kann. Bisweilen habe ich solche Nachwirkungen von 8—10 Minuten Dauer beobachtet, was natürlich auf besonders ungünstige Verhältnisse hindeutet. Welche Veränderungen eine negative Kurve durch die hinzukommende direkte Wirkung der normalen oder pathologisch veränderten Herztätigkeit erleiden kann (wie zum Beispiel an Fig. 2b zu ersehen ist), werde ich später erörtern. Die hier behandelte

negative Kurve für sich allein ist nur indirekt durch die pathologische Veränderung der Herzfunktion verursacht.

Es sind nur die schwersten Herzkrankheitsfälle, bei denen sich dauernd eine reine negative Kurve findet. Bei sehr vielen Fällen, und auch bei den schwersten im Stadium der Besserung, oder wenigstens eine Zeitlang nach Anwendung verschiedener therapeutischer Eingriffe, auf die ich später zu sprechen komme, zeigt sich zu Beginn der Untersuchung eine, wenn auch oft nur schwache positive Kurve, die entsprechend dem augenblicklichen Verhalten des Herzens schon bei der ersten, oder nach mehrfacher Wiederholung der Fussarbeit, oder erst nach ermüdendem Armstossen wieder allmählich in die negative Form übergeht. Zwei solche Beispiele waren in Fig. 1 und 2 illustriert. Gerade in solchen Fällen ist meines Erachtens die Anwendung meiner Untersuchungsmethode besonders wertvoll, da sie eine genaue objektive Kontrolle darüber ermöglicht, für welches Mass von Anstrengung das betreffende Herz in seinem jeweiligen Zustand noch suffizient ist, welches Mass von Muskelarbeit oder sonstiger Anstrengung ihm ohne Gefahr zugemutet werden darf. Das subjektive Befinden des Patienten oder andere Untersuchungsmethoden sind dafür bekanntlich durchaus nicht immer völlig massgebend.

Seit 2 Jahren hat es sich immer bewährt, auf diese Weise festzustellen, ob Herzranke, denen erlaubt worden war, ausser Bett zu sein, dies vertrugen, ohne dass ihre Kurve wieder negativ wurde. Wenn ein Kranker einen Ausgang in die Stadt oder gar eine kleine Reise gemacht hatte, die zu viel für sein Herz war, war dies mit Sicherheit an der Veränderung seiner Kurve noch am nächsten Tage, oder auch längere Zeit hindurch zu erkennen, indem die Kurve, die infolge der Behandlung positiv geworden war, wieder völlig negativ wurde.

In derselben Weise konnte ich auch bei chronisch Herzranke feststellen, welches Mass von grösserer Anstrengung, wie sie zum Beispiel der Beruf mit sich bringt, für ihr Herz noch unschädlich war, und für welche das Herz nicht genügte. Eine gewisse Rolle spielen dabei auch die Veränderungen der später zu besprechenden pathologischen Umformungen der positiven Kurve, die gleichfalls bei Ueberanstrengung verstärkt werden können, ohne dass es zunächst gleich zu einer negativen Kurve zu kommen braucht. Wie wertvoll es für Herzranke, besonders im chronischen Stadium ist, genau zu wissen, für welches Mass von Anstrengungen ihr Herz noch suffizient ist, bedarf nicht der Erörterung.

Eine besondere Klasse von Herzen, bei denen ich in den meisten Fällen eine negative Kurve fand, ist noch erwähnenswert, weil sie eine gewisse Sonderstellung unter den insuffizienten Herzen einnehmen, nämlich die ausgesprochen kleinen Herzen. Bei acht von elf solchen Fällen fand ich eine negative Kurve schon bei Beginn der Versuche, und bei zwei anderen von ihnen hatte sich eine beträchtliche Hypertrophie des linken Ventrikels entwickelt, als deren Folge eine besondere Form der Kurve eintrat, die ich später besprechen werde. Eine von diesen Kurven ist in Fig. 3 auf Seite 352 reproduziert. Natürlich haben sich die Kranken mit kleinen Herzen, da der Zustand dauernd bestand,

mehr als die Kranken, die erst in späterer Zeit ein insuffizientes Herz erworben haben, an den ungünstigen Zustand gewöhnt, der daraus folgt, aber zweifellos befinden sich diese Personen immer in einem äusserst benachteiligten Zustand gegenüber den normalen Personen bei Vornahme von anstrengender Muskelarbeit, da sie sich von vornherein wie völlig Erschöpfte verhalten und sehr frühzeitig wegen Ermüdung die Arbeit aufgeben, oder nur mit einem unverhältnismässigen Aufwand von Energie ausführen können (s. Seite 333). Die in den zwei erwähnten Fällen vorhandene Hypertrophie des linken Ventrikels stellt zweifellos einen günstigen Vorgang dar, wie daraus hervorgeht, dass gerade diese Personen keine negative Kurve zeigten. Bei den Betreffenden blieb die positive Kurve sogar nach $\frac{1}{2}$ stündigem Turnen erhalten, so dass nicht etwa die Insuffizienz des Herzens in der beschriebenen Weise nur verdeckt war, sondern die Herzen auch für diese Arbeit suffizient waren. Inwieweit die Möglichkeit einer solchen Ausbildung des Herzens auf die Fälle von kleinen Herzen im allgemeinen zutrifft, kann ich noch nicht beurteilen.

Schon vor 2 Jahren, nach Beginn meiner systematischen Untersuchungen von Herzkranken im Kriege, stellte ich fest, dass es bei diesen Untersuchungen durchaus nicht mit der einfachen Feststellung getan ist, ob sich bei Muskelarbeit des Kranken eine positive oder eine negative, umgekehrte Kurve ergibt, sondern dass auch die verschiedenen Formunterschiede der zunächst anscheinend normal ansteigenden Kurven beachtet werden müssen, da gerade sie direkt durch die pathologische Veränderung der Herzfunktion verursacht werden. Bei Ueberlegung, wie diese Kurven zustande kommen, kann kein Zweifel über die theoretische Möglichkeit eines solchen direkten Einflusses des Herzens auf die Form der Kurve bestehen.

Auf Seite 329 ff und 332 habe ich das Zusammenwirken der Tätigkeit des Herzens und der vom Gefässzentrum beeinflussten Weite der verschiedenen Gefässgebiete des Körpers ausführlich erörtert und dort zunächst die Wirkung der Gefässnerven dabei besonders hervorgehoben, da sie ganz allein das Zustandekommen der negativen Kurven verursacht. Es wurde dort festgestellt, dass nach meinen Untersuchungen bei jeder, auch lokaler, Muskelarbeit ein Zufluss einer grösseren Menge von Blut zu sämtlichen Muskeln des Rumpfes und der Glieder stattfindet, das unter verstärkter Herzaktion vom Herzen in die Peripherie geworfen wird, wobei das Herz diese vermehrte Blutmenge besonders aus den Bauchorganen schöpft, deren Gefässe sich gleichzeitig aktiv stark verengen (unter gleichzeitiger Verengerung der Gefässe der äusseren Kopfteile), während sich die Gefässe der äusseren Teile des übrigen Körpers (der Muskeln) gleichzeitig aktiv erweitern.

Auf diese Weise ergibt sich bei normaler Funktion der Gefässnerven während der Dauer der Muskelarbeit ein mehr oder weniger starkes Ansteigen der Volumkurve des Armes. Nach Aufhören der Muskelarbeit hört der während der Arbeit von der motorischen Rindenzone im Gehirn ausgehende und von den Gefässnerven vermittelte Reiz zur Erweiterung der Muskelgefässe und zur Verengerung der Bauchgefässe auf, ohne dass etwa dann ein umgekehrt wirkender Reiz zur Verenge-

rung der vorher erweiterten Muskelgefässe folgt. Der Rückfluss der grösseren Blutmenge, die sich während der Muskelarbeit in den Muskeln (unter dauernder Ersetzung durch frisches Blut) aufhält, die im Ruhezustand in denselben Muskeln befindliche Blutmenge weit übertrifft, geschieht zur Wiederherstellung der Verhältnisse des Ruhezustands also nicht unter aktiver Beihilfe der Blutgefässe (abgesehen von gewissen pathologischen Ausnahmeständen, auf die ich später zu sprechen komme), sondern unter ausschliesslicher Wirkung der Herztätigkeit und des Donders'schen Druckes in der Bruthöhle.

Es ist also klar, dass in diesen Fällen eine Störung des Rückflusses des überschüssenden Blutes von den Muskeln zum Herzen nur durch Störung dieser Kräfte verursacht werden kann.

Die hierbei zunächst in Frage kommende Störung, die bei Herzkrankheiten ausserordentlich häufig vorkommt, ist das Vorhandensein einer Stauung im venösen Teile des grossen Kreislaufs, sei es, dass bei Schwächung des ganzen Herzens das rechte Herz in verstärktem Masse geschwächt ist, oder dass die Schwächung der Funktion des linken Herzens zunächst eine Stauung im Lungenkreislauf und dann rückwirkend eine Stauung im venösen Teil des grossen Kreislaufs bewirkt hat.

Auf die Verhältnisse, die durch pathologische Veränderungen in den Lungen geschaffen werden, gehe ich hier nicht ein.

In allen diesen Fällen muss notwendigerweise eine Verlangsamung des Rückflusses der überschüssigen Blutmenge von den Muskeln zum rechten Herzen stattfinden, die während der Muskelarbeit unter Zusammenwirken der Herz- und Vasomotorentätigkeit zu den Muskeln geschafft worden war, und dies muss sich in einem flacheren Absteigen der während der Arbeit angestiegenen Volumkurve ausdrücken.

In der Tat fiel mir gleich nach Beginn meiner systematischen Herzuntersuchungen das häufige Vorkommen solcher Kurven, die ich als „träge Kurven“ bezeichne, auf, und da ich unter den Tausenden von mir untersuchten Kranken aller Art nur bei Herzkranken diese Kurve fand, und zwar in besonderer Stärke bei Vergrösserung des Herzens nach rechts, ist die obige, sich von selbst ergebende Erklärung dieser Kurvenform wohl als völlig sicher anzunehmen. Es kommt noch hinzu, wie ich später zeigen werde, dass diese pathologische Form der Kurve in sehr kurzer Zeit in die normale Kurvenform umgewandelt werden kann, wenn man bei den betreffenden Kranken gewisse therapeutische Massnahmen vornimmt, die geeignet sind, die Stauung im venösen Teil des grossen Kreislaufs, wenigstens für einige Zeit, zu beseitigen.

Die Vorstellung, dass etwa eine krankhafte Veränderung der Gefässwände diese Kurvenform hervorrufen könnte, indem die Gefässe in solchem Zustand ihre Weite nur in träger Weise verändern könnten, ist völlig zurückzuweisen. Ich habe diese Kurve bei zahlreichen ganz jugendlichen Individuen gefunden, bei denen eine krankhafte Veränderung der Gefässwände irgend einer Art gar nicht in Betracht kommen konnte, und dann würde diese Kurvenform bei solcher Ursache keinesfalls in kurzer Zeit, eventuell in einigen Minuten, durch therapeutische Massnahmen in die normale Form gebracht werden können, da die

Veränderung der Gefäßwände bestehen bleibt. Endlich habe ich bei zahlreichen Kranken, bei denen sicherlich solche Veränderungen der Gefäßwände vorhanden waren, bei denen aber keine venöse Stauung bestand, diese träge Kurvenform nicht gefunden.

Auch an die Möglichkeit, dass, wie die negative Kurve, auch diese Kurvenform nur von einer Änderung der vasomotorischen Innervation verursacht sei, kann nicht gedacht werden. Bei Gesunden, wie auch in den Fällen von „träger Kurve“ tritt zwar bei Beginn der Arbeit immer eine aktive Erweiterung der Muskelgefäße ein, aber diese wird, wie erwähnt, keineswegs nach Ende der Arbeit von einer aktiven Verengung derselben Gefäße abgelöst, deren Fortfall in den Fällen der trägen Kurve etwa den verlangsamten Abfall der Kurve erklären könnte. Wenn bei diesem ganzen Vorgange eine solche aktive Gefäßverengung nachfolgte, würde es auch bei Gesunden oft nachträglich zu einer Senkung der Kurve unter die Anfangshöhe kommen, was aber niemals der Fall ist, weil eben der nachträgliche Ausgleich der Blutverteilung nur durch die Wirkung der Herztätigkeit und den Donders'schen Druck im Brustkorb bewirkt wird. Physiologisch würde bei solcher Vorstellung ein neuer, besonderer Impuls vom Gefäßzentrum aus erforderlich sein, wenn der bei Beginn der Muskelarbeit infolge der Erregung der motorischen Rindenzone hervorgerufene Reiz zur aktiven Erweiterung der Muskelgefäße nach Aufhören dieser Arbeit von einer gleichfalls aktiven Verengung derselben Gefäße abgelöst werden sollte. Einen solchen Reiz beim Aufhören des Erregungszustandes der Hirnrinde nach Ende der Arbeit anzunehmen, liegt absolut kein Anlass vor, sondern das Natürliche dabei ist das blosse Verschwinden des Reizes zur aktiven Erweiterung der Muskelgefäße ohne weitere aktive Gefäßveränderungen.

Auch das Normalwerden der trägen Kurve unmittelbar nach gewissen therapeutischen Massnahmen, die die Stauung im venösen System vermindern, oder beseitigen, zeigt, wie schon erwähnt, deutlich die Abhängigkeit der Trägheit des Abfalls der Kurve von diesen Verhältnissen. Es wäre eine völlig unbegründete Künstelei und stimmt in keiner Weise mit meinen Beobachtungen überein, zur Erklärung des trägen Abfalls der Kurve eine pathologische Funktion der Gefäßnerven herbeiziehen zu wollen.

Wie gesagt tritt die träge Kurve in besonderer Stärke bei solchen Fällen auf, bei denen die venöse Stauung sich auch in Erweiterung des rechten Herzens im Röntgenbild und bei Perkussion kundgibt, besonders wichtig erscheint mir aber, dass träge Kurven schwächeren Grades sich auch in solchen Fällen zeigen, bei denen mit den anderen genannten Untersuchungsmethoden noch nichts davon zu erkennen ist, da die hier behandelte Untersuchung offenbar empfindlicher ist, als jene. Träge Kurven verschiedenen Grades sind in den Figg. 2a, 8a, 11a, 12a auf Seite 348, 361, 369, 371 hier abgebildet.

Sehr wichtig ist, dass man auch hinsichtlich der „trägen Kurve“ im Auge behalten muss, dass jede während der Muskelarbeit ansteigende (positive), also auch eine träge Kurve dann eine

negative werden muss, wenn die Herzfunktion nicht mehr dazu genügt, zu bewirken, dass das Blut so weit arterialisirt wird, dass es zur reizlosen Ernährung der Gefässzentren im Gehirn genügt. Tritt dieser Fall bei Kranken mit träger Kurve ein, so erscheint eine negative Kurve, und es ist nicht mehr zu erkennen, ob vorher eine träge Kurve vorhanden war oder nicht. In der Dauer der Senkung der Kurve unter die Horizontale scheint kein davon abhängiger Unterschied zu bestehen, was ebenfalls zeigt, dass die träge Kurve nichts mit vasomotorischen Störungen zu tun hat, denn, wie oben erörtert, wird die negative Kurve, im Gegensatz zur trägen Kurve, ausschliesslich von der Störung der zentralen Gefässinnervation verursacht, ist also nur eine indirekte Folge der ungenügenden Herzfunktion.

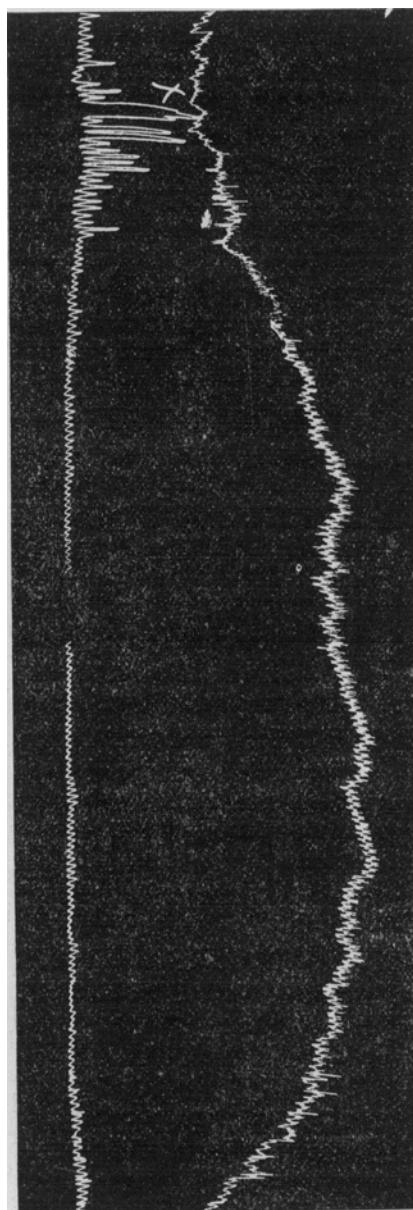
Es hängt daher bisweilen von dem augenblicklichen Befinden des Herzens der Kranken ab, ob man eine träge Kurve oder eine negative Kurve bei der Muskelarbeit erhält, und bei derselben Sitzung kann zunächst eine träge und bei der 2. oder 3. Wiederholung der Muskelarbeit des Fusses eine negative Kurve eintreten, um dann dauernd bestehen zu bleiben. Solche verschiedene Kurven von denselben Patienten werden in den Figg. 1 und 2 auf Seite 343 und 345 abgebildet. Natürlich kann man bei allen diesen Patienten durch absichtliche Ermüdung (kräftiges Armstossen etwa $\frac{1}{2}$ Minute lang) die träge Kurve in eine negative verwandeln und kann aus der wachsenden Widerstandsfähigkeit gegen solche grössere Inanspruchnahme der Herzfunktion die fortschreitende Wirkung einer therapeutischen Behandlung des Leidens objektiv feststellen.

Ausser dieser „trägen“ Kurve beobachtete ich seit 2 Jahren bei zahlreichen Herzkranken, und zwar ausschliesslich bei solchen, eine andere, gleichfalls sehr charakteristische Form der ansteigenden Kurve, die ich die „nachträglich ansteigende Kurve“ nenne.

Im Gegensatz zu der trägen Kurve, die, wie aus den oben genannten Figuren zu ersehen ist, nach der Beendigung der Muskelarbeit nicht weiter ansteigt, sondern mehr oder weniger langsam wieder zur Anfangshöhe absinkt, steigt die in Frage stehende Kurve nach dem Ende der Muskelarbeit noch weiter an, ja in vielen Fällen kommt es erst dann zum Hauptteile der gesamten Steigung der Kurve, die beträchtliche Zeit über den Zeitpunkt der Beendigung der Muskelarbeit hinaus andauern kann. In den Figg. 8b, 14a auf Seite 361 und 374 sind Kurven dieser Art abgebildet. Als besonderes Beispiel gebe ich noch Fig. 3 und 4 bei (Seite 352), die beide von Fällen stammen, bei denen das Röntgenbild deutliche Vergrösserung des linken Herzens zeigte.

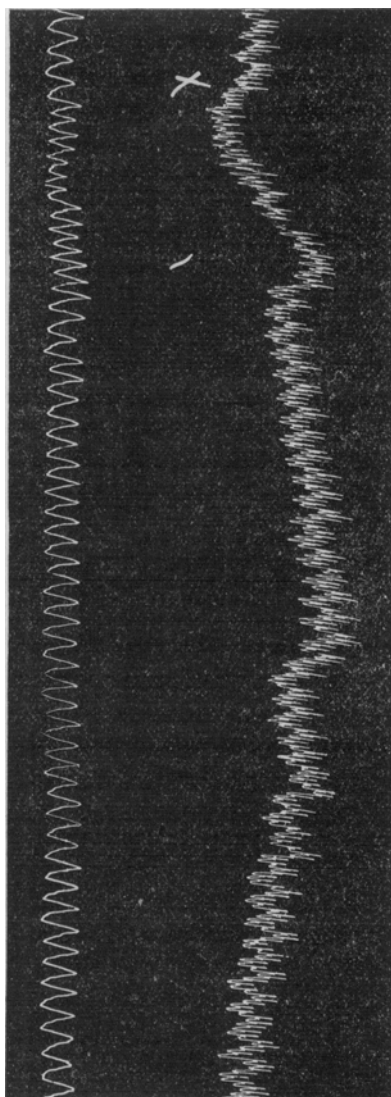
Fig. 3 stammt von einem der oben auf Seite 347 erwähnten Fälle von kleinem Herzen, bei denen sich Hypertrophie des linken Herzens entwickelt hat. Das Ansteigen der Kurve nach Beendigung der Muskelarbeit bei Zeichen — ist bedeutend stärker, als das während der Arbeit selbst und dauert sehr lange Zeit an, ehe die Kurve ziemlich prompt wieder zur Anfangshöhe absinkt. Absichtlich wähle ich hier eine Kurve, bei der die Atmung während der Dauer der Arbeit so stark vertieft wurde, dass eine Kurve davon beeinflusst werden muss. Diese Vertiefung der

Atmung müsste für sich allein aber (wie man sich in jedem einzelnen Falle zur Sicherheit durch absichtliche Vertiefung der Atmung durch den Patienten ohne gleichzeitige Ausführung von Muskelarbeit überzeugen



Figur 3.

($\frac{2}{3}$ Grösse des Originals.) Kleines Herz mit Hypertrophie des linken Ventrikels.



Figur 4.

Fall von im Kriege erworbener Vergrößerung des Herzens nach links und geringerer nach rechts.

muss) eine Senkung der Kurve herbeiführen, wurde also in diesem Falle durch die anderen stärkeren Einflüsse, die ein Steigen der Kurve herbeiführten, überwunden und stellt daher kein fehlerhaftes Moment in dieser Kurve dar, die Steigung wäre bei gleichmässiger Atmung in dieser Zeit nur noch beträchtlicher ausgefallen. Zudem dauert die Wirkung einer

Atmungsänderung nicht annähernd so lange, als diese Kurve, sondern etwa nur so lange wie 5—10 Atemzüge. In solchen Fällen schadet also eine Veränderung der Atmung nach einer bestimmten Richtung hin nichts.

Einen anderen, schwächeren Typ der nachträglich ansteigenden Kurve zeigt Fig. 4, die von einem Fall stammt, bei dem neben einer Vergrößerung des linken Herzens gleichzeitig eine schwächere des rechten Herzens vorlag.

Das an der Kurve dieses Kranken und vieler anderer immer Wiederkehrende ist, dass nach Aufhören der Muskularbeit nach leichter Senkung der Kurve ein für längere Zeit stetig fortschreitendes, wenn auch nicht sehr starkes weiteres Ansteigen der Kurve stattfindet, das die anfangs erreichte Höhe deutlich überschreitet und dann in der früher beschriebenen typisch trägen Weise wieder zur Anfangshöhe zurückkehrt.

Herr Dr. Rimbach, der um die Jahreswende 1915/16 meinen Untersuchungen auf seinen Wunsch 2 Wochen lang beiwohnte, machte mich darauf aufmerksam, dass das Auftreten der charakteristischen nachträglich ansteigenden Kurve mit dem Vorhandensein von Hypertrophie des linken Ventrikels zusammenzufallen und durch seine verstärkte Arbeitsleistung erklärt werden zu können scheine, und ich fand in der Tat bei Durchsicht meiner in den 17 vorhergehenden Monaten von mir aufgenommenen Kurven an Herzkranken, dass diese Kurvenform sich nur in solchen Fällen zeigte, so dass ein Zusammenhang sehr wahrscheinlich ist.

Weniger einleuchtend ist es dagegen, zur Erklärung des nachträglichen Ansteigens der Kurven in der erwähnten Weise nur die Herzfunktion herbeizuziehen, denn dann müsste der hypertrophische linke Ventrikel nicht nur, im Gegensatz zum normalen, seine Arbeit längere Zeit über das Ende der Muskularbeit des Fusses hinaus verlängern, sondern er müsste nach der Beendigung der Fussarbeit weit stärker zu arbeiten beginnen, als während der Fussarbeit selbst, was völlig unverständlich wäre.

Eingehende Prüfungen meines Kurvenmaterials und Untersuchungen der letzten 6 Monate haben mich zu der Ueberzeugung gebracht, dass diese Vorstellung keineswegs zu der Erklärung der nachträglich ansteigenden Kurve genügt, sondern, dass es sich hier um verwickeltere Verhältnisse handelt, die erst dann klar werden, wenn man das Zusammenwirken der beiden die Kurvenform bildenden Momente berücksichtigt, nämlich der Herzarbeit und der vom Gehirn ausgehenden Reize für die Gefässnerven.

Gegen die zunächst liegende Vorstellung, auf die zuerst R. Rimbach meine Aufmerksamkeit lenkte, dass die nachträglich ansteigende Kurve ausschliesslich die Folge der Hypertrophie des linken Ventrikels, also einer nach Beendigung der Muskularbeit noch weiter sich verstärkenden Herzarbeit ist, spricht folgendes:

Zwar habe ich die nachträglich ansteigende Kurve nur in Fällen gefunden, bei denen Hypertrophie des linken Ventrikels vorlag, ebenso sicher habe ich aber auch Fälle von Hypertrophie des linken Ventrikels gefunden, bei denen es nicht zu einer nachträglich ansteigenden Kurve kommt, ohne dass es dann, wie bei der trägen Kurve, zu einer rein negativen Kurve käme. Auf die Kurven, die ich hier meine, komme ich später ausführlich zu sprechen, und ihre einzig

mögliche Erklärung zeigt deutlich, dass es sich bei der nachträglich ansteigenden Kurve keinesfalls darum handeln kann, dass die Wirkung des linken Ventrikels, durch die das Blut in die Peripherie geworfen wird, nach Beendigung der Muskularbeit eine noch stärkere wird, als während der Ausführung der Muskularbeit, und das allein könnte es erklären, wenn allein durch Herzarbeit die Kurve nachträglich noch stärker ansteigt. Die ganze Vorstellung, dass der hypertrophierte linke Ventrikel nach dem Ende der Fussarbeit, auch nach länger dauernder, energischer Muskularbeit, plötzlich mit viel grösserer Kraft zu arbeiten beginnt, als während der Arbeit, während deren Dauer diese Wirkung besonders erforderlich wäre, ist unnatürlich, während gegen die Vorstellung, dass die Arbeit des hypertrophischen linken Ventrikels nach Beendigung der energischen Muskularbeit des Fusses in abgeschwächter Stärke, die aber die Stärke seiner Arbeit im Ruhezustand noch übertrifft, einige Zeit weiter andauert, nicht viel einzuwenden sein wird.

Wenn die nach dem Ende der Arbeit weiter verstärkte Herztätigkeit allein die nachträglich ansteigende Kurve herbeiführte, müsste es, solange überhaupt eine ansteigende Kurve in den Fällen von Hypertrophie des linken Ventrikels sich zeigte, immer zu nachträglich ansteigender Kurve kommen, was keineswegs der Fall ist, wie schon erwähnt.

Meine Ansicht über diese Verhältnisse ist die folgende, die auch von den auf den nächsten Seiten besprochenen Kurven bestätigt wird. Der hypertrophierte linke Ventrikel arbeitet nach dem Ende einer energischen Muskularbeit des Fusses (wenn die Muskularbeit nur in schwacher Weise ausgeführt wird, brauchen die Erscheinungen bei frischem Zustand des Patienten nicht immer hervorzutreten, wie in Fig. 2a zu sehen) im Gegensatz zum normalen linken Ventrikel noch einige Zeit in abgeschwächter Weise, aber gegen den Ruhezustand noch verstärkt fort, woraus allein aber noch keine nachträglich ansteigende Kurve resultieren würde. Nun entwickelt sich bekanntlich die Hypertrophie des linken Ventrikels zur Ausgleichung einer Insuffizienz des Herzens. Diese Insuffizienz macht sich nun bei diesen Herzen fast immer in der Weise noch geltend, dass vom Gefässzentrum aus mehr oder wenig stark und lang dauernde Reize zur umgekehrten Reaktion, also zur Verengung der Muskelgefässe, während der energischen Muskularbeit ausgehen. Da aber das Blut von dem hypertrophischen linken Ventrikel mit gesteigerter Kraft in die Peripherie geworfen wird, vermögen in gewissen Fällen die sich (infolge des durch die Vasomotoren vermittelten Reizes) verengenden Muskelgefässe diesem Druck nicht zu widerstehen, werden passiv ausgedehnt, und es kommt zu einem Ansteigen der Kurve zunächst während der Dauer der Arbeit. Auf der Kurve drücken sich diese Verhältnisse fast immer dadurch deutlich aus, dass es vor dem Ansteigen der Kurve unmittelbar bei Beginn der Muskularbeit zuerst zu einer, bisweilen nicht unbeträchtlichen Senkung der Kurve vor der Steigung kommt, da offenbar der durch die Gefässnerven vermittelte Reiz sich an den Gefässen schon geltend machen kann, ehe die aus dem linken Ventrikel herausgeworfene vermehrte Blutmenge in die Peripherie gelangt (siehe Figg. 1a, 2b und besonders 4 und 5). Die weitere Formung

der Kurve hängt nun ganz davon ab, wie lange der die Muskelgefäße verengende Reiz vom Gefässzentrum aus anhält.

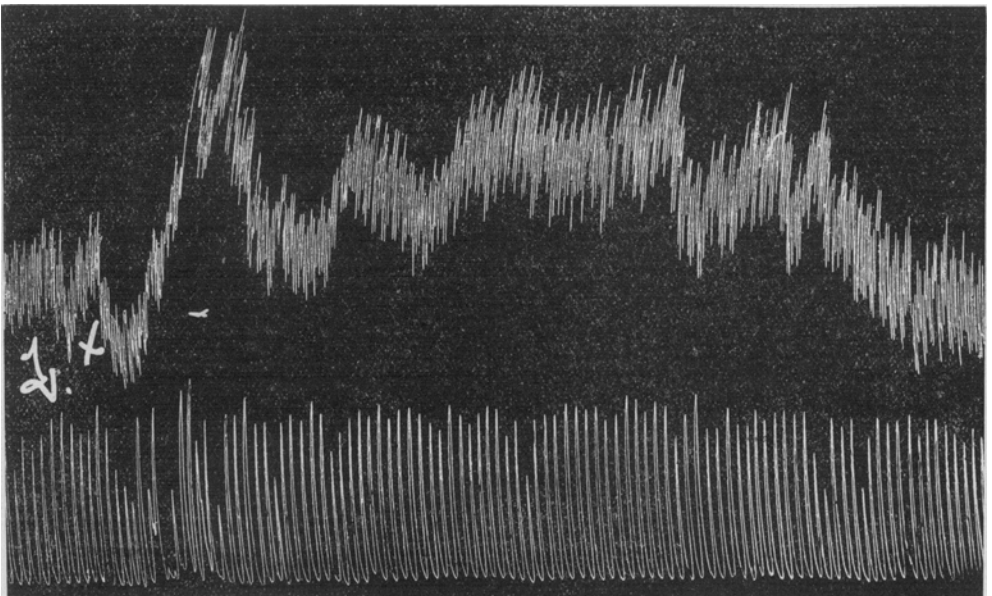
Dass die Dauer eines solchen Reizes je nach den vorliegenden pathologischen Verhältnissen ganz verschieden lang sein kann, habe ich schon oben auf Seite 346 erörtert. Der Reiz kann mit Beendigung der Muskulararbeit aufhören und sie auch bis zu 10 Minuten überdauern.

Am häufigsten ist es, dass der Reiz mit Beendigung der Muskelarbeit verschwindet, und in diesen Fällen muss es dann bei vorhandener Hypertrophie des linken Ventrikels zu einem nachträglichen Ansteigen der Kurve kommen, da dieser Ventrikel noch einige Zeit nach Beendigung der Muskulararbeit, wenn auch schwächer als während der Arbeit selbst, verstärkt weiter arbeitet. Obwohl die das Blut in die Peripherie werfende Kraft dann schwächer ist, als während der Arbeit selbst, fehlt dann doch die ihr entgegenwirkende Kraft der sich verengenden Muskelgefäße, die vorher von der Herzkraft überwunden werden musste, und es kommt daher zu einem nachträglichen Ansteigen der Kurve, die dann wieder zur Anfangshöhe absinkt, wenn die Tätigkeit des linken Ventrikels wieder die normale des Ruhezustandes wird.

Bei den meisten nachträglich ansteigenden Kurven, wie zum Beispiel bei den Kurven 3 und besonders 4 drücken sich diese Verhältnisse dadurch deutlich aus, dass auch nach Beendigung der Muskulararbeit die Kurve zunächst leicht, und oft auch ziemlich stark absinkt, bevor sie ihr nachträgliches Ansteigen beginnt.

Ein besonders deutliches Beispiel dafür zeigt auch die Kurve von Fig. 5, die im Charakter vollkommen der Kurve von Fig. 4 gleicht und von einem Fall von Aneurysma aortae mit Hypertrophie des linken Ventrikels stammt.

Figur 5.



Aneurysma aortae mit Hypertrophie des linken Ventrikels.

Diese 2. Kurvensenkung erklärt sich ungezwungen dadurch, dass in diesen Fällen die Verminderung der Stärke der Aktionskraft des linken Ventrikels bei Beendigung der Muskelkraft etwas eher eintritt, als das Aufhören des vom Gefässzentrum zu den Muskelgefässen verlaufenden Reizes zur Verengung, so dass zunächst die Verminderung der Leistung des linken Ventrikels an den Kurven deutlich wird und dann das Nachlassen der Gefässverengung.

Ist die relative Insuffizienz des Herzens, das heisst in diesem Falle die durch die Herzfunktion erreichte Arterialisierung des Blutes, eine schlechtere als in den eben erörterten Fällen, so dauert der vom Gehirn zu den Gefässen verlaufende Reiz zur Verengung entsprechend länger als die Muskelarbeit selbst dauert. Es erscheinen dann bei hypertrophiertem linken Ventrikel Kurvenformen, wie sie in Fig. 2b, Seite 345 (Aneurysma aortae) und in der nebenstehenden Fig. 6 (Aortitis luetica) abgebildet sind, bei denen Hypertrophie des linken Ventrikels vorlag.

Bei dieser charakteristischen Kurvenform, die ich bei vielen Patienten gefunden habe, steigt die Kurve nach kurzer vorausgehender Senkung (die in Fig. 6 nur schwächer, in Fig. 2b stärker angedeutet ist) während der Dauer der Muskelarbeit an, beginnt dann sofort nach dem Ende der Arbeit zu sinken, sinkt bis weit unter die Anfangshöhe und steigt dann allmählich wieder zur Anfangshöhe an. Der vom Gefässzentrum zu den Muskelgefässen verlaufende Reiz zur Verengung dauert in diesen Fällen vom Beginn der Muskelarbeit an bis weit über die Beendigung der Arbeit hinaus und würde, wenn er allein auf die Kurve wirkte, vom Beginn der Arbeit an zu einer lang dauernden Senkung der Kurve führen. Da aber infolge der Hypertrophie des linken Ventrikels das Blut während der Muskelarbeit mit gesteigerter Kraft in die Peripherie geworfen wird, wird während dieser Zeit infolge passiver Ausdehnung der Gefässe ein Ansteigen der Kurve bewirkt. Nach dem Ende der Arbeit vermindert sich die Arbeitskraft des Ventrikels, wenn sie auch noch einige Zeit stärker bleibt, als im Ruhezustand, sie ist aber nicht mehr imstande, die Tendenz der Muskelgefässe zur Verengung zu überwinden, und daher beginnt die Kurve nach dem Ende der Arbeit zu sinken und sinkt, der Dauer des gefässverengernden Reizes entsprechend, bis tief unter die Anfangshöhe.

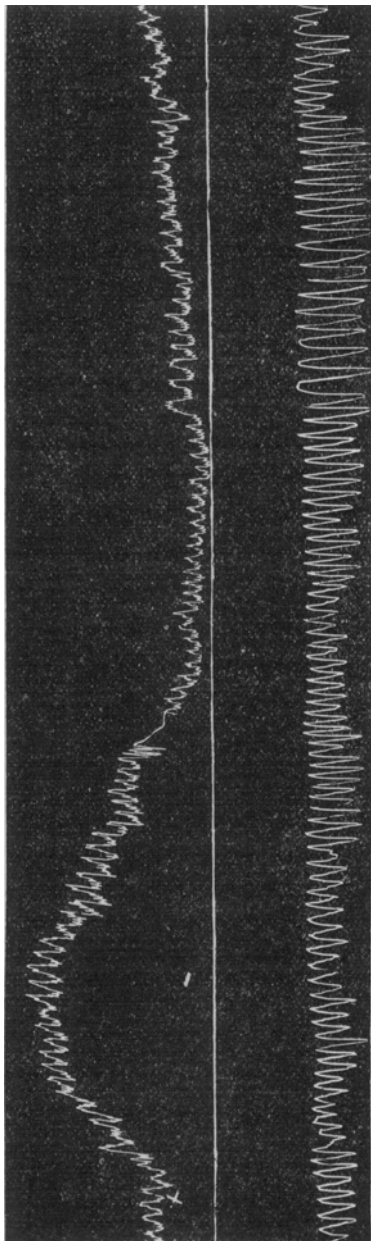
Diese häufig auftretende, charakteristische Kurvenform ist wieder ein Beweis dafür, dass die Arbeitskraft des hypertrophierten linken Ventrikels nach der Beendigung der Muskelarbeit keinesfalls stärker wird, als sie während der Dauer der Arbeit selbst war, denn bei dieser Vorstellung wäre es in solchen Fällen ganz unverständlich, warum es nicht zu einer nachträglich ansteigenden Kurve kommt, denn der gefässverengernde Reiz kann nach Beendigung der Arbeit keinesfalls stärker werden, als während der Arbeit, und eine verstärkte Ventrikeltätigkeit müsste dann ein Steigen der Kurve herbeiführen.

Viel seltener als die eben erörterte Kurvenform fand ich bei Hypertrophie des linken Ventrikels die in Fig. 7 abgebildete.

Es handelte sich hier um einen Fall von Aorteninsuffizienz mit Hypertrophie des linken Ventrikels.

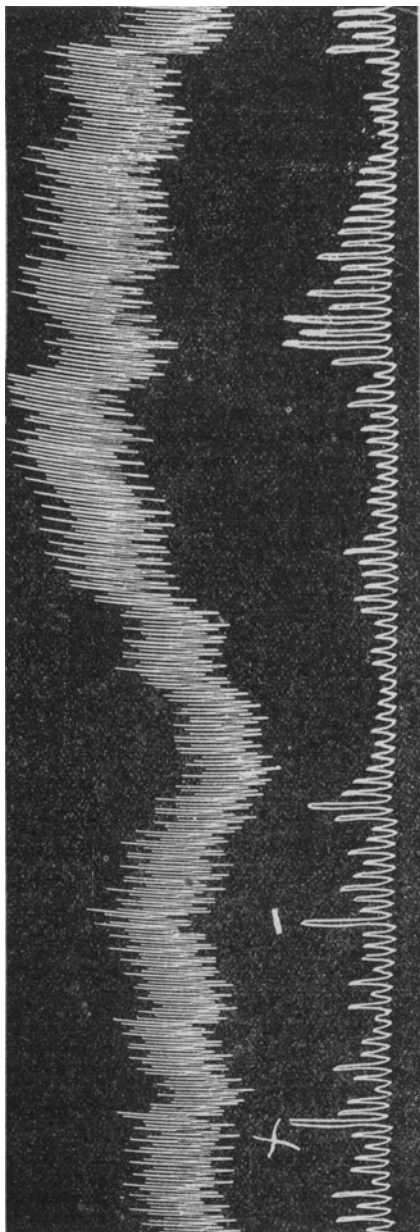
Die Kurve ist deshalb für meine oben. erörterte Erklärung des Zustandekommens der nachträglich ansteigenden Kurve wichtig, weil das Zusammenwirken der Herzarbeit und der Gefässinnervation hier wieder auf etwas andere Art deutlich wird und meine Ansicht bestätigt.

Figur 6.



Fall von Aortitis luetica mit Hypertrophie des linken Ventrikels.

Figur 7.



Fall von Aorteninsuffizienz mit Hypertrophie des linken Ventrikels.

In diesem Falle ist genau zu erkennen, dass die Dauer der Gefäßkontraktion die Dauer der Muskelarbeit fast um die gleiche Zeit überdauert. Znnächst bei Beginn der Arbeit macht sich durch kurze Senkung

der Kurve die Gefässkontraktion schon leicht bemerkbar, wird dann während der Arbeit durch die Herzarbeit in geringem Grade überwunden und gewinnt dann nach der Verringerung der verstärkten Herzarbeit nach Beendigung der Arbeit wieder das Uebergewicht über die in schwächerer Weise verstärkt weiter arbeitende Herzkraft, bis dann der Reiz zur Kontraktion der Gefässe erlischt, und die gegenüber den Verhältnissen im Ruhezustand immer noch verstärkte Herzaktion, die jetzt durch keine Gefässverengung mehr in ihrer Wirkung auf die Peripherie gehindert wird, sich in stärkerer Steigung der Kurve ausdrückt, die mit dem Nachlassen dieser verstärkten Herztätigkeit wieder zur Anfangshöhe zurückkehrt.

Alle diese und ähnliche Variationen der Kurvenformen bei Fällen mit hypertrophischem linken Ventrikel lassen sich auf die von mir angegebene Weise erklären, keineswegs aber durch die Annahme, dass sie nur durch die Verstärkung der Herzfunktion verursacht seien.

Es wäre aber auch falsch, so weit zu gehen, diese Kurven und die erwähnte typische, nachträglich ansteigende Kurve ausschliesslich durch Störungen der Funktion des Gefässzentrums erklären zu wollen, so dass also das nachträgliche Ansteigen der Kurve etwa nur die Folge einer über das normale Mass hinaus fortgesetzten und nach Ende der Muskelarbeit sich noch weiter verstärkenden aktiven Gefässerweiterung der peripheren Gefässe sei.

Dagegen spricht schon, dass ich bei den verschiedenen anderen Arten von Störungen der Gefässzentren, die nicht durch Herzkrankheit, sondern durch Veränderungen der Zusammensetzung des Blutes durch Vergiftungen, Infektions- oder Stoffwechselerkrankungen, oder durch *Commotio cerebri* verursacht werden, niemals eine ähnliche Kurve beobachtet habe, sondern gerade nur bei Hypertrophie des linken Ventrikels.

Ebenso spricht dagegen die fortlaufende Messung der Veränderungen des Blutdrucks neben der gleichzeitigen Volummessung während dieses ganzen Vorgangs nach der Methode, die ich im Archiv f. Anat. u. Physiol., 1913, behandelt habe.

Es zeigt sich dabei, dass in den Fällen von nachträglich ansteigender Kurve die Blutdrucksteigerung, die während der Ausführung der Muskelarbeit eintritt, das Ende dieser Arbeit oft sehr bedeutende Zeit überdauert, entsprechend dem nachträglichen Ansteigen der Kurve. Es deutet dies im allgemeinen auf eine Verlängerung der verstärkten Herzaktion, während dann, wenn das nachträgliche Ansteigen der Kurve nur von einer aktiven Erweiterung der peripheren Gefässe herrührte, eine solche Blutdrucksteigerung nicht zu erwarten wäre. Allerdings sind Folgerungen aus dem Verhalten des Blutdrucks bei diesen Verhältnissen nur mit Vorsicht zu ziehen, da sich die Bauchgefässe immer entgegengesetzt verhalten, wie die äusseren Gefässe, und wir haben gesehen, dass vasomotorische Einflüsse die Wirkung der Herzkraft sehr oft überwinden können, denn wenn es z. B. bei schlechter Herzbeschaffenheit zur Kurvensenkung während der Muskelarbeit kommt, so ist das, wie wir gesehen haben, die Folge der starken peripheren Gefäss-

kontraktion, die die während der Arbeit auch in diesen Fällen gesteigerte Herzfunktion bei ihrer Wirkung auf die Peripherie überwindet.

Man kann daher überhaupt aus Blutdruckmessung allein ohne gleichzeitige Aufnahme des nach meiner Methode registrierten Darmvolumens bei Herzkranken durchaus nicht immer bestimmte Schlüsse auf die Herzfunktion ziehen.

Unter gewissen Umständen kann es auch bei Fällen mit Hypertrophie des linken Ventrikels zu einer „trägen Kurve“ kommen, was sich nach dem Obigen leicht erklärt. Zunächst kann das der Fall sein, wenn die völlig frische Versuchsperson die Muskulararbeit nicht mit der nötigen Energie, sondern nur schwach ausführt, wie wir es oben in Fig. 2a sahen. Hier ist die Herzfunktion noch so gut, dass im Ruhezustand und bei erstmaliger, schwacher Ausführung der Muskulararbeit die Arterialisierung des Blutes noch genügend ist, und deshalb noch keine Reize zur Verengung der Muskelgefässe vom Gefässzentrum ausgehen. Es macht sich daher nach dem Ende der Arbeit nur die Herzarbeit geltend, die noch einige Zeit nach dem Ende der Arbeit verstärkt bleibt, erst ganz allmählich abklingt und daher einen trägen Abfall der Kurve bewirkt.

Sowie dann bei diesem Falle an jedem Untersuchungstag die Arbeit einige Male wiederholt und kräftiger ausgeführt wurde, genügte das Herz zur hinreichenden Arterialisierung des Blutes nicht mehr, und vom Gehirn wurden die Reize zur Gefässverengung ausgelöst, die regelmässig zu der Kurvenform von Fig. 2b (Seite 345) führten.

Die Verwechselung solcher träger Kurven mit den früher beschriebenen trägen Kurven bei venöser Stauung, bei der der Abfluss des Blutes von der Peripherie zum Herzen wegen der Ueberfüllung des grossen venösen Kreislauftheiles mit Blut gehindert ist, scheint zunächst sehr nahe zu liegen, ist aber zu vermeiden. Bei venöser Stauung ohne Hypertrophie des linken Ventrikels kommt es immer nur zu einer träg abfallenden, oder bei eintretender Insuffizienz zu reiner negativer Kurve. Bei Hypertrophie des linken Ventrikels kann es auch zu einer trägen Kurve kommen, dies ist aber immer nur ein vorübergehender Zustand, der mehr oder weniger leicht in eine der beschriebenen Kurven übergeht, die für Hypertrophie des linken Ventrikels charakteristisch sind und bei reiner venöser Stauung nicht vorkommen. Man muss also bei einer trägen Kurve, die man im frischen Zustand des Patienten findet, immer auch die Untersuchung nach einer experimentell etwa durch kräftiges Armstossen herbeigeführten leichten Ermüdung des Patienten wiederholen, eventuell auch nach der experimentellen Ermüdung eine Ruhepause von 15 Minuten vor der folgenden Untersuchung einschieben und die Untersuchung sowohl im Sitzen, als im Liegen ausführen. Man wird dann immer, besonders wenn man an verschiedenen Tagen untersucht, bei Hypertrophie des linken Ventrikels die dafür charakteristischen Kurven eintreten sehen, fast immer ergibt sich das schon bei der ersten Untersuchung. (Ausserdem wird man bei der infolge venöser Stauung trägen Kurve keine das Ende der Arbeit beträchtlich überdauernde Blutdrucksteigerung finden.)

Natürlich besteht in sehr vielen Fällen neben der Hypertrophie des linken Ventrikels auch eine venöse Stauung im grossen Kreislauf, so dass eine solche Unterscheidung ganz hinfällig ist. Mit Sicherheit kann man wohl das gleichzeitige Bestehen einer venösen Stauung neben einer Hypertrophie des linken Ventrikels dann ausschliessen, wenn die nachträglich ansteigende Kurve im Verhältnis zur Höhe des Anstiegs schnell wieder zur Anfangshöhe absinkt, also der Rückfluss des Blutes von der Peripherie zum Herzen prompt von statten geht, wie das z. B. in Fig. 3 auf Seite 352 der Fall ist. In den Fällen, in denen der Abfall der Kurve sehr träge stattfindet, wie z. B. in Fig. 4 auf Seite 352, ist zwar festzustellen, ob eine Hypertrophie neben der venösen Stauung vorliegt, nicht aber ist die Entscheidung möglich, ob der träge Abfall eine Folge des sehr allmählichen Abklingens der gesteigerten Herzaffektion ist oder einer daneben bestehenden venösen Stauung, wenn man nicht die fortlaufende Blutdruckmessung und andere Untersuchungsarten zu Hilfe nehmen will. Meist wird wohl beides die Ursache sein.

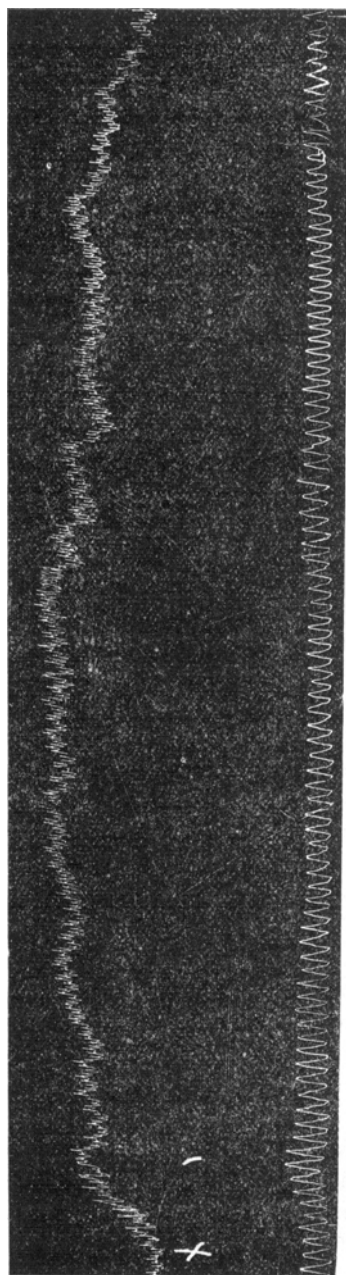
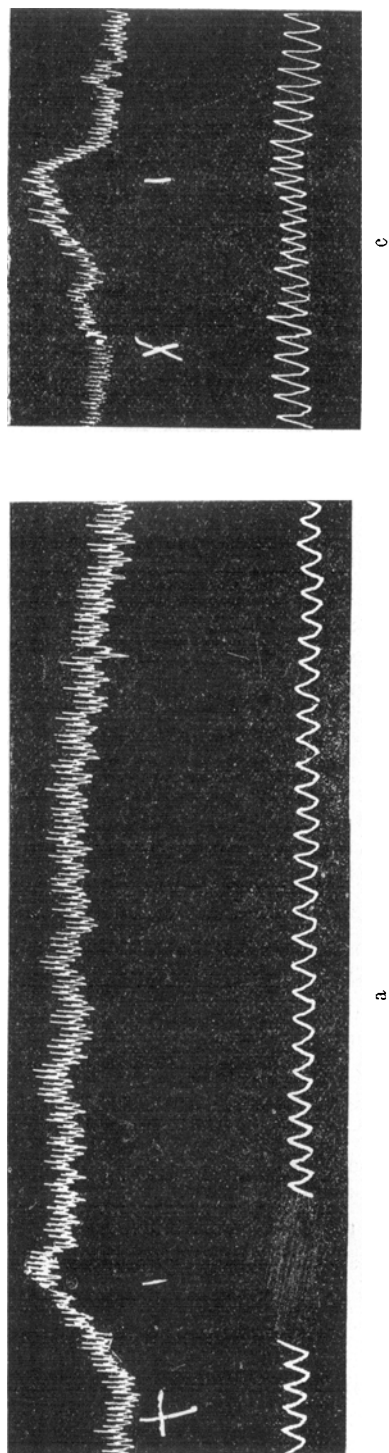
Leichter verständlich werden alle diese Anschauungen durch ein weiteres Beispiel werden.

In Fig. 8 gebe ich ein Beispiel für die wechselnden charakteristischen Kurvenformen bei der Behandlung und Besserung eines Patienten mit im Kriege erworbener Hypertrophie des linken Ventrikels, bei der es auch zeitweilig zu träg abfallender Kurve kam. Die anfangs bei dem Patienten auftretende Kurve ist schon oben in Fig. 4 (Seite 352) abgebildet. Der Fall gehört offenbar in der Beziehung zu den leichteren, als es auch bei Ermüdung nicht zu dem Sinken der Kurve unter die Anfangshöhe kam, wie in den entsprechenden Fällen von Figg. 1b, 2b, 6, 7. Nach mehrmaliger Anwendung einer therapeutischen Massnahme, auf die ich später zurückkomme, erschien bei Muskularbeit anstatt der deutlich nachträglich ansteigenden Kurve von Fig. 4 regelmässig die Kurve von Fig. 8a, eine träg abfallende Kurve, bei der das nachträgliche Ansteigen verschwunden ist.

Das Fortfallen des nachträglichen Anstiegs der Kurve kann einerseits daher kommen, dass nach der Besserung der Arterialisierung des Blutes infolge der therapeutischen Massnahmen der vorher während der Dauer der Muskularbeit auf die Muskelgefässe wirkende Reiz zur Verengung jetzt nicht mehr wirkt. Es fällt dann auch die Ursache zur nachträglichen Steigerung fort, die in Fig. 4 darin lag, dass der Reiz zur Gefässverengung beim Ende der Arbeit aufhörte und die noch einige Zeit verstärkt fortwirkende Herztätigkeit die sich nicht mehr verengenden Gefässe stärker anfüllen konnte. Andererseits ist infolge dieser Wirkung der Behandlung auch die vorher nötige übermässige Verstärkung der Herztätigkeit, die nach Ende der Arbeit einige Zeit noch in verstärkter Weise nachwirkte und die in enger Beziehung zu der eintretenden Gefässverengung steht, so stark vermindert worden, dass es nicht mehr zum nachträglichen Ansteigen der Kurve kommt.

Sicherlich liegen in solchen Fällen beide Ursachen vor, denn es ist meine Ueberzeugung, wie ich später noch erörtern werde, dass die in

Figur 8. (Das Anfangsstadium desselben Falles ist bereits oben in Figur 4 auf Seite 352 abgebildet.)



b (in $\frac{2}{3}$ der Originalgröße reproduziert)

Im Kriege erworbene Vergrößerung des Herzens nach links und geringere nach rechts.

a) Nach mehrmaliger Behandlung mit Saug-Druck-Bauchmassage nach F. Kirchberg. — b) Unmittelbar nach a aufgenommen mit dazwischen liegender experimenteller Ermüdung des Patienten durch 1 Minute Armstossen. — c) Nach längerer Behandlung.

diesen Fällen über das normale Mass hinaus gesteigerte Herzaktion, ja selbst die Entwicklung der ihr zugrunde liegenden und auch aus ihr hervorgehenden Hypertrophie des linken Ventrikels, ausser mit anderen Umständen, innig mit der pathologisch während der Muskelarbeit eintretenden Verengung der Muskelgefässe zusammenhängt, die von ihr überwunden werden muss. Wenn nun infolge von therapeutischen Massnahmen diese pathologische Gefässverengung fortfällt, ist auch diese Verstärkung der Herzaktion nicht mehr nötig, und damit verschwindet auch die das Ende der Arbeit überdauernde Verstärkung der Herztätigkeit mehr oder weniger.

In dem Falle von Fig. 8 bestand nun zweifellos neben der Hypertrophie des linken Ventrikels eine geringe venöse Stauung im grossen Kreislauf, auf deren Rechnung mindestens ein grosser Teil des trägen Abfalls der Kurve kommt. Dass übrigens nach der kurzen Behandlungsdauer von nur einigen Tagen die Besserung, die in Kurve 8a im Gegensatz zur ersten Kurve von Fig. 4 sich ausdrückt, durch zu grosse Anstrengung leicht wieder ins Gegenteil verkehrt werden kann, zeigt die Kurve 8b (Seite 361 unten), die wenige Minuten nach der Aufnahme von Kurve 8a sich zeigte, nachdem der Patient absichtlich durch kräftiges Armstossen von 1 Minute Dauer ziemlich stark ermüdet worden war. (Die Kurve ist auf $\frac{2}{3}$ der Originalgrösse verkleinert.) Offenbar ist hier das gegenüber der Kurve 4 bedeutend verlängerte nachträgliche Ansteigen der Kurve und ihr verlangsamtes Absinken der Beweis dafür, dass die damals schon vorhandenen übeln Verhältnisse in diesem Augenblick wieder in verstärktem Masse wirksam sind. Infolge der Ueberanstrengung ist vorübergehend der Kohlensäuregehalt des Blutes so gewachsen, dass das Gefässzentrum gereizt wird, von dort während der Muskelarbeit starke Reize zu den Muskelgefässen zur Gefässverengung verlaufen, zu deren Ueberwindung eine beträchtliche Verstärkung der Herzaktion einsetzt, die das Ende der Arbeit lange überdauert, wozu wohl auch noch eine Vermehrung der venösen Stauung kam.

Zur Vollständigkeit ist endlich noch Fig. 8c beigelegt, die zeigt, wie bei demselben Patienten nach länger fortgesetzter Behandlung die Kurve bei Muskelarbeit vollständig normal geworden war.

In diesem Fall war also das Auftreten der trägen Kurve von Fig. 8b gar nicht mit einer trägen Kurve infolge reiner venöser Stauung zu verwechseln, da sich sofort nach experimenteller leichter Ermüdung eine der für Hypertrophie charakteristische Kurvenform zeigte. In dem entsprechenden Falle von Fig. 2 (Seite 345) trat dann eine andere Form ein, entsprechend dem ernsteren Charakter dieses Falles. In ähnlicher Weise wird man immer bei Aufnahme einer Reihe von verschiedenen Kurven zur Klarheit kommen.

Aus allen diesen Betrachtungen ist ersichtlich, dass keineswegs zur Erklärung der Wirkung des hypertrophierten linken Ventrikels an meinen Kurven die oben erwähnte Vorstellung ausreicht, dass der hypertrophierte linke Ventrikel die Eigenschaft hat, nach der Beendigung von Muskelarbeit seine Energie noch mehr zu verstärken, als während der

Arbeit selbst und dadurch ein nachträgliches Ansteigen der Kurve herbeizuführen. Die Verhältnisse sind ausserordentlich viel komplizierter, sind aber nach der von mir gegebenen Erklärung nach allen Richtungen hin zu verstehen. Meiner Ansicht nach liegt gerade in der zunächst etwas verwirrenden Vielseitigkeit der Kurvenformen, die auf den letzten Seiten erörtert wurde, ein besonderer Wert der Untersuchungsmethode, und sicherlich wird man im Laufe der Zeit aus ihnen noch manche Folgerungen auf die ihnen zugrunde liegenden pathologischen Verhältnisse ziehen können, an die ich jetzt nicht denke.

Jedenfalls war es mir nur auf Grund der Ergebnisse der 10jährigen physiologischen Experimente mit der neuen Untersuchungsmethode, die ich zum Teil im ersten Abschnitt kurz berührt habe, möglich, zu der hier gegebenen Erklärung des pathologischen Befundes zu kommen, die also auf einer breiteren physiologischen Grundlage beruht.

Erwähnt sei noch, dass durch die Volumkurve bei Muskelarbeit es auch entschieden werden kann, ob eine Vergrösserung des linken Ventrikels in einer Dilatation (z. B. nach Ueberanstrengung) oder in einer ausgebildeten Hypertrophie des Muskels besteht. Im letzteren Falle wird eine der eben beschriebenen charakteristischen Kurvenformen sich zeigen, im ersteren Falle bei stärkeren Graden immer eine rein negative Kurve.

Ich füge noch einige Worte hinzu über meine oben schon ange-deutete Ansicht von dem häufigen Zusammenhang der geschilderten umgekehrten Gefässreaktion bei Muskelarbeit und der Entwicklung der Hypertrophie des linken Ventrikels.

Ausser den anderen bekannten Faktoren, die die Hypertrophie des linken Ventrikels verursachen, ist ja bereits angenommen worden, dass unter gewissen Verhältnissen durch die zu stark angewachsene Kohlensäuremenge im Blut ein dauernder Reiz auf das Gefässzentrum ausgeübt wird und infolgedessen dauernd bei diesen Kranken eine geringe Verengerung der Blutgefässe besteht, die dem Blutkreislauf einen grösseren Widerstand bietet und mit zur Entwicklung einer Hypertrophie des linken Ventrikels beiträgt, durch die das Herz zu der nötigen grösseren Arbeitsleistung befähigt wird.

Nach meiner Meinung ist nun in demselben Sinne von viel stärkerer Wirkung das oben beschriebene Verhalten der peripheren Gefässe bei denselben Kranken während der Ausführung irgend einer Muskelarbeit. Bei dieser verengen sich die peripheren Gefässe, wie oben gezeigt wurde, in sehr energischer Weise, so dass, trotz der gesteigerten Herztätigkeit, während der Muskelarbeit anstatt einer stärkeren Blutzufuhr zu den Muskeln eine geringere, als selbst im Ruhezustand, stattfindet.

Muss nun trotz dieses für die Arbeitsleistung der Muskeln höchst ungünstigen Zustandes längere Muskelarbeit geleistet werden, so sucht das Herz diesen Zustand durch Hypertrophie des linken Ventrikels, ebenso wie bei Arteriosklerose, zu verbessern, so dass schliesslich durch das mit grösserer Kraft aus dem linken Ventrikel in die Peripherie hinausgeschleuderte Blut die sich verengenden Gefässe während der Muskelarbeit passiv ausgedehnt werden, und die Muskeln die stärkere

Blutzufuhr erhalten, die für sie während der Arbeit in viel stärkerem Grade wichtig ist, als im Ruhezustand.

Meine Erfahrungen an der Aenderung der Kurven derselben Patienten in besserem oder schlechterem Zustande, sei es mit oder ohne Behandlung, deuten darauf hin, dass die Stärke der bei der Muskelarbeit von solchen Herzen geleisteten Mehrarbeit in einem Abhängigkeitsverhältnis sich befindet von der Stärke des Kohlensäuregehalts des Bluts und der dadurch hervorgerufenen stärkeren oder schwächeren Gefässverengung während der Muskelarbeit. Bei Besserung dieser Verhältnisse wird auch die aufgewendete Herzarbeit (und ihre Nachwirkung) geringer, da sie nicht mehr in dem Grade wie vorher nötig ist. Dies spricht wiederum für den ursächlichen Zusammenhang beider Erscheinungen.

III. Die objektive Kontrolle der Wirkung therapeutischer Massnahmen durch die neue Untersuchungsmethode.

Sicherlich nicht der unwichtigste Nutzen, den die Anwendung der neuen Untersuchungsmethode gewährt, ist die Möglichkeit, dadurch eine neue objektive Kontrolle der Wirkung der verschiedenen therapeutischen Massnahmen bei Herzkranken zu gewinnen.

Zugleich ist die Tatsache, dass bei den Kranken die Kurven, die vorher in einer der oben erörterten pathologischen Formen auftraten, nach Anwendung solcher Mittel, deren günstige Wirkung auf das Herz bekannt ist, nach der normalen Richtung hin verändert, ja auf gewisse Zeit völlig normal gemacht werden können, geeignet, die letzten Zweifel darüber zu zerstreuen, ob die von mir als pathologisch bezeichneten Kurvenformen wirklich mit der Herzkrankheit zusammenhängen. Wenn solche Zweifel noch bestanden, obwohl die betreffenden pathologischen Kurven zum grossen Teil überhaupt nur bei Herzkranken sich finden, zum anderen Teil nur noch bei bestimmten anderen Veränderungen der Blutzusammensetzung vorkommen, die nicht mit Herzkrankheiten verwechselt werden können, und obwohl das pathologische Moment in den einzelnen Kurven bei Verschlechterung des Zustandes, z. B. nach Ueberanstrengung des Herzens, regelmässig stärker als vorher hervortritt, so dürften diese Zweifel kaum im Hinblick auf das in diesem Abschnitt gesammelte Material aufrecht erhalten werden können.

Ausser der Wirkung von Sauerstoffatmung und von Kältereizen untersuchte ich die der Medikamente (per injectionem und per os), die der Phlebostase, nur einige Male die der Herzdiathermie, ferner die der manuellen Herz- und Bauchmassage, die der Kirchberg'schen Saug-Druck-Bauchmassage und die der Kohlensäurebäder.

In gewissem Sinne kann die Wirkung der Sauerstoffatmung auch zu den therapeutischen Massnahmen gerechnet werden, denn negative Kurven bei Herzkranken können bei Ausführung derselben Muskelarbeit während der Einatmung von Sauerstoff wieder positiv werden, wenn es sich dabei auch nur um eine ganz vorübergehende Wirkung handelt. Diese Wirkung wurde oben schon im Hinblick darauf erwähnt, dass sie die Richtigkeit der Annahme erweist, dass die negative Kurve bei

Muskulararbeit schwer Herzkranker durch eine Reizung des Gefässzentrums im Gehirn durch das nicht mehr hinreichend arterialisierte Blut verursacht wird.

Von der Anwendung von Kältereizen, die eine ganz besonders starke bahnende Wirkung auf die Gefässzentren und ihre Verbindungen haben, kommt bei Herzkranken, wie oben auf Seite 335 ausgeführt, nicht die kräftigere Wechseldusche, sondern wohl nur die stundenlange Benutzung einer Eisblase in Betracht, die alle 2 Minuten an einer anderen Stelle des Körpers angelegt wird, damit immer frische Kältereize zum Gehirn gelangen. Oben wurde die die Funktionshemmung beseitigende Wirkung dieser Massnahme bei solchen Herzkranken beschrieben, bei denen als Nachwirkung eines früheren Herzleidens noch eine Störung des vasomotorischen Innervationsmechanismus vorhanden ist, die sich in negativer Kurve bei Muskulararbeit und den davon abhängigen Nachteilen ausdrückt, und völlig durch eine mehrstündige Anwendung der Kältereize beseitigt werden kann.

Ein Beispiel dafür zeigen die Kurven von Fig. 9 (Seite 366), die schon vor 2 Jahren von mir aufgenommen wurden.

Es handelte sich um ein schon bedeutend gebessertes Myokardleiden, bei dem die negative Kurve zunächst nicht mit dem gebesserten Zustand im Einklang zu stehen schien. Nach der ersten Applikation der Eisblase (2 Stunden hindurch) zeigte sich die abgebildete, vollkommen normale Kurve gleichzeitig mit bedeutender Besserung im subjektiven Befinden des Kranken. Nach 2 maliger Anwendung dieser Prozedur blieb die normale Kurve bei dem Kranken dauernd bestehen, war noch nach 3 Wochen vorhanden.

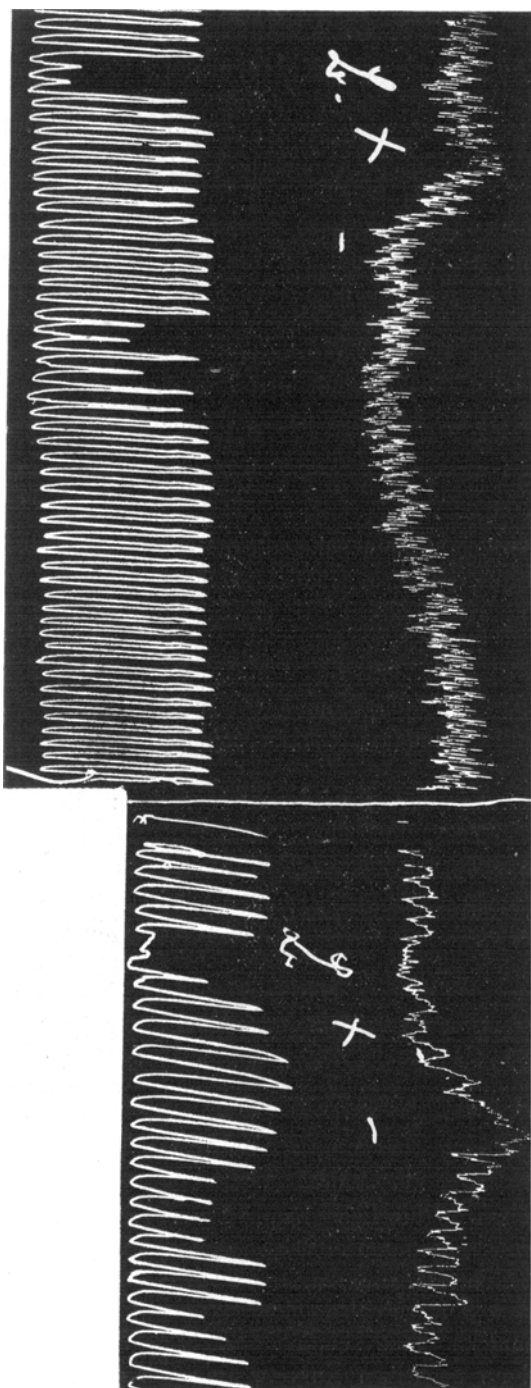
Abgesehen von der Beseitigung derartiger Funktionshemmungen scheint aber diese Massnahme einen gewissen, wenn auch nur zeitweiligen Wert bei bestehender schwerer Erkrankung zu haben. Ich habe in mehreren Fällen, bei denen negative Kurve bei Herzvergrösserung bestand, nach der Anwendung der Prozedur die Kurve einige Stunden lang und nach mehrtägiger Anwendung Tage lang schwach positiv, wenn auch nicht völlig normal, werden sehen. Die Wirkung ist sicherlich so zu verstehen, dass die Gefässzentren im Gehirn durch die Kältereize günstig beeinflusst werden, so dass sie einige Zeit lang der in gleicher Weise wie vorher auf sie einwirkenden Schädlichkeit des ungenügend arterialisierten Blutes widerstandsfähiger gegenüberstehen als vorher. Nur wenn diese ursächliche Schädigung schon verschwunden oder gemindert ist, wie in dem Falle von Fig. 9, kann aber eine Dauerwirkung infolge dieser Behandlung eintreten, wie oben ausführlich erörtert.

Die bekannteste und am meisten sicherstehende Behandlungsmethode bei Herzkrankheiten ist die durch Medikamente, deren Wirkung auf die pathologischen Kurven also gewissermassen der Prüfstein für die neue Untersuchungsmethode sein musste. Die Wirkung war in der Tat deutlich sowohl an negativen Kurven, als auch an den pathologisch geformten positiven Kurven zu erkennen. Ich gebe von jeder Art ein Beispiel, und zwar eins mit Injektion des Medikamentes in die Vene und eines mit mehrtägiger Einführung des Mittels per os.

Vor

Figur 9.

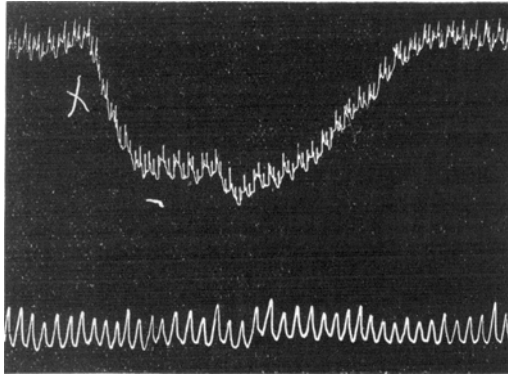
Nach



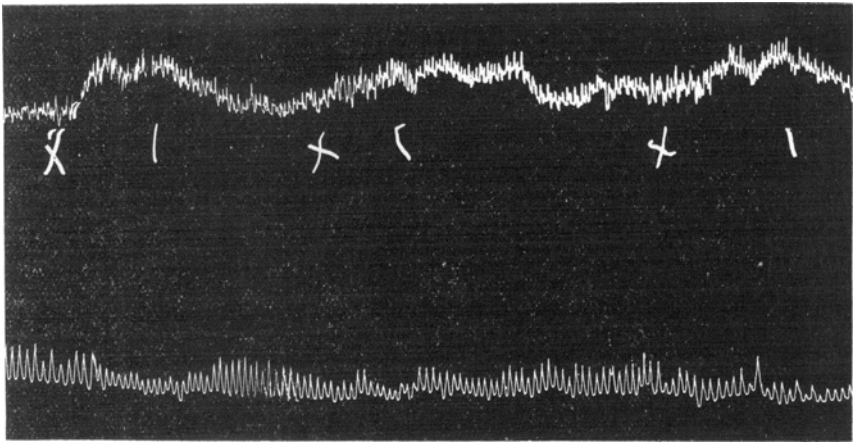
Arbeitskurve bei gebesselter Myokarderkrankung vor und nach der mehrstündigen Applikation der Eisblase.

In Fig. 10 handelte es sich um einen Fall von während des Krieges entstandener beträchtlicher Vergrößerung des Herzens nach links und rechts mit deutlichen Insuffizienzerscheinungen. Der Kranke zeigte dauernd (an 8 verschiedenen Tagen vorher) bei Muskularbeit eine stark negative Kurve, wie sie auch Fig. 10a zeigt, die unmittelbar vor der Injektion des Mittels aufgenommen wurde. (Bei jeder Untersuchung werden natürlich mehrere Kurven nach einander aufgenommen.)

Figur 10.



a



b

Fall von Vergrößerung des Herzens nach links und rechts mit dauernd negativer Kurve und deutlichen Insuffizienzerscheinungen. Blutdruck normal.

a) Vor der Injektion. — b) Einige Minuten nach der Injektion von 0,0005 Strophanthin in die Vene.

Wenige Minuten nach der Injektion von 0,0005 Strophanthin in die Vene trat bei jeder Ausführung von Muskularbeit eine als normal anzusehende positive Kurve ein, wie es Fig. 10b zeigt, auf der die Wirkung von 3 mal aufeinander folgender Muskularbeit abgebildet ist. Der Erfolg war also ein ausserordentlich deutlicher, besonders in Anbetracht der Stärke der vor der Injektion eintretenden Kurvensenkung, die von dem Kohlensäureüberschuss im Blute abhängt.

Schon eine halbe Stunde später zeigte sich bei diesem Kranken keine so deutlich positive Kurve mehr, wie in Fig. 10b, wenn auch noch keine negative Kurve dabei wieder auftrat. Am nächsten Tage aber trat bei der Muskulararbeit dieselbe negative Kurve wieder ein, wie vor der Injektion.

Dass so unmittelbar eine stark negative Kurve in eine positive verwandelt werden kann, zeigt, dass selbst in solchen schweren Fällen die Gefässzentren nicht in ihrer Funktionsfähigkeit dauernd geschädigt sind, sondern dass sie sofort normal funktionieren, wenn die Blutbeschaffenheit eine bessere wird, wie es infolge der Anregung der Herztätigkeit durch das Strophanthin geschieht. Ich erwähne noch, dass in dem Fall von Fig. 10 die Anwendung von Kältereizen durch Eisbeutel durchaus keine Wirkung gehabt hatte, was auf die Schwere des bestehenden Herzleidens hindeutet.

Der weitere Fall von Fig. 11 zeigt, dass durch Medikamente auch pathologische Formen der bei Muskulararbeit ansteigenden (positiven) Kurven günstig beeinflusst werden können.

Fig. 11 zeigt ein späteres Stadium der Krankheit desselben Falles, dessen früheres Stadium später in Fig. 14 (Seite 376) illustriert ist. Der Patient (25 Jahre alt) hatte schon 13 Jahre vor dem Kriege ein leichtes organisches Herzleiden gehabt. Während des Krieges entwickelte sich bei ihm eine starke Vergrößerung des Herzens nach links und eine schwächere nach rechts. Deutliche Insuffizienzerscheinungen waren vorhanden. Der Blutdruck (Riva-Rocci) betrug meist 140 cm Hg.

In dem hier in Betracht kommenden Stadium der Krankheit war das anfänglich nachträgliche Ansteigen der Arbeitskurve (s. Fig. 14a) durch eine später zu besprechende Behandlung und Ruhe bereits zum Verschwinden gebracht, und es trat bei einer Reihe von auf einander folgenden Untersuchungstagen regelmässig die Kurve von Fig. 11a bei Muskulararbeit ein, die als typisch „träge Kurve“ (s. Abschnitt 2) zu bezeichnen ist und hier besonders auf noch bestehende Stauung im venösen Teil des grossen Kreislaufs hindeutete.

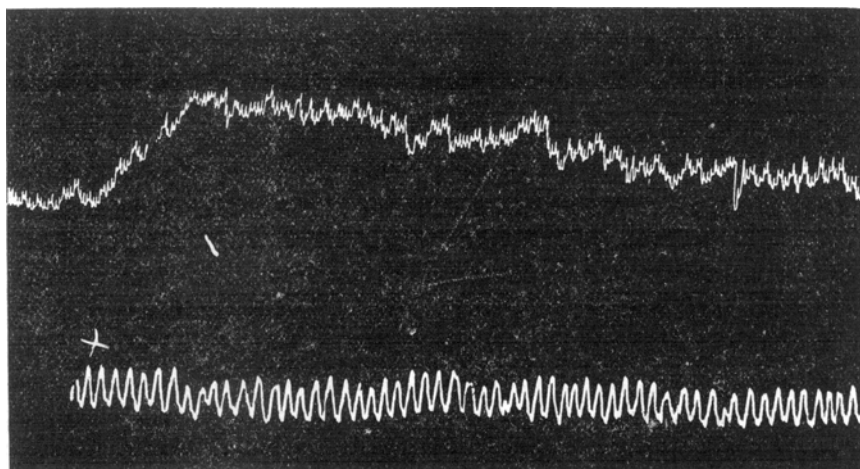
Nach 5tägigem Einnehmen von je 60 Tropfen von Tinct. Digitalis zeigte sich an diesem und den folgenden Tagen regelmässig bei Muskulararbeit die Kurve von Fig. 11b, die als normal zu bezeichnen ist. Entsprechend gebessert war hier, wie auch im Fall von Fig. 10, das subjektive Befinden. Die Wirkungsdauer dieser 5tägigen Kur war eine längere, als die der Strophanthininjektion im Fall 10, aber am 10. Tag nach der Kur zeigte sich schon wieder eine deutlich träge Kurve, deren Trägheit zunahm, und dies bewies, dass die Besserung der Kurve wirklich durch die Digitalis innerhalb von 5 Tagen bewirkt war und nicht etwa eine spontane Besserung war.

Die gleiche günstige Wirkung der Arzneimittel habe ich in anderen Fällen beobachtet, in einzelnen Fällen nach Einnehmen des Mittels aber auch eine geringere Wirkung, als nach anderen therapeutischen Massnahmen am selben Patienten, oder selbst keine deutliche Wirkung.

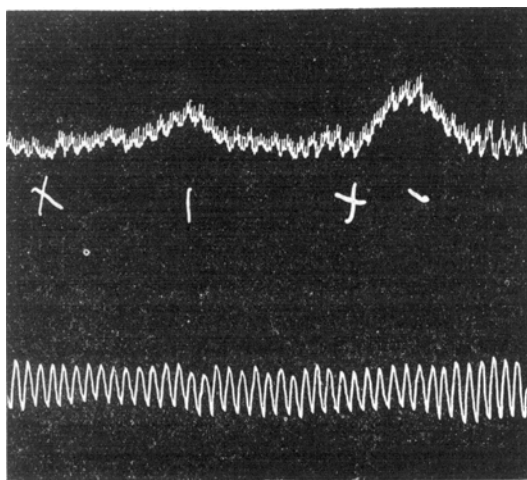
In 10 Fällen von Herzvergrößerung mit oder ohne Klappenfehler, von Myokarditis oder Adipositas cordis habe ich ferner die Liliensteinsche „Phlebostase“ angewendet (Med. Klinik. 1912. No. 8).

Der sehr bestechende Gedanke dieser Methode ist der, die vom Herzen zu bewegendende Blutmenge im Körper für einige Minuten dadurch zu verkleinern, dass man beide Arme am Oberarm so fest umschnürt, dass der venöse Rückfluss unterbunden ist, und das geschwächte Herz dann imstande ist, die so verminderte Blutmenge in bessere Zirkulation zu bringen, Stauungen zu beseitigen usw.

Figur 11.



a



b

Fall von starker Herzvergrößerung nach links und schwächerer nach rechts. Blutdruck 140. (Fig. 11 stammt aus einem späteren Stadium der Krankheit, dessen früheres in Fig. 14 (Seite 376) illustriert ist.

a) Vor der Behandlung mit Digitalis. — b) Nach fünftägigem Einnehmen von je 60 Tropfen Tinct. Digitalis.

Ich untersuchte die Kranken sowohl bei Muskulararbeit vor und nach der Anwendung der Phlebostase, als auch bei Muskulararbeit, während der

eine gemessene Arm im Plethysmographen lag und gleichzeitig am anderen die Phlebostase ausgeführt wurde, weil ich mir sagte, dass in diesem Falle trotz des geringeren Umfangs der Phlebostase möglicherweise die Wirkung besonders deutlich sei, wenn das Herz während der Arbeit selbst eine kleinere Blutmenge zu bearbeiten habe.

Ich konnte aber in 9 von den 10 Fällen keine Wirkung auf die Kurve feststellen, weder auf träge Kurven, also bei venöser Stauung, noch bei negativen Kurven, die ja auch durch bessere Arterialisierung des Blutes beeinflusst werden. Dieser negative Erfolg trat auch bei solchen Kranken ein, die nachweislich durch andere therapeutische Massnahmen sehr gut beeinflusst wurden. Auch das subjektive Befinden war keineswegs gebessert. Nur in einem Falle eines 50jährigen Mannes mit schwerer Arteriosklerose, Herzerweiterung (Blutdruck 170) und chronischer Herzinsuffizienz war eine deutliche Besserung in subjektiver wie objektiver Hinsicht festzustellen. Die vorher keinen Anstieg zeigende Arbeitskurve zeigte dann einen deutlichen, kräftigen Anstieg.

Es scheinen also nur sehr wenige Kranke durch diese Methode so günstig beeinflusst zu werden, wie durch andere Behandlungsarten, immerhin scheint das Prinzip als solches nicht ganz unrichtig zu sein.

Die Wirkung der Herzdiathermie habe ich erst an sehr wenig Personen untersucht, die ausserdem erst $\frac{1}{2}$ Stunde später zur Untersuchung kamen und einen Weg zurückzulegen hatten. Trotzdem habe ich in einem Fall eine geringe günstige Wirkung beobachtet. Weitere Untersuchungen darüber sind nötig.

Eine besonders günstige Wirkung konnte ich von der Herz- und Bauchmassage feststellen, und zwar sowohl von der manuellen Bauchmassage, als auch in noch höherem Grade von der F. Kirchberg'schen Saug-Druck-Massage.

Herr Dr. Rimbach, der auf seinen Wunsch Ende 1915 einige Tage meinen Versuchen beiwohnte, führte zuerst manuelle Herz- und Bauchmassagen an einigen Kranken aus, die ich vorher und nachher mit meiner Methode untersuchte, und die günstige Wirkung war an den Kurven in der Mehrzahl der Fälle nachzuweisen¹⁾. Im letzten $\frac{1}{2}$ Jahr habe ich in überaus zahlreichen Fällen von Herzkrankheit die gleiche günstige Wirkung auch bei Ausführung der Massage durch einen darin besonders tüchtigen Lazarettgehilfen eintreten sehen, und dann in noch stärkerem Grade nach Anwendung der erwähnten Kirchberg'schen Saug-Druck-Massage. Im Folgenden beziehe ich mich nur auf meine Erfahrungen des letzten halben Jahres.

Die günstige Wirkung der Herz- und Bauchmassage bei Herzkrankheiten ist schon sehr lange bekannt und in den letzten Jahrzehnten wieder viel aufgenommen und beschrieben worden, besonders auch von französischer Seite (Huchard u. a.). Auch eine Verkleinerung des pathologisch erweiterten Herzens durch Massage, die durch das Röntgen-

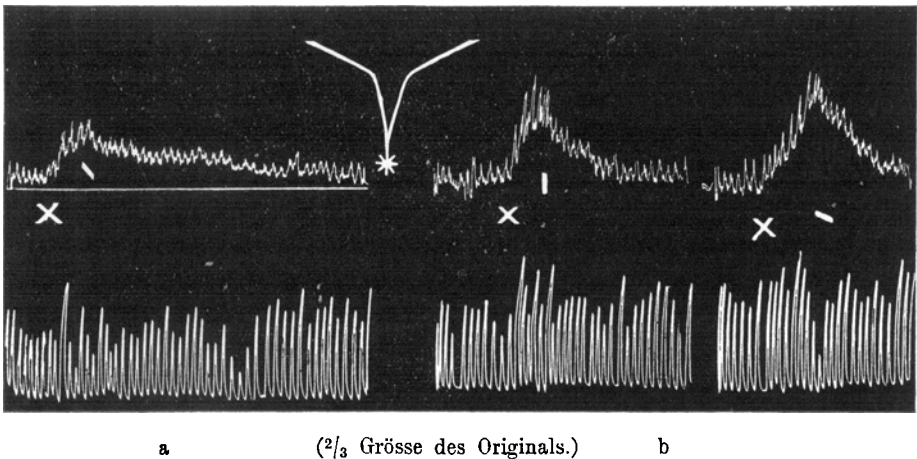
1) Herr Rimbach hat von meinem Angebot, dass er zuerst von dieser durch meine Untersuchungsmethode nachweisbaren Wirkung der Massage eine kurze Mitteilung publiziere, zu der ich ihm einige meiner Kurven zur Verfügung stellte, keinen Gebrauch gemacht.

bild nachgewiesen werden kann, ist bereits vor einem Jahrzehnt beschrieben worden.

Dass durch kräftiges Klopfen der Brustwand über dem Herzen die Herztätigkeit zeitweilig zu stärkerer Tätigkeit angeregt wird, so dass venöse Stauungen zeitweilig vermindert oder beseitigt werden, und eine bessere Arterialisierung des Blutes bewirkt werden kann, ist leicht zu verstehen. Schwerer zu erklären ist die Wirkung der tiefen (nur eine solche kommt in Betracht) Bauchmassage, bei der neben der geringen Beeinflussung des Herzens durch das Zwerchfell hindurch wohl besonders eine Beeinflussung der Blutgefäße eine Rolle spielt, auf die ich hier nicht näher eingehen will.

Von meinem reichen Material gebe ich zunächst in Fig. 12 ein Beispiel von einem Fall von Verbreiterung des Aortenbandes mit Vergrößerung des Herzens nach rechts.

Figur 12.



Fall von Verbreiterung des Aortenbandes mit Vergrößerung des Herzens nach rechts.
a) Vor Herzklopfmassage. — b) Nach Herzklopfmassage.

Es bestand hier dauernd die für diesen Zustand, solange das Blut noch genügend arterialisiert ist, typische träge Kurve von Fig. 12a, die der bestehenden venösen Stauung entspricht. Nach Ausführung einer Herz-Klopfmassage von $\frac{1}{2}$ Minute Dauer zeigte sich bei derselben Muskularbeit die in Fig. 12b wiederholt aufgenommene Kurve, die bei der ersten Arbeitsausführung als fast normal, bei der zweiten als völlig normal zu bezeichnen ist. Häufig ist nach einer therapeutischen Einwirkung die zuerst danach aufgenommene Kurve nicht soviel gebessert wie die folgenden. Auch das höhere Ansteigen der Kurven nach der Massage bei der annähernd gleich starken Arbeit zeigt die stärkere Tätigkeit des Herzmuskels an. (Die Untersuchung wurde vor und nach Massage in Bettlage des Patienten aufgenommen.)

Dieselbe günstige Wirkung, wie mit Herzmassage, kann man bei denselben Fällen durch Bauchmassage erreichen, wenn die Massage tief

genug oder, noch besser, mit dem Saug-Druck-Apparat ausgeführt wird, und da ich gefunden habe, dass die Wirkung der Bauchmassage eine nachhaltigere und von gleichmässigerer günstiger Wirkung ist, ziehe ich die Anwendung der Bauchmassage bei weitem der der Herzklopfmassage vor.

Die günstige Wirkung ist natürlich nicht in allen Fällen vorhanden, und das dürfte für die betreffenden Fälle von nicht zu unterschätzender diagnostischer Bedeutung sein, ebenso wie das Versagen anderer Heilmethoden, da es darauf hinweist, dass das Herz nicht mehr imstande ist, durch eine künstliche Anregung in seiner Funktion so weit verbessert zu werden, dass für einige Zeit eine venöse Stauung beseitigt oder eine bessere Arterialisierung des Blutes bewirkt werden kann.

Diesen letzteren Einfluss der manuellen Bauchmassage, wobei also eine negative Kurve durch die Einwirkung wieder positiv wird, wie wir das oben (Fig. 10) infolge der Injektion von Strophanthin eintreten sahen, zeigt der Fall von nebenstehender Fig. 13.

Vor der Bauchmassage trat bei Muskelarbeit die stark negative Kurve von Fig. 13a auf und $\frac{1}{2}$ Stunde nach der 10 Minuten dauernden tiefen Bauchmassage die wiederholt positive Kurve von Fig. 13b.

Diese günstigen Wirkungen dauern natürlich zunächst immer nur kurze Zeit an. Die Wirkungen der Herzklopfmassage sind an der Kurve fast immer nach 2 Stunden schon verschwunden oder fast verschwunden. Die der ersten manuellen Bauchmassagen sind nachhaltiger, aber doch nur in Ausnahmefällen bei trägen Kurven noch am nächsten Tage an den Kurven zu erkennen, niemals aber bei negativen Kurven. Indessen ist es doch schon von vornherein wahrscheinlich, dass solche Einwirkungen, die in der einzelnen Anwendung eine so ausserordentlich günstige Wirkung in subjektiver und objektiver Weise zunächst auf Stunden oder halbe Tage haben, bei längerer systematischer Anwendung eine längere, in gewissen Fällen womöglich Dauerwirkung haben können, wenn auch bei den schwereren organischen Erkrankungen natürlich nur von starker Besserung der Funktion gesprochen werden kann.

Ich habe zum Beispiel mehreren Fällen von im Kriege erworbener venöser Stauung mit leichter Vergrösserung des Herzens, die eine ähnlich träge Kurve zeigten, wie sie Fig. 11a (Seite 369) zeigte, mehrere Wochen täglich Bauchmassage geben lassen, und festgestellt, dass nach 2—3 Wochen die Kurve völlig normal blieb, auch nachdem die Bauchmassage ausgesetzt wurde. Die Kranken wurden regelmässig wieder untersucht und die Arbeitskurven waren noch mehrere Wochen nach Beendigung der Behandlung normal.

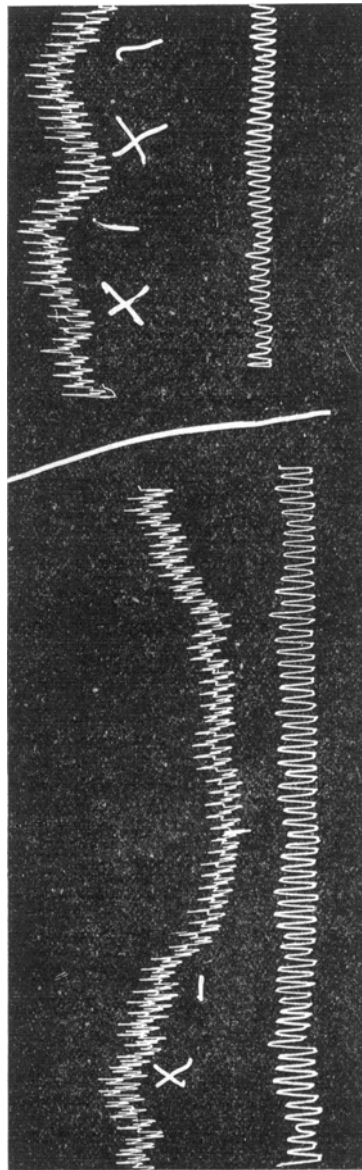
Da in diesen Fällen das Leiden vorher monatelang bestanden hatte, ohne sich zu bessern, ist zweifellos die Massage als Ursache der Besserung anzusehen.

Eine in gewisser Beziehung stärkere und sicher gleichmässiger Wirkung, als die manuelle Bauchmassage, scheint die Saug-Druck-Massage des Herrn Dr. F. Kirchberg (Therapeut. Monatshefte, Februar 1915, und frühere Publikationen) zu besitzen.

Die Methode besteht darin, dass eine das Abdomen umspannende Glasglocke durch eine mit besonderem Ventil versehene Pressluftpumpe

abwechselnd unter so kräftige Saug- und Druckwirkung gesetzt wird, dass die Bauchwand mit den darunter liegenden Organen mit beträchtlicher Kraft abwechselnd hoch in die Saugglocke hinaufgezogen und

Figur 13.



Fall von Myokardkrankung mit beträchtlicher Herzvergrößerung. Blutdruck 145. Alter über 50. Deutliche Insuffizienz.
a) Vor manueller tiefer Bauchmassage. — b) Nach manueller tiefer Bauchmassage.

wieder unter das anfängliche Niveau hinabgedrängt wird. Nachdem dies 15 Minuten lang ausgeführt ist, wird die Glocke so stark evakuiert, als es der Patient verträgt und 15 Minuten lang in diesem Zustand belassen.

Ich habe zahlreiche Patienten bei dieser Behandlung untersucht, wobei erschwerend hinzu kam, dass sie nach der Behandlung den Weg

zu meinem Laboratorium zurückzulegen hatten, und festgestellt, dass die günstige Wirkung der manuellen Bauchmassage durch diese Behandlung meist noch übertroffen wurde. Es zeigte sich dies am deutlichsten dadurch, dass in mehreren Fällen, bei denen ein günstiger Erfolg an der Kurve nach der manuellen Bauchmassage ausgeblieben war, er nach der Saug-Druck-Massage nachweisbar war. Dabei war keineswegs die Ursache des vorherigen negativen Erfolges eine etwa zu schwache Ausführung der manuellen Massage, im Gegenteil habe ich verschiedene Male dann einen besseren Erfolg der manuellen Bauchmassage gesehen, wenn sie bei einzelnen Patienten in etwas abgeschwächter Weise ausgeübt wurde. Dass andererseits eine oberflächliche, nicht eindringende Bauchmassage keine Wirkung hat, habe ich schon erwähnt. Wenn die bessere Wirkung der Saug-Druck-Massage nicht in anderen unbekannten Ursachen liegt, ist sie vielleicht in der gleichmässigeren Wirkung begründet, die in jedem Fall den grossen Vorzug hat, dass man dabei in keiner Weise mehr von der guten oder schlechten Art der Ausführung der tiefen Bauchmassage abhängig ist.

Es ist aber auch nicht ausgeschlossen, dass eine ganz besonders gut ausgeführte manuelle Bauchmassage eine gleich gute Wirkung haben kann, wie die Saug-Druck-Behandlung.

Ich habe ferner eine Reihe von Versuchen in der Weise angestellt, dass ich dieselben Patienten einige Male nur mit dauerndem Ansaugen des Bauches behandeln liess, und an andern Tagen nur mit abwechselndem Saug- und Druckverfahren, um festzustellen, welche von beiden Behandlungsteilen die wirksamere ist. Es zeigte sich, dass das dauernde Ansaugen allein keine beträchtliche Wirkung hat, wohl aber das abwechselnde Saug-Druckverfahren. Ob die Verbindung beider noch besser ist, kann ich nicht entscheiden. Es geht daraus hervor, dass die Aenderung der Blutverteilung allein, durch die das Blut zu den Bauchorganen gesaugt wird, nicht das wirksame Prinzip ist, sondern dass die rhythmische Bewegung des Saugens und Drückens hinzukommen muss. Es scheint also die indirekte Massage des Herzens eine Rolle zu spielen, es muss aber noch etwas hinzukommen, da die Wirkung nachhaltiger ist und auch in solchen Fällen eintritt, bei denen Herzmassage ungünstiger wirkt (siehe Seite 377).

Die Ueberlegenheit der Saug-Druckmethode über die manuelle Massage des Bauches zeigte sich deutlich auch in einem Falle, bei dem ich durch die letztere eine träge Kurve immer nur auf $\frac{1}{2}$ Tag normal werden sah, nach der ersteren dagegen auf 2 Tage, in abgeschwächter Weise sogar auf 3 Tage. (In diesem Falle war schon eine längere Massagebehandlung vorausgegangen.)

Bei verschiedenen Fällen von Herzvergrösserung mit Insuffizienz und negativer Arbeitskurve kam es nach den ersten Anwendungen der Saug-Druckmassage zu grosser Unruhe in der Volumkurve mit sehr starken Schwankungen der peripheren Blutfülle, die aber gegenüber dem vorherigen Sinken während der Arbeit schon einen Fortschritt darstellte. In diesen Fällen zeigte sich dann nach mehreren Tagen eine ruhige, gegen vorher sehr gebesserte Kurve.

Oben in Fig. 8 (Seite 362) waren bereits Kurven abgebildet, aus denen die Wirkung der Saug-Druckmassage bei einer trägen Kurve deutlich hervorging.

Fig. 14 (Seite 376 und 377) zeigt die Wirkung derselben Behandlung bei einer nachträglich ansteigenden Kurve.

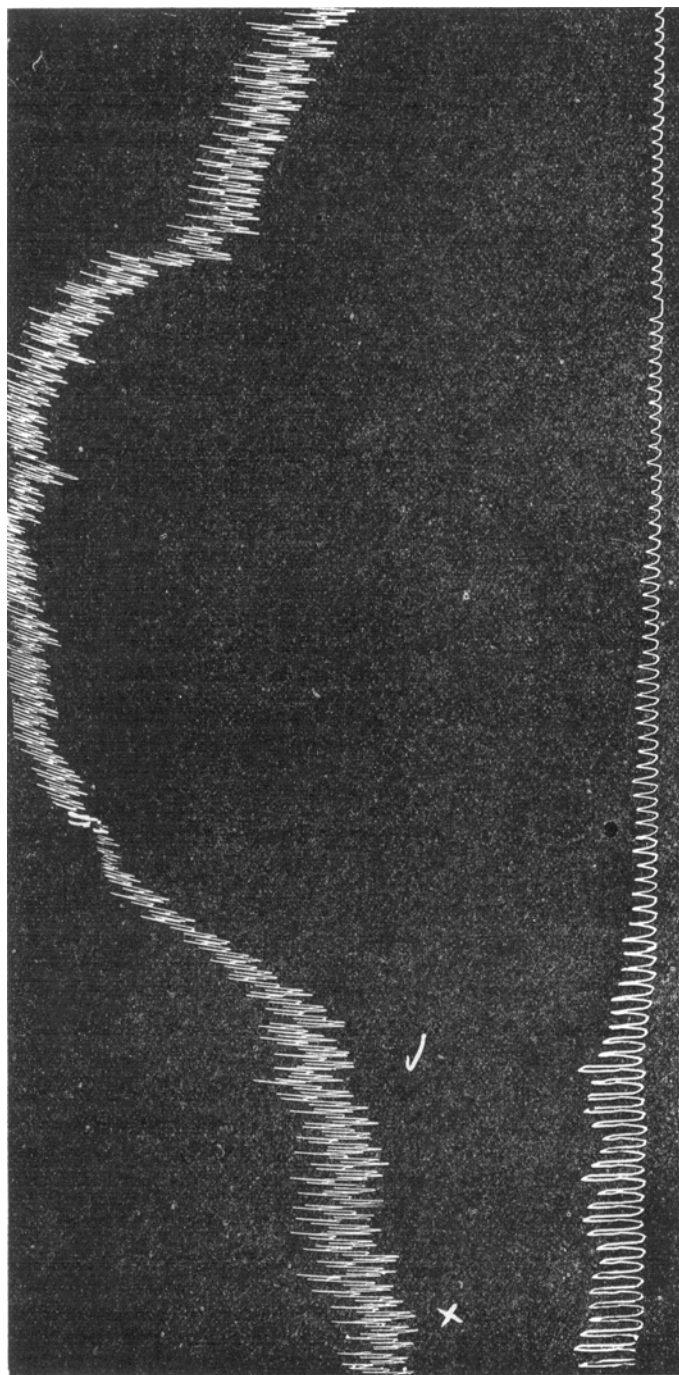
Es handelte sich um einen Fall von starker Vergrößerung des Herzens nach links, schwächerer nach rechts mit Blutdruck 140—145 und Insuffizienzerscheinungen. Zunächst zeigte sich immer die gleiche stark nachträglich ansteigende Kurve, wie in Fig. 14a (Seite 376). (Das allmähliche Kleinerwerden der Schwankungen der dazu gehörigen Atmungskurve rührt von einer Undichtigkeit der Atmungskapsel her, die Kurve genügt aber vollständig, um erkennen zu lassen, dass keine Veränderungen der Atmung eintraten, die die Volumkurve hätten beeinflussen können.)

Der Kranke wurde in der ersten Zeit nur mit manueller Bauchmassage behandelt, die von Anfang an jedesmal die gleiche Wirkung hatte, wie wir sie auf Fig. 14b (Seite 377) sehen, aber am nächsten Tag in den ersten 8 Tagen immer wieder verschwunden war. Dann verschwand die nachträgliche Steigung der Kurve auch in der Zeit vor der Massage immer mehr, so dass nach 2 $\frac{1}{2}$ wöchiger Behandlung mit manueller Bauchmassage am nächsten Tag vor der Massage immer nur eine träge Kurve vorhanden war, wie sie von demselben Kranken oben in Fig. 11a (Seite 369) abgebildet war. Im 2. Abschnitt wurde erörtert, dass dies durch die Verbesserung der Arterialisierung des Blutes und den infolgedessen wegfallenden Reiz zur Gefäßverengung bei Muskularbeit und der davon wieder abhängigen Verminderung der Stärke der Herzaktion bei Muskularbeit bewirkt wird. Hierauf wurde die Behandlung einige Tage unterbrochen, es kamen einige Aufregungen für den Kranken hinzu, es trat ein Rückfall ein und es zeigte sich wieder dieselbe Kurve, wie am Anfang, wodurch wohl erwiesen ist, dass es sich vorher um keine spontane Besserung gehandelt hatte, wie auch die Folge zeigt.

Aus dieser Zeit stammt Fig. 14a (Seite 376). Es wurde nun einige Male bei dem Kranken neben der manuellen Bauchmassage auch die Saug-Druckmassage angewendet, und den ersten Erfolg dieser letzteren zeigt Fig. 14b (Seite 377). Nach einer Woche Behandlung zeigte sich des Morgens ohne Massage wieder die träge Kurve von Fig. 11a (Seite 369), die dann durch 5tägiges Einnehmen von Digitalis, wie oben bereits beschrieben, zu einer völlig normalen Kurve umgewandelt werden konnte, wie sie in Fig. 11b (Seite 369) abgebildet war. Eine dauernde Wirkung hatte auch diese Behandlung nicht, denn nach 10 Tagen hatte sich wieder eine träge Kurve ausgebildet. Wegen Entlassung des Kranken konnte die Druck-Saugbehandlung nicht wieder aufgenommen werden. Das Röntgenbild zeigte damals eine deutliche Verkleinerung gegen den Anfangszustand. Die sich ungemein deutlich an den Kurven ausprägende Wirkung der beiden Arten von Bauchmassage und des Arzneimittels kann in diesem Fall nicht bezweifelt werden und ging immer parallel dem subjektiven Befinden des Patienten.

Sehr bemerkenswert erscheint mir, dass ich in verschiedenen Fällen von Hypertrophie des linken Ventrikels mit nachträglich ansteigender

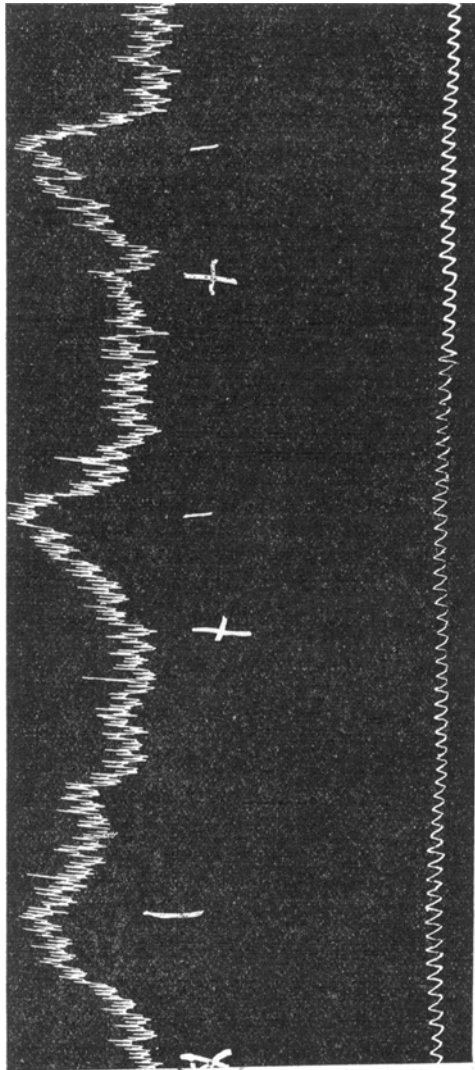
Fig. 14a. (Derselbe Fall, dessen späteres Stadium in Fig. 11 (Seite 369) illustriert war.



Herzvergrößerung links, schwächere rechts. Beträchtliche Insuffizienzerscheinungen.
Vor Anwendung der Saug-Druck-Behandlung.

Kurve feststellte, dass im Gegensatz zu der eben beschriebenen Wirkung der Bauchmassage bei denselben Patienten die Herzmassage regelmässig eine ungünstige Wirkung hatte, sowohl für das Befinden des Kranken, als auch für die pathologische Form der Kurve. Bei denselben Patienten, bei denen nach Bauchmassage der nachträgliche Anstieg der Kurve ver-

Figur 14 b.



Herzvergrößerung links, schwächere rechts. Blutdruck 140. Beträchtliche Insuffizienzerscheinungen vorhanden.
Nach Anwendung der Saug-Druck-Behandlung.

schwand, wie in Fig. 14, trat er in bedeutend vergrößerter Form nach Herzmassage ein.

Theoretisch ist das verständlich, da durch die Herzmassage auch der hypertrophische linke Ventrikel zu verstärkter Tätigkeit angeregt wird und diese Tatsache bildet einen weiteren Beweis dafür, dass das nachträgliche Ansteigen der Kurve vom hypertrophierten linken Ventrikel verursacht wird.

Wie es nicht anders zu erwarten ist, habe ich aber auch bei Anwendung der Saug-Druckmassage Fälle beobachtet, die unbeeinflusst dadurch blieben. So wurden 2 Fälle von Mitralsuffizienz mit Herzvergrößerung, Insuffizienz und negativer Arbeitskurve, der eine in 2-, der andere in 3wöchiger Saug-Druckbehandlung in keiner Weise beeinflusst, die an den Kurven nachweisbar gewesen wäre.

In mehreren Fällen ging die günstige Beeinflussung nur bis zu einem bestimmten Punkte und wurde dann durch Hinzukommen einer anderen Behandlungsart verstärkt, in der grossen Mehrzahl der Fälle war aber der Erfolg durch die Saug-Druckbehandlung ein sehr guter.

Ich habe die Wirkung der beiden Arten der Bauchmassage deshalb etwas ausführlicher besprochen, weil ihre Wirkung bei Herzkrankheiten nicht so bekannt und anerkannt ist, wie die anderer therapeutischer Massnahmen.

In einem Falle von Mitralsuffizienz, bei dem Massage wirkungslos blieb, und in einem anderen Fall, bei dem der Erfolg der Massage nur gering war, sah ich guten Erfolg eintreten nach der Anwendung von Kohlensäurebädern, deren günstige Wirkung bei Herzkranken ja ebenso unangefochten ist, wie die der Arzneimittel. Ich untersuchte die Wirkung auch an einer Reihe anderer Kranker und bei Benutzung der verschiedenen Arten der hier anwendbaren Bäder.

Ein Beispiel zeigt Fig. 15, die von einem Fall von beiderseitiger Herzvergrößerung mit Insuffizienz und negativer Arbeitskurve herrührt. Fig. 15a zeigt die Kurve unmittelbar vor dem Bad, Fig. 15b die Kurve bei der gleichen Muskelarbeit $\frac{1}{4}$ Stunde nach einem 10 Minuten dauernden Kohlensäurebad von 32°C , das mit Sadow-Salz zubereitet war. Die vorher dauernd negative Kurve war nach dem Bad, wie die Figur bei 3maliger Wiederholung der Arbeit zeigt, sehr schön normal geworden. Ich wählte diese Kurve, weil es vielleicht von Interesse ist, sie mit der Kurve von Fig. 10 (Seite 367) zu vergleichen, bei der zu einer anderen Zeit an demselben Patienten durch Injektion von Strophanthin eine ganz ähnlich gute Wirkung herbeigeführt wurde.

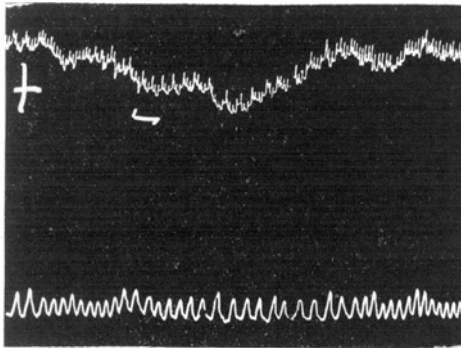
Eine Stunde nach diesem ersten Bad war bei dem Kranken immer noch eine, wenn auch schwächer, aufsteigende Kurve bei der Arbeit vorhanden, aber am andern Tage war kaum noch eine Wirkung festzustellen.

In mehreren anderen Fällen habe ich dagegen beobachtet, dass unmittelbar nach dem Bad noch keine Besserung der Kurve vorhanden war, sondern dass sie erst nach einer halben oder einer ganzen Stunde von Ruhezustand deutlich an der Kurve nachweisbar war.

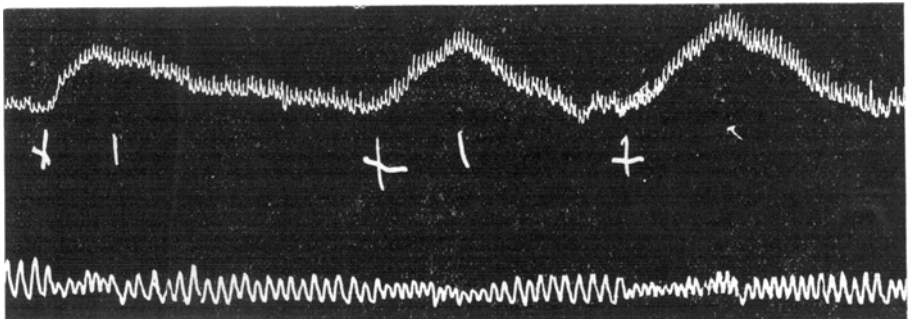
Ein Fall, der durch keine der anderen therapeutischen Massnahmen bedeutend gebessert war, zeigte nach 12 Kohlensäurebädern eine nachhaltige Besserung der Kurve auch bei Aussetzen der Bäder. Aehnliche, wenn auch geringere Besserung der Kurve zeigte unter anderem ein älterer Fall von Myokarderkrankung. Ein Fall von Mitralsuffizienz, der durch Massage nicht beeinflusst wurde, zeigte 1 Stunde nach einem Bad anstatt der negativen Kurve eine schwach ansteigende und auch am nächsten Tage wenigstens keine ausgesprochene Senkung der Kurve, wie

sonst immer. Im Gegensatz dazu untersuchte ich allerdings auch einen Fall von Hypertrophie des linken Ventrikels mit nachträglich ansteigender Kurve, der von der Saug-Druckmassage günstig beeinflusst wurde, der nach einem Sandow-Kohlensäurebad zunächst eine negative Kurve, nach einer Stunde Ruhe eine in stärkerer Weise, als vor dem Bad, nachträglich ansteigende Kurve und am nächsten Tag noch eine schwach negative Kurve zeigte, die erst am folgenden Tag wieder so wurde, wie vor dem Bad. In diesem Fall war also sicher ein ungünstiger Einfluss des Bades, das in völlig normaler Weise im Hause meines Laboratoriums verabreicht worden war, festzustellen.

Figur 15.



a



b

Fall von Vergrößerung des Herzens nach beiden Seiten mit deutlichen Zeichen für Insuffizienz und mit negativer Kurve bei Arbeit.

a) Unmittelbar vor, b) $\frac{1}{4}$ Stunde nach Kohlensäurebad (Sandowsalz).

Ich bemerke endlich noch, dass ich bei Benutzung der verschiedenen Arten von Kohlensäurebädern durch dieselben Patienten einige Male scheinbar einen weniger günstigen Einfluss der Zeo-Bäder sah, die einige Male im Vergleich zu der Wirkung der Sandow-Bäder ganz versagten.

Diese Beispiele dürften genügen, um zu zeigen, dass man mit Hilfe der neuen Untersuchungsmethode in objektiver Weise die Wirkung der verschiedenen therapeutischen Massnahmen bei Herzkranken sehr genau

kontrollieren kann, und andererseits ist der deutliche Einfluss der bekannten Heilmethoden für Herzleiden auf die von mir als pathologisch bezeichneten Kurvenformen bei den Kranken ein weiterer Beweis für die Abhängigkeit der pathologischen Kurvenformen von dem Herzleiden.

Da die Wirkung der therapeutischen Massnahmen auf die pathologischen Kurven der Kranken nach meinem sehr reichen Untersuchungsmaterial absolut feststeht, ist es um so bemerkenswerter und für die weitere praktische Ausnutzung der Methode wichtig, dass nach den objektiven Feststellungen durch die Arbeitskurven durchaus nicht alle verschiedenen Heilmethoden für alle Herzkranken geeignet sind und günstige Wirkung haben.

Abgesehen von einigen scheinbar überhaupt wenig wirksamen Behandlungsmethoden und von der äusserst energisch wirkenden Injektion eines Arzneimittels in die Vene, ist nach meinen Ergebnissen kaum von vornherein eine Behandlungsmethode als in allen Fällen völlig sicher günstig wirkend und als den anderen überlegen zu bezeichnen. Am sichersten dürfte man vielleicht bei einer einzelnen Einwirkung von Kohlensäurebädern Erfolg sehen, aber, wie erwähnt, gab es auch dabei eine Ausnahme, die eher dadurch geschädigt wurde, dagegen von Bauchmassage günstig beeinflusst wurde.

Andererseits gab es Fälle, die von Massage nicht, wohl aber von Medikamenten und Kohlensäurebädern günstig beeinflusst wurden, und wieder andere, bei denen Medikamente per os nicht nützten, wohl aber Bauchmassage und Kohlensäurebäder.

Es dürfte also für den einzelnen Patienten nicht unwichtig sein, wenn durch diese objektive Untersuchung festgestellt wird, welches Heilverfahren bei ihm am wirksamsten ist, denn es muss angenommen werden, dass das Verfahren, das bei einmaliger oder mehrmaliger Anwendung die beste nachweisbare Wirkung hat, auch bei Daueranwendung am besten ist.

Ferner kann man mit der Untersuchungsmethode objektiv den Zeitpunkt feststellen, an dem eine Behandlung vorläufig als beendet anzusehen ist. Man muss dann nur die Untersuchung an dem Patienten wieder vornehmen, nachdem man die Behandlung mehrere Tage oder Wochen ausgesetzt hat, und feststellen, ob die an der Kurve vorher während der Behandlung feststellbare Besserung auch nach Aussetzen der Behandlung weiter besteht, oder nicht.

Dass man auch den Wert der verschiedenen therapeutischen Massnahmen selbst, den ihrer verschiedenen Anwendungsarten und den der dabei anzuwendenden Vorsichtsmassregeln mit Hilfe der Untersuchungsmethode besser beurteilen kann, ergibt sich schon aus den in diesem Abschnitt geschilderten Versuchen.

Eine gleiche Bedeutung der neuen Untersuchungsmethode liegt aber wohl darin, dass man damit Herzneurosen von organischen Herzkrankheiten sicher trennen kann, dass man objektiv dadurch feststellen kann, ob ein krankes Herz insuffizient ist oder nicht, und für welches Mass von Anstrengung es noch suffizient ist, und ob eine durch Herzschwäche

verursachte venöse Stauung vorliegt, oder eine entstehende oder ausgebildete Hypertrophie des linken Herzens.

Durch Nachprüfung von anderer Seite sind diese Angaben übrigens bereits bestätigt worden.

Ich glaube nicht besser schliessen zu können, als indem ich Anfänger nochmals davor warne, vorzeitig an ein Beherrschen der bei vielen Patienten sehr schwierigen Technik dieser Untersuchungsmethode zu glauben, da schwere Irrtümer daraus folgen können.

Die Untersuchungsmethode kann auch in keiner Weise für den Gebrauch in der Sprechstunde wesentlich vereinfacht werden, ohne völlig unsicher und wertlos zu werden, sondern sie gehört in wissenschaftliche Institute und besonders dafür eingerichtete Untersuchungsstellen. —
