

Aus der I. Inneren Abteilung (Direktor: Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Goldscheider) und dem Physikalisch-therapeutischen Institut (Oberarzt: Dr. Laqueur) des Rudolf Virchow-Krankenhauses in Berlin.

Atmung und Herzarbeit.

Von Dr. Hans Cornet in Bad Brunnthal-München, ehemaligem Assistenten der I. Inneren Abteilung, und Dr. Joh. Berninger in Bad Nauheim.

Die günstigen Erfolge, welche in unserem Krankenhause bei der Behandlung von Asthma bronchiale, Emphysem, chronischer Bronchitis, abgelaufenen Pneumonien und anderen Lungenaffektionen durch die Bogheansche Atmungsmaschine erzielt wurden, waren die Ursache, daß wir im Laufe der Wintermonate diesem relativ neueren Hilfsmittel der physikalischen Therapie größere Aufmerksamkeit zuwendeten.

Der Bogheansche Atmungsstuhl besteht, wenn wir ihn noch einmal kurz beschreiben dürfen, aus einem bequemen Stuhl mit breiter Sitz- und Rückenfläche, unter dessen Sitz ein kleiner Elektromotor eingebaut ist. Mit Hilfe dieses Motors werden zwei gut handtellergröße, sich jeder Thoraxwölbung anschmiegende Pelotten in Bewegung gesetzt, die rhythmisch während der Expirationsphase den Brustkorb komprimieren. Die Größe der Atmungs-Exkursion wie der Rhythmus der Atmung kann dann nach Belieben jederzeit auch während der Sitzung verändert werden.

Bei über 100 Patienten mit obengenannten Erkrankungen, vorwiegend aber Asthma bronchiale, Emphysem und chronischer Bronchitis, sahen wir fast ausnahmslos wesentliche Besserung. Das subjektive Befinden besserte sich, die oft sehr heftigen Anfälle von Atemnot nahmen an Intensität und Zahl ab, das Beklemmungsgefühl und die Zyanose verschwanden, die Atmung wurde freier und leichter. Der Auswurf wurde besser abgehustet und die Thoraxexkursion bei normaler Atmung eine größere. Vergleichende Messungen des oft patho-

logisch gesteigerten Blutdruckes ergaben, daß derselbe in einer Reihe von Fällen allmählich zurückging bis zu einer Differenz von 30 mm Hg und mehr, gemessen nach Riva-Rossi mit der breiten v. Recklinghausenschen Manschette. Wurde aber das Verhalten des Blutdruckes vor, während und nach einer Sitzung kontrolliert, dann beobachtete man in einem, und zwar dem größten Teile der Fälle — normaler Gefäßtonus vorausgesetzt — bis auf geringe Schwankungen nach oben und unten keine wesentliche Änderung, bei dem anderen Teile eine ausgesprochene, oft ganz bedeutende Senkung. Dieser Senkung folgte dann noch während der Sitzung oder meist nach dem Aussetzen ein schnelleres oder langsames Wiederaufsteigen, und zwar zeigte sich diese Senkung stets bei solchen Patienten, bei denen neben dem Lungenbefund auch eine mehr oder weniger ausgesprochene Herzaffektion in den Vordergrund der Erscheinungen trat.

Dieses jeweilige Verhalten des Blutdruckes — Gleichbleiben oder unbedeutende Schwankungen bei suffizientem Herzen, Sinken bei Herzen mit geringerer Funktionsbreite — veranlaßte uns, genauer auf die Veränderungen des Blutdruckes während der Sitzung im Atmungsstuhl, während der „Beatmung“ — wir wollen diesen treffenden Ausdruck des Herrn Geheimrats Prof. Dr. Goldscheider hierfür weiterhin gebrauchen — zu achten. Auf die Berechtigung des Ausdrucks „Beatmung“ kommen wir noch später zurück.

Wir gingen nun so vor, daß wir zuerst eine Reihe von Gesunden beatmen ließen und dann eine Anzahl Herzkranker mit den verschiedensten Affektionen. Es wurde die Beatmung bei jedem Falle zwei- bis dreimal vorgenommen, an verschiedenen Tagen zu gleicher Tageszeit. Zum Schlusse versuchten wir die Beatmung therapeutisch bei einzelnen Fällen, wo wir sonst vielleicht irgendeine andere herzubende Therapie am Platze gefunden hätten. Die Beatmung dauerte gewöhnlich 20–30 Minuten, wenn keine sonstige Kontraindikation bestand. Die Exkursionstiefe wurde mittelgroß oder auch kleiner gewählt, jedenfalls stets so, daß der Druck der Pelotten von dem Patienten nicht unangenehm empfunden wurde. Die Respirationsfrequenz wurde immer um drei bis vier Atemzüge weniger pro Minute eingestellt, als man vorher bei dem betreffenden Patienten gezählt hatte.

Im allgemeinen wurde die Beatmung gut vertragen; die Patienten gewöhnten sich rasch an den Rhythmus der aufgedrängten Atmung und den mehr oder weniger großen Pelotten-Druck in der Expirationsphase. Nur bei einigen wenigen unruhigen Patienten, zumal wenn sie die Atmung stark forcierten, trat momentan ein leichtes Beklemmungs- und Schwindelgefühl auf, das nach kurzer Zeit, sobald sie sich an das ruhige, langsame Atmen gewöhnt hatten, verschwand. Bei stark forcierter Atmung während der Beatmung konnte einer von uns das gleiche bestätigen.

Auch bei Patienten mit stärkerer Herzaffektion zeigte sich im subjektiven Befinden im allgemeinen ein günstiger Einfluß der Beatmung. Noch während der Beatmung und besonders nach derselben fühlten sich die meisten leichter und konnten besser aufatmen; einige wenige (mit schweren Herzaffektionen) bekamen nach einigen Sitzungen ein unangenehmes Druckgefühl in der Lebergegend, was wir auf Stauung in der Leber zurückführten. Wir haben gefunden, daß die Klagen, die durch die veränderte Blutzirkulation ganz begreiflich sind, sich dadurch umgehen lassen, daß wir unter genauer Beobachtung der Atmung des Patienten die Beatmung langsam und allmählich verstärkten und wieder abschwächten.

Die Blutdruckmessungen wurden mit dem v. Recklinghausenschen Tonometer und der breiten Manschette angestellt, und zwar wurde der Blutdruck vorher gemessen, dann nach 10–15 Minuten während der Beatmung, oder es wurde für einen Moment die Maschine abgestellt, weiter nach 20–30 Minuten, also am Schlusse der Sitzung, und schließlich nach einer Ruhepause von 10–20 Minuten.

Zuerst wurde das pulsatorische Maximum gesucht, dann schnell der Druck in der Manschette vermindert, um das oszillatorische Minimum zu finden. Nach kurzer Entfernung jedes Manschetten-Druckes wurde derselbe wieder erhöht zur Feststellung des oszillatorischen Maximums und gleichzeitiger Kontrolle des zuerst gefundenen Pulsmaximums durch weiteres Nachlassen des Manschetten-Druckes. Die Messungen wurden mit möglichster Genauigkeit vorgenommen und vor allem darauf geachtet, jede beginnende

Stauung zu vermeiden, was zwar ein sehr schnelles Arbeiten verlangt, aber dafür die Gewißheit bietet, bei mehreren, nacheinander gemachten Messungen stets die gleichen Werte zu bekommen. Infolgeder sehr rasch eintretenden Stauung hatten sich verschiedene Werte ergeben. Gleichzeitig mit den tonometrischen Messungen konstatierte der zweite Mitarbeiter systolischen und diastolischen Blutdruck durch die auskultatorische Methode (Korotkow, Fellner) — Auskultation der A. brachialis unterhalb der Manschette —, und es war der beste Beweis für die Richtigkeit der Messungen, wenn beide Untersucher, unabhängig voneinander, mit verschiedenen Methoden zu dem gleichen, oft auf den Teilstrich übereinstimmenden Resultat kamen.¹⁾

Wir haben die auskultatorische Methode im Laufe des Winters sehr viel angewandt und sie besonders als Unterstützung der oszillatorischen Messungen recht schätzen gelernt, wenn bei dem Tonometer kleine Oszillationen sowohl bei dem Maximal- wie besonders bei dem Minimaldruck genaue Messungen sehr erschwerten. Bei einiger Übung ist mit Hilfe dieser einfachen Methode leicht und sicher das Maximum und Minimum zu finden, und sie kann für die Praxis die teuren Apparate bis zu einem gewissen Grade ersetzen; allerdings hat sie den Nachteil, daß sie bei Aorteninsuffizienzen und arteriosklerotischen Gefäßveränderungen unbrauchbar ist.

Wie bereits erwähnt, wurde jede Sitzung mit den Messungen zur Kontrolle an den nächsten beiden Tagen wiederholt. Wir haben nun bei Herzgesunden in obiger Weise 31 Untersuchungen gemacht; im großen und ganzen blieb der Blutdruck gleich.

In einem Falle trat eine größere Senkung ein; es handelte sich um einen Asthmatiker; die Senkung kann somit auf einen Nachlaß des Gefäßtonus zurückgeführt werden. Ebenso sahen wir bei einem anämischen Mädchen bei der dritten Messung eine größere Senkung; diese rührte von einer bedeutend stärkeren Einstellung der Maschine her; die beiden vorhergehenden Messungen hatten bei mittlerer Einstellung ein Gleichbleiben des Blutdruckes ergeben.

Interessanter sind die Veränderungen des Blutdruckes bei Herzkranken, wo wir je nach dem Grade der Funktionsbreite eine mehr oder weniger ausgesprochene Senkung beobachten konnten. Wir haben bei Herzkranken in gleicher Weise 55 Untersuchungen angestellt und hierbei Senkungen des systolischen Blutdruckes um 16 cm bis zu 64 cm Wasserhöhe konstatieren können. Der diastolische Blutdruck blieb in den meisten Fällen gleich, in einigen wenigen Fällen senkte er sich um eine ganz geringe Anzahl von Zentimetern Wasserhöhe.

Nur bei einem Falle seit zehn Jahren bestehender Myocarditis ergab die letzte Messung, die nach einer Reihe von „Beatmungen“ erfolgte, ein Gleichbleiben des Blutdruckes, während die erste Messung eine größere Senkung des Blutdruckes zeigte. Bei einem weiteren Falle — es handelte sich um einen abgelassenen Fall von akutem Gelenkrheumatismus, mit Endocarditis verbunden — zeigten die Messungen bei schwacher Einstellung der Maschine, nach dreiwöchiger Rekonvaleszenz eingestellt, eine nur geringe Verminderung des Blutdruckes um etwa 7 cm Wasserhöhe.

Aus äußeren Gründen muß von einer Mitteilung der gefundenen Werte sowie von einer ausführlichen Besprechung derselben abgesehen werden.

Bevor wir nun auf die Erklärung der Blutdrucksenkung eingehen, sind noch einige Worte über den Ausdruck „Beatmung“ und dessen Berechtigung notwendig. In dem Wortsinne „Beatmung“ liegt eine Einwirkung von außen, ein passives Verhalten von seiten des Beatmeten. In der Tat hat der Betreffende bei der Atmungsmaschine keine Mehrarbeit als solche zu leisten; er muß lediglich seine normale Atmung mit dem Rhythmus der Maschine in Einklang bringen. Bei der Expiration komprimieren die Pelotten den Thorax mit einer dosierbaren Kraft über das gewöhnliche Maß der Expiration und verlängern so, je nach Einstellung der Maschine, Expirationsstärke und Zeit. Erfolgt dann unter dem Zurückfedern der Pelotten die nächste, natürlich verstärkte Inspiration, so kommt diese in ihren ersten Phasen im wesentlichen durch die Elastizität der Thoraxwand und durch das dadurch ver-

ursachte Einströmen der Außenluft nach dem negativen Luft-raum zustande, und an diesen ersten, ohne jegliche Mitarbeit des Beatmeten erfolgten Teil der Inspiration schließt sich die zweite Phase der normalen Inspiration mit dem Aufwand der gewöhnlichen Atemmuskulatur an. Eine verstärkte Inspiration auch nach oben muß nicht unbedingt statthaben; ob sie je nach dem Grade der verstärkten Respiration eintritt, müssen weitere Beobachtungen zeigen. Daß in der Tat die Maschine beatmet, konnte man bei einer Reihe von vollständig apnoischen Kranken (Kohlenoxyd-, Chloroform-, Morphin- und andere Intoxikationen) beobachten, bei denen künstlich die Atmung 15 bis 18 Stunden bis zum Erfolg fortgesetzt wurde. M. Michaelis erzählt von einem Falle von Kohlenoxydvergiftung mit vollkommener Apnoe, wo 24 Stunden lang die Maschine arbeitete, bis endlich die natürliche Atmung des Patienten eintrat; jedesmal, wenn die Maschine zwischendurch ausgesetzt wurde, sistierte die Atmung. Wir können also mit Berechtigung von einer Beatmung reden.

Wie haben wir uns nun weiter den physikalischen Vorgang bezüglich des Blutkreislaufes bei der Beatmung vorzustellen, wie ist weiterhin die bald mehr, bald weniger große, dem jeweiligen Herzzustand entsprechende Senkung des Blutdruckes zu erklären?

Jedes für das menschliche Leben wichtige Organ arbeitet unter normalen, gewöhnlichen Ansprüchen mit einem gewissen Kraftaufwand, der einem kleinen Bruchteil seiner vollen Kraftentfaltung entspricht; entstehen besondere Anforderungen, so ist es ihm durch seine stets bereiten Reservekräfte möglich, die gestellten Anforderungen zu erfüllen. Sollte die geforderte Leistung größeren oder längerdauernden Anspruch an seine Arbeitsfähigkeit stellen, so ist es ihm häufig gleichzeitig ermöglicht, Ausgleich, Kompensationsvorgänge in Aktion treten zu lassen oder zu schaffen, die dem Organ gestatten, gewaltigeren Anforderungen an seine Funktionsbreite stets wirksam begegnen zu können; je höher der Lebenswert des Organs, desto größer, machtvoller und vielfacher die Art und Weise der Kompensation.

Das in dieser Hinsicht interessanteste Organsystem ist der Blutkreislauf mit seinem unvergleichlichen Betriebsmotor, dem Herzen, als der Zentralstelle des so komplizierten Apparates. Werden erhöhte Anforderungen an diesen gestellt, so verfügt er über entsprechende Anpassungsfähigkeiten, die auch unter erschwerenden Verhältnissen ihm Garantie leisten für seine Funktionstüchtigkeit. Hierbei fällt der Hauptanteil des Herzens zu, das schon für sich allein, vermöge seiner Elastizität und Kontraktilität, die es den Eigenschaften seiner Muskulatur verdankt, wesentlich erhöhte Widerstände überwinden kann. In engem Zusammenhang steht es naturgemäß mit dem Gefäßsystem, dessen Anlage ihm weitere Ausgleichsvorrichtungen zur Verfügung stellt. Eine sehr wichtige Rolle spielt hierbei der kleine Kreislauf, dessen Bedeutung ja vornehmlich in dem Vollzug der inneren Atmung beruht; insofern ist der Respiationsapparat eng mit den Kompensationsvorgängen verbunden.

Wie geschieht nun der Ausgleich mittels des Respiationsapparates? Diese Vorgänge im Thoraxraum genauer zu verfolgen, stößt auf einige Schwierigkeiten, da mehrere Faktoren zusammenwirken, die den Ausgleich herbeiführen. Einesteils wird ja auf reflektorischem Wege auf das Atmungszentrum in der Oblongata eingewirkt werden. Andernteils ist bekannt, daß bei erhöhter Arbeitsleistung des Herzens eine vermehrte Stromgeschwindigkeit eintritt; die Blutkörperchen werden zu rasch an den Sauerstoffbeladungsstellen vorbeigetrieben — die Aufgabe des Kreislaufes beruht ja hauptsächlich in der Sauerstoffversorgung der Gewebe —, und können nicht genügend Sauerstoff in sich aufnehmen, es tritt das Gefühl des unzureichenden Gaswechsels, der Lufthunger ein, die Atmung wird tiefer, frequenter, die gasaustauschende Respirationsfläche wird größer, der Widerstand der Gefäße des kleinen Kreislaufes geringer; mechanisch wird durch die vermehrte Kapazität der Lunge mehr Blut in den kleinen Kreislauf eingesogen, der Partiardruck in den Alveolen ist gestiegen; damit ist die Möglichkeit einer rascheren und besseren Beladung der Blutkörperchen mit Sauerstoff gegeben. Daß bei Anstrengungen und

¹⁾ Vergleichende Messungen dieser Art wurden von Herrn Dr. J. Fischer, Assistent der I. Inneren Abteilung, angestellt und in einer ausführlichen Arbeit (Zeitschrift für physikalische und diätetische Therapie 1908) des näheren besprochen.

bei vielen Erkrankungen tatsächlich eine Erhöhung der Mittelkapazität der Lunge eintritt, haben Bohrs interessante Messungen der Reserve- und Residualluft ergeben. Bohr sieht dieses Verhalten nicht als eine Schädigung, sondern als einen zweckmäßigen Reflex an.

Wenn wir nun die Beatmung ausführten, so vergrößerten wir maschinell durch die Pelotten des Atmungsstuhles, den Thorax komprimierend, das Expirium, dem physiologisch das Inspirium in größerem Maße folgen muß; wir haben damit die Kapazität der Lunge für die Dauer der Beatmung erhöht. Dieser Veränderung im Respirationsapparat muß sich das Herz anpassen; die Ausführung der Akkommodation erfolgt unter Erhöhung der Herzarbeit. v. Frey hat einwandfrei nachgewiesen, daß die Akkommodation des gesunden Herzens unter Erhöhung seiner Leistung erfolgt. Denn wenn man maschinell die Expirationsphase verlängert und verstärkt, so wird, abgesehen von der momentanen Pression des Herzens, viel Blut dem linken Herzen zugeführt, das linke Herz muß vermehrte Arbeit leisten, den Gesamtwiderstand im großen Kreislauf zu überwinden suchen, der hinwiderum mit Nachlaß des Gefäßtonus reagiert, wahrscheinlich durch Nervenleitung — Reizung der depressorischen Vagusfasern infolge des durch die vermehrte Arbeit des linken Ventrikels in der Aorta vielleicht erzeugten Ueberdruckes, die eine gewisse Erweiterung der peripherischen und Splanchnicusgefäße zufolge hätte. Die darauf folgende erhöhte Inspiration nun erleichtert diese Herzarbeit, indem sie viel Blut aus dem großen Kreislauf in den kleinen saugt, die Widerstände im großen Kreislauf mindert, dem linken Herzen für die Zeit dieser Phase Schonung gönnt, während das rechte Herz mehr leisten muß. Es tritt also ein Wechselspiel erhöhter Arbeitsleistung in beiden Herzhälften auf.

So glauben wir den physikalischen Vorgang erklären zu müssen. Wie steht es aber mit dem Blutdruck? Erhöhte Herzarbeit müßte einen erhöhten Blutdruck zur Folge haben. Bei gesunden Leuten haben wir nun gleichbleibende oder annähernd gleichbleibende Werte gefunden. Wir hatten eine reine Herzarbeit im Sinne einer Kompensation geschaffen; körperliche Arbeit, abgesehen von der relativ geringen Arbeit der Atemmuskeln, hat nicht stattgefunden. Wenn unsere oben aufgestellte theoretische Betrachtung ihre Richtigkeit hat, so wird bei geringer Erhöhung der Atmungsphasen und gleichbleibender Anforderung an das Herz unter gesunden Verhältnissen dasselbe mit seinen Ausgleichsvorrichtungen sich so anpassen können, daß der Blutdruck hierbei der gleiche bleibt. Würden wir die Beatmung noch erhöhen, so könnte schließlich der Punkt erreicht werden, wo das Herz mit seiner Anpassungsmöglichkeit nicht mehr auskommen kann: das Herz würde ermüden, der Blutdruck sinken. Erklärlich sind dann die Senkungen des Blutdruckes bei einem kranken Herzen, das infolge seiner geringeren Eigenkraft rascher ermüdet. Eine Erhöhung des Blutdruckes bei gesundem Herzen wäre nur durch Einschalten von Widerständen momentan möglich.

Die erhöhte Herzarbeit als solche bleibt bestehen. Ein gesundes Herz oder ein krankes mit einiger Reservekraft vermag sich den vermehrten Ansprüchen anzupassen. Ist die Funktionsbreite des Herzens aber schon eine sehr kleine, das Herz an und für sich an der Grenze seiner Suffizienz und nicht mehr imstande, dieses Plus von Arbeit zu leisten, dann ist die weitere Folge eben ein Sinken des Blutdruckes infolge unzureichender Herztätigkeit. Ist die Insuffizienz eine geringe, dann ist auch die Senkung eine kleine, und der Blutdruck kehrt nach der Sitzung schnell wieder zur Norm zurück; ist sie eine größere, dann haben wir auch eine größere Senkung, die noch längere Zeit besteht, ehe die frühere Druckhöhe erreicht wird.

Eine normale Tätigkeit der Gefäße und des Gefäßtonus

vorausgesetzt, glauben wir also mit Hilfe dieser Untersuchungsmethode die Frage der Suffizienz bzw. die Größe der Funktionsbreite des Herzens beantworten zu können, besonders da diese Prozedur, abgesehen von der relativ geringen Arbeit der Atemmuskeln, eine reine Herzarbeit darstellt.

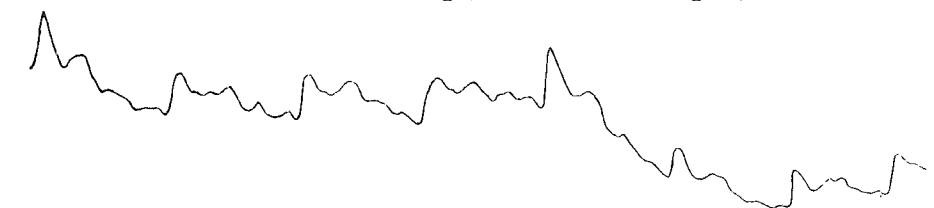
Eine übereinstimmende Veränderung der Pulsqualität und des Rhythmus nach einer bestimmten Richtung konnten wir nicht feststellen; das darf uns auch weiter nicht wundern, da es sich um die verschiedensten Herzaffektionen mit ihren entsprechenden Pulsveränderungen handelte. Was die Frequenz anbetrifft, so steigt diese gewöhnlich in den ersten Minuten um 6–10 Schläge, geht wieder langsam zurück zur Anfangszahl und sinkt dann in einer Reihe von Fällen um einige Schläge.

Bei Gesunden fühlte man während der Beatmung ein ausgesprochenes Weicherwerden des Pulses, dem auch verhältnismäßig kleinere Oszillationen des Tonometers und kleinere Kurven des Plethysmographen entsprechen; ebenso konnte einer von uns beobachten, daß die Recklinghausensche Messung des Blutdruckes vor und nach der Beatmung ganz vorzüglich und übereinstimmend mit den sonst gefundenen Werten auszuführen und während der Beatmung nicht möglich war, d. h. das deutliche Klopfgefühl im von der Blutdruckmanschette umgebenen Oberarm zur Zeit der Messung des diastolischen und systolischen Blutdruckes vor und nach der Beatmung war während der Beatmung zur Zeit der Messungen nicht mehr fühlbar. Untenstehende Plethysmogramme, die, um äußere Schwierigkeiten möglichst auszuschalten, von dem einen Untersucher, als Beatmeten, stammen und unter Beobachtung aller Kautelen vor der Sitzung, während derselben und nach einer Ruhepause von 5 Minuten aufgenommen wurden, entsprechen genau dem palpatorischen Befund.

Vor der Beatmung.



Während der Beatmung (20 Minuten nach Beginn).



5 Minuten nach der Beatmung.



Blutdruckmessung		Oszill. Min.	Puls-Max.	Oszill. Max.	Puls
hierzu . . .	0'	116	166	178	74
	10'	116	164	174	80
20 Atemzüge in	20'	116	166	174	70
der Minute	45'	114	172	182	72
					15' 72
					20' 72
					45' 72

Das mehrfach aufgenommene Plethysmogramm zeigt am Schluß der Sitzung einen ausgesprochenen kleinen Ausschlag, das nach einigen Minuten Ruhe aufgezeichnete nähert sich in seinem Aussehen der anfänglichen Kurve.

Plethysmogramm von S. H., Dienstmädchen, herzgesund.

I. Vor der Sitzung.



II. Während der Sitzung.

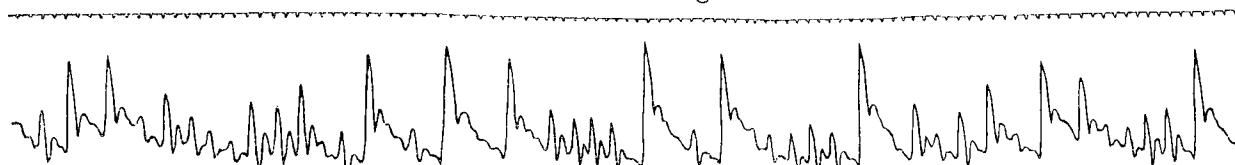
Nach unserer Anschauung wurde also dem Herzen durch die Beatmung eine gewisse Mehrarbeit durch Bewältigung

einer größeren Blutmenge auferlegt, eine Mehrarbeit, die in erster Linie wieder dem Herzen selbst zugute kommt, wie wir weiterhin noch sehen werden.

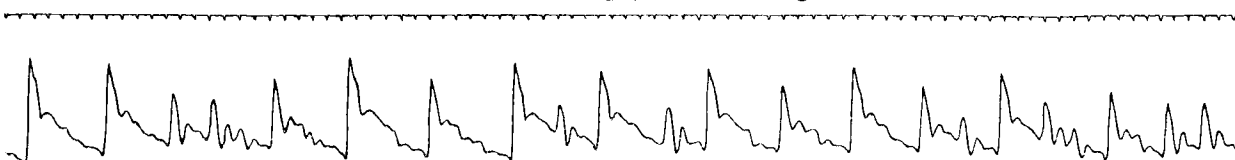
Der Gedanke lag nun sehr nahe, mit dieser Mehrarbeit und Uebung einen therapeutischen Effekt, besonders bei Herzaffektionen sine vitio, zu erzielen, und wir konnten um so mehr daran denken, als wir gesehen hatten, daß die Mehrzahl der Herzkranken, deren Zustand eine Uebungstherapie in dem üblichen Sinne gestattete, die Beatmung gut vertragen hatte und sich erleichtert fühlte.

Wir ließen nun zwei Patientinnen mit Herzmuskelerkrankung und ausgesprochenen Arrhythmien, die sich auf vorausgegangene physikalische Behandlung, speziell mit CO₂-Bädern, nicht wesentlich gebessert hatten, acht Tage lang je 40 Minuten, vor- und nachmittags, beatmen und fanden in der Tat eine ausgesprochene Besserung. Eine Besserung im gleichen Sinne hatten wir auch schon während der früheren Untersuchungen, bisweilen im Verlauf ein und derselben Sitzung beobachten können. Bei einer dieser Patientinnen war nach dreiwöchiger Uebung die Arrhythmie vollständig verschwunden.

Vor der Atmung.



Nach der Atmung (in einer Sitzung).



Auch hatten wir versucht, bei Arrhythmien durch vergleichende Messungen der kleineren und größeren Pulswellen, die sich im Tonometer wiedergeben und gut, unter Kontrolle des Pulses, getrennt werden konnten, etwaige Rückschlüsse auf Besserung bei Muskelerkrankungen des Herzens zu bekommen.

Solche Messungen wurden bei einer 63 Jahre alten Patientin gemacht, die wegen schwerer Myodegeneratio und Adipositas universalis et cordis in Krankenhausbehandlung stand. Die erste Beatmung vertrug Patientin sehr gut; die quälende Atemnot hatte sich gebessert; im ganzen subjektiven Befinden fühlte sie sich

wohler. Wie aus untenstehender Tabelle zu ersehen ist, hatte sich das Verhältnis der Amplituden der großen und kleinen Oszillationen, das anfänglich 200:90 stand, bedeutend geändert, sodaß es am Ende 128:100 war. Der Puls war nur gering beschleunigt. Die zweite Beatmung, die zwei Tage später erfolgte, wurde sehr schlecht vertragen; die Pulszahl stieg ganz gewaltig, die Atemnot nahm zu; das Verhältnis der großen Oszillationen zu den kleinen verschlechterte sich ebenfalls; ihre Amplituden, die anfänglich günstig standen (200:150), waren schließlich 134:54. Trotz des schweren Leidens war bei der ersten Beatmung sichtlich ein Erfolg zu verzeichnen; eine weitere Besserung war nicht zu erwarten.

Name, Stand, Alter, Krankheit		1. Messungen									2. Messungen								
		Zeit	Puls	systol.			diastol.		Resp.	Ampl.	Zeit	Puls	systol.			diast.		Resp.	Ampl.
				puls.	ausc.	oszill.	ausc.	oszill.					puls.	ausc.	oszill.	ausc.	oszill.		
H. J., 63 Jahre, Hebamme.	Große Oszill.	0'	64	320	350	350	150	150	30/20	200	0'	80	308	320	320	138	120	32/22	200
		10'	80	280	270	280	144	148	20	132	10'	88	268	268	278	120	120	22	158
		20'	84	268	274	280	144	140	20	140	20'	108	260	266	274	130	130	22	144
		30'	84	280	280	282	152	154	30	128	30'	152	144	252	272	138	138	28	134
Adipositas cordis et univer- salis, Myodege- neratio.	Kleine Oszill.	0'	64	230	240	240	150	150	20	90	0'	80	—	300	—	150	—	32/22	150
		10'	80	220	220	220	138	138	20	82	10'	88	220	210	210	140	140?	22	70
		20'	84	—	218	—	138	132	20	86	20'	108	210	210	210	146	146	22	64
		30'	84	230	230	230	130	130	30	100	30'	152	?	200	?	146	?	28	54

Dieser therapeutische Erfolg bei Herzmuskelerkrankungen ist ja auch zu erklären. Haben wir z. B. einen nicht genügend ernährten Herzmuskel und wird nun durch die Beatmung ein größeres Blutquantum aus dem linken Ventrikel in die Aorta geworfen, so wird zunächst dem Koronarkreislauf eine größere Menge Blut zugeführt. Wir haben eine bessere arterielle Zufuhr, eine bessere Durchblutung des Myokards. Die einzelnen Herzmuskelfasern werden besser ernährt und kräftiger. So ist es auch verständlich, daß wir im Laufe einer oder einer Reihe von Sitzungen sehen, daß ein anfänglich insuffizienter Ventrikel immer suffizienter wird. Durch die bessere Füllung der Koronararterien wird die Kraft des Herzens gehoben, wir bekommen eine größere Arbeitsleistung, eine positiv dromotrope Wirkung durch Hebung des Koronarkreislaufes.

Zu dieser Wirkung gesellt sich noch der Nutzen einer verbesserten Lungenventilation. Die Thoraxkompression und die dadurch bewirkte Kompression der Lungen hat zur Folge, daß ein größeres Luftvolumen (Respirationsluft + einem Teil der Reserverluft) ausgetrieben und daß der Restluftbestand (Residualluft + Rest der Reserverluft) stärker komprimiert wird. Diese Verdichtung bedingt eine größere CO₂-Spannung, eine vermehrte Abgabe von Kohlensäure in der Ausatemungsluft. Bei der nächstfolgenden kräftigen Inspiration strömt dann die Außenluft mit um so größerer Gewalt in den weniger dichten Lungenluftraum. Der Gasaustausch als solcher ist also wesentlich erhöht.

Zudem wird durch diese Uebungen ein weiteres nutzbringendes Moment geschaffen; wie bekannt und wie durch Messungen in unserem Institut ebenfalls festgestellt wurde, weitet sich der Thorax; die Mittelkapazität der Lunge wird hierdurch dauernd erhöht, die Kranken atmen mit stärker gefüllter bzw. geblähter Lunge; die einzelnen Atemzüge brauchen nicht notwendig vertieft zu sein. Hierdurch wurde für das Herz ein besserer Kompensationsvorgang geschaffen.

Zusammenfassung. Erhöhte Respiration bedingt, wie schon bekannt, verstärkte Herzarbeit.

Durch die Atmungstherapie speziell bei Herzmuskelerkrankungen wird die Herzkraft infolge besserer arterieller Zufuhr gehoben, der Herzmuskel besser genährt.

Wir können mittels der Atmungsmaschine dosierbare, annähernd isolierte Herzarbeit erhalten und dabei die Funktionsbreite aus der Veränderung des Blutdruckes bemessen.