IX.

Aus der hydrotherapeutischen Anstalt der Universität Berlin.

Ueber functionelle Untersuchung der Herzarbeit vermittelt dosirbarer Muskelthätigkeit.

**(Ueber gesetzmässige Beziehungen zwischen Herz-Gefässfunction, Blut-
druck und messbarer Arbeit.)**

Von

Dr. Gräupner und Dr. W. Siegel,

Arzt in Bad Nauheim.

Arzt in Bad Reichenhall.

In den letzten Jahren haben zahlreiche Autoren die Veränderungen des Blutdrucks während dosirter Arbeitsleistung und zum Theil auch nach Beendigung derselben studirt, ohne zu einheitlichen Anschauungen bezüglich der Regulation des Blutdrucks (= BD) zu gelangen. (Grebner und Grünbaum, Masing, Moritz, Karrenstein.¹⁾)

Noch weniger konnte man bisher die Frage entscheiden, ob wir berechtigt sind, aus den Veränderungen des BD, die während oder nach dosirter Arbeitsleistung eintreten, einen Schluss zu ziehen bezüglich der Leistungsfähigkeit resp. bezüglich des Functionszustandes des Herzmuskels. Das Studium gerade dieser Frage ist jedoch von besonderer practischer Bedeutung, denn eine wesentliche Aufgabe unseres Berufes besteht darin, bei der Untersuchung der einzelnen Individuen festzustellen, ob und in wie weit der Herzmuskel seine Function erfüllt, den Körpergeweben die zur Unterhaltung der Gewebsarbeit nöthige Menge O-reiches Blut zuzuführen. Ebenso müssen wir häufig untersuchen, ob irgend welche somatische Aenderungen, wie z. B. Körperarbeit resp. Sport, die Herzfunction schädigen, oder ob die Zuführung irgend welcher Stoffe, wie z. B. Alkohol, Nicotin, Kaffee u. s. w., Störungen der Herzthätigkeit hervorrufen und bei dauernder Einwirkung den Herzmuskel selbst schädigen.

Den grössten O-Bedarf entwickeln die Körpermuskeln, wenn sie thätig sind und daher benutzen wir deren dosirte Arbeitsleistung, um festzu-

1) Ausführliche Litteraturzusammenstellungen bei: 1) Grebner und Grünbaum, Wiener med. Presse. 1899. (No. 42.) — 2) Masing, Archiv f. klin. Med. 1902. Bd. 74. — 3) Karrenstein, Zeitschr. f. klin. Med. Bd. 50. — 4) Moritz, Archiv f. klin. Med. 1903. Bd. 77.

stellen, ob der Herzmuskel entsprechend grosse O-reiche Blutmengen den arbeitenden Muskeln zuführen kann. — Wir sind nun gewohnt, von „Insufficienz“ der Herzleistung zu sprechen, wenn bereits bei geringer und gewohnter Arbeitsleistung wie z. B. beim Treppensteigen, beim Bücken u. s. w. Dyspnoe sich einstellt; es gilt ja die Dyspnoe als wichtigster Index für erschwerte und ungenügende Circulation. Ebenso sprechen wir von „Insufficienz“ der Herzleistung, wenn wir irgend welche Functionsanomalien der Herz-Gefässarbeit finden, z. B. wenn festgestellt wird, dass die Herzgrenzen erweitert sind, dass der Spitzenstoss nach aussen gewandert ist, dass bei dosirter Arbeitsleistung hochgradige Pulsbeschleunigung vorhanden ist. Eine solche Methode der functionellen Untersuchung kann uns jedoch nur im Allgemeinen darüber orientiren, dass die Leistungsfähigkeit des Herzens herabgesetzt ist; dagegen werden wir nicht unterrichtet, ob eine wesentliche Schädigung der Herzleistung vorhanden ist, ob die Herabsetzung der Herzfunction bedingt ist durch irgend eine Form der Myocardläsion, ob abnorme „Gefässwiderstände“ im Körper vorhanden, ob eine Combination beider Momente einwirkt, ob nur sogenannte „functionelle Neurosen“ die Herzthätigkeit beeinflussen — Fragen, mit denen wir uns später ausführlich beschäftigen müssen.

Um objectiv zu prüfen, ob der Herzmuskel leistungsfähig ist, hat man bereits in den 90er Jahren die Blutdruckmessung nach Körperarbeit benutzt [Oertel, Rieder und Maximowitsch¹⁾]; in jüngster Zeit haben speciell Masing, Moritz und Buttermann²⁾ das Verhalten des BD bei Herzgesunden und Herzkranken studirt und aus dem Verhalten des BD und unter Berücksichtigung des klinischen Befundes auf den Functionszustand des Herzmuskels zu schliessen versucht. Indessen sind die Anschauungen und Befunde der einzelnen Autoren völlig widersprechend; diese Widersprüche erklären sich z. Th. wenigstens dadurch, dass die einzelnen Autoren über Suffizienz und über Insufficienz der Herzleistung urtheilen auf Grund des klinischen Eindrucks und des klinischen Befundes. Klinischer Eindruck und Befund werden unsicher, sobald es sich um geringe Differenzen in den objectiven Veränderungen handelt. So nehmen Buttermann und Masing auf Grund des klinischen Eindrucks an, dass die Steigerung des BD während oder nach dosirter Arbeitsleistung beweisend sei für eine Steigerung der Herzleistung, dagegen spricht Moritz bei BD-Steigerung von Willens-Anstrengung und „Ermüdung“. Derartige Gegensätze in der Auffassung und Beurtheilung sind offenbar nur deshalb möglich, weil wir kein objectives Criterium besitzen, um über Suffizienz und Insufficienz der Herzleistung urtheilen zu können, und so lange wir nicht lernen, alle Componenten, welche bestimmend auf die Höhe des BD einwirken, zu berücksichtigen und zu würdigen. Die Höhe des BD hängt nicht nur von der Grösse der Herzleistung und vom Spannungszustand der Gefässe ab, sondern wird z. Th. wenigstens beeinflusst durch den mechanischen Druck, den die im Haut-Muskelgebiet lastende Blutmasse ausübt, wie dies in jüngster Zeit von Tigerstedt, Gottlieb und

1) Archiv f. kl. Med. Bd. 46.

2) l. c.

Magnus¹⁾, O. Müller²⁾ betont worden ist — Fragen, die im Zusammenhang besprochen werden müssen.

Noch sei einleitend bemerkt, dass der BD während und nach dosirter Arbeitsleistung bald steigt, bald fällt, und dass wir uns über das Verhalten des BD nur dadurch unterrichten können, dass wir den Ablauf dieser Schwankungen beobachten und feststellen.

Die meisten Autoren wie insbesondere Masing nehmen an, dass BD bei körperlicher Arbeitsleistung steigt und dass diese Steigerung bedingt sei durch eine vermehrte Arbeitsleistung des Herzmuskels, welcher in der Zeiteinheit ein grösseres Schlagvolumen auswerfe. In demselben Sinne deutet Masing ein Sinken des BD dahin, dass das Schlagvolumen sich verkleinert habe, weil der Herzmuskel durch die Grösse der Arbeitsanstrengung „ermüdet“ sei. Dagegen betont Karrenstein auf Grund zahlreicher Untersuchungen bei Soldaten, die einen grösseren Weg zurücklegen und dabei eine Anhöhe ersteigen mussten, dass der BD nach grösserer Muskelarbeit entweder gleich bleibe oder gesunken sei, dass nur nach Flüssigkeitsaufnahme resp. Biergenuss der BD angestiegen sei, wie dies Rieder und Maximowitsch schon früher betont hatten. Die Senkung des BD nach grösserer Arbeitsleistung sei als physiologischer Vorgang aufzufassen, dadurch bedingt, dass der N. depressor eine Entspannung der Haut-Muskelgefässe herbeiführe und so den Druck in der Aorta übercompensire.

Moritz hat das Verhalten des BD bei Gesunden und bei Herzkranken während der Arbeit untersucht; er glaubt für Herzgesunde ein bestimmtes Verhalten des BD als typisch aufstellen zu können und zwar bleibe der BD zunächst unverändert; 2. er steige jedoch bei mässig ermüdender Arbeit an und falle bei Arbeitsschluss zur Norm; 3. der BD steige stetig bei stark ermüdender Arbeit an und 4. Uebergangsformen zwischen 1—2—3.

Bei Herzkranken kommt Moritz zu folgenden Schlüssen:

1. Bei Myodegeneration bewirke die Arbeit eine Steigerung des BD, jedoch sinke er häufig noch während der Arbeit, meist ohne die normale Höhe zu erreichen. Nach Arbeitsschluss kehre der BD langsamer zur Norm zurück als dies bei Gesunden der Fall sei. Ist die BD-Steigerung sehr gross, so liege eine schwere Functionsstörung des Herzens vor.

2. Bei Herzklappenfehlern kann der BD sich normal verhalten, falls der Klappen defect gering ist; liegt ein starker Defect vor, so bekommen wir oft ein Verhalten wie sub 1. Zum Beginne der Arbeit kann ausnahmsweise eine BD-Senkung eintreten.

3. Bei sämmtlichen Herzkranken könne BD nach Arbeitsschluss unter die Norm sinken, was als Herzer müdung aufzufassen sei (?!).

4. Die Compensationsstörung spräche sich durchaus nicht immer in einer BD-Senkung bei Körperarbeit aus.

Moritz wendet sich mit Entschiedenheit gegen Buttermann (l. c.),

1) Arch. f. exper. Pathologie. Bd. 50.

2) Ueber die Blutvertheilung im menschlichen Körper unter dem Einfluss thermischer Reize. Arch. f. klin. Med. Bd. 82. S. 576 u. S. 585.

welcher ebenfalls das Verhalten des BD bei Herzkranken nach Arbeitsleistung studirt hatte. Nach B. führt die Arbeitsanstrengung, so lange der Herzmuskel leistungsfähig sei, zur BD-Steigerung; dagegen träte Senkung des BD in den Fällen ein, in welchen an und für sich auf Grund des klinischen Verhaltens eine Schwächung der Herzleistung anzunehmen gewesen wäre.

Bereits vor dem Erscheinen der Moritz'schen Arbeit hatte Gräupner¹⁾ darauf hingewiesen, dass wir überhaupt nicht aus dem Verhalten des BD während der Dauer der dosirten Arbeitsleistung einen Schluss auf die Leistungsfähigkeit des Herzmuskels ziehen können, denn bei herzschwachen Individuen trete ein derartiger Wechsel der BD-Erscheinungen ein, dass ein einheitliches Gesetz nicht aufgestellt werden kann. Dies sei auch leicht verständlich, denn der BD sei abhängig von mehreren Factoren, die alle in sich labil wären je nach der Grösse und je nach der speciellen Form der Arbeitsanstrengung. Es kämen für die Regulirung des BD in Betracht: Functionsenergie des Herzmuskels, Grösse der Vasomotoren- und Dilatorenenerregung, Grösse der Blutmasse, die in den Hautmuskelgefässen circulire; im Gegensatz zu diesen labilen Bedingungen des Kreislaufvorganges tritt eine gewisse Constanz der Kreislaufsarbeit ein, sobald die Arbeit beendet ist; es müsse alsdann die Blutmasse im Körperinneren sich gleichmässig vertheilen, die Vasomotorenerregung klinge ab; der Herzmuskel müsse den Gleichgewichtszustand der Circulation (Herstellung des hydrostatischen Gleichgewichts zwischen arteriellem und venösem System) herstellen.

Nunmehr müsse das Verhalten des BD maassgebend werden für die Beurtheilung der Herzleistung. Entweder ist das geleistete Arbeitsmaass zu gross gewesen für den Untersuchten und hat zu Anstrengung und Ueberanstrengung des Herzmuskels geführt — oder das geleistete Arbeitsmaass lag innerhalb der Suffizienz; in jedem dieser Fälle muss ein verschiedenes Verhalten des BD gefunden werden. — Gräupner betont ferner in dieser Arbeit, dass wir über Suffizienz und Insuffizienz der Herzleistung nicht urtheilen dürfen, lediglich auf Grund des klinischen Eindrucks und Befundes, die verschieden aufgefasst und gedeutet werden können, sondern dass wir ein objectives Kriterium aufstellen müssen. Ein solches Kriterium besteht darin, dass wir dasselbe Maass dosirter Arbeit unter gleichen Bedingungen zweimal oder gar dreimal hintereinander arbeiten lassen und nach jeder einzelnen Arbeitsleistung das Verhalten des BD prüfen! Naturgemäss muss, wenn das einzelne Arbeitsmaass zu hoch ist für die Leistungsfähigkeit des Herzmuskels, ein anderes Verhalten der BD-Curve eintreten, als wenn das Arbeitsmaass innerhalb der Suffizienz liegt. So müssen die Verschiedenheiten der BD-Curven bei gleicher Arbeitsleistung uns unterrichten, ob die geleistete Arbeitsleistung zu gross ist für den Herz-Gefässapparat oder nicht. — Auf Grund aller dieser Erwägungen

1) Gräupner, Mechanische Prüfung der Herzfunction. Berl. Klinik. 1902. Dec.-Heft. cf. auch: Functionelle Prüfung des Herzmuskels. Med. Kalender. 1905. (Frankfurt: Alt.)

untersuchte Gräupner Herzgesunde und Herzkranke und kam zu folgenden Hauptschlüssen:

1. Unmittelbar nach der Arbeit steht BD höher und kehrt desto rascher zur Norm zurück, je kräftiger das Herz.

2. Wird das Arbeitsmaass zu gross, so kann BD-Senkung gefunden werden, die aber mehr oder minder rasch zur Norm ansteigt, dieselbe übersteigt (= secundäre Steigerung), um dann erst zur Norm zurückzukehren! (= physiologische Insufficienz.)

3. Unter pathologischen Bedingungen kehrt der gesunkene BD zur Norm zurück. Ein Ueberschreiten der Norm findet nicht statt.

Auf Grund dieser Feststellungen und auf Grund mehrjähriger Beobachtungen an denselben Herzkranken glaubte G. zu dem Schlusse sich berechtigt, dass wir im Stande sind, aus dem Maasse der geleisteten Arbeit und aus der individuellen Gestaltung der BD-Curven nach vollendeter Arbeit ein objectives und vergleichbares Urtheil über die Grösse der Herzleistung und über die Grösse der pathologischen Gefässwiderstände zu erhalten!

Nach den von G. aufgestellten Untersuchungsprincipien hat Bauer functionelle Prüfungen an Herzgesunden und an Herzkranken durchgeführt und die Bedeutung der functionellen Untersuchungsmethode bereits in der damals geübten Form anerkannt. Nur hat Bauer auf die secundäre Steigerung des BD nicht geachtet; die einzelnen Einwände von Bauer finden in den späteren Ausführungen dieser Arbeit ihre Erledigung.

Wenn es in der That richtig ist, dass jeder bestimmten mechanischen Arbeitsleistung nach entsprechender Einübung ein bestimmtes individuelles Verhalten des BD entspricht, derart, dass wir aus dem Curvenablauf und aus dem Maasse der geleisteten Arbeit ein objectives Urtheil über die Grösse der Herzleistung erhalten, so würde uns diese Methode die Möglichkeit schaffen, unabhängig von den Resultaten der Percussion und Auscultation die Leistungs- und Anpassungsfähigkeit des Herzens (die Contractions-Energie oder Myocardleistung) zu prüfen! Sobald wir jedoch erst die contractilen Kräfte des Myocard unabhängig und objectiv feststellen können, sind wir befähigt, den klinischen Befund durch diese Methode zu controliren und in seiner Tragweite zu beurtheilen.

Bei der ausserordentlichen Bedeutung, welche die Klinik der rein functionellen Beurtheilung des Herzmuskels beilegt, lag es nahe, die Grundlagen der functionellen Untersuchungsmethode vermittelt messbarer Arbeit von Neuem zu prüfen unter Benutzung weiterer technischer Hilfsmittel. Gräupner hatte einen Arbeitsmesser (= Ergometer) construiert, welcher gestattet messbare Arbeit entweder mit der Beuge- oder mit der Streckmuskulatur je eines Armes im Stehen oder im Sitzen verrichten zu lassen; vermittelt desselben Apparates können wir auch dasselbe Arbeitsmaass mit den Beinen im Liegen arbeiten lassen und zwar nach Wahl mit der Extensoren-, wie mit der Flexoren-Muskulatur. — Da im Stehen und im Liegen die Grösse der Gefässwiderstände natürlich verschieden ist, da jedoch der Herzmuskel dieselbe O-reiche Blutmasse bei

1) Congr. f. innere Medicin. 1904. Nachtrag.

der Absolvierung derselben Arbeitsgrösse im Stehen und im Liegen zu fördern hat, so sind wir im Stande, vermittelt dieser Apparathconstruction die Grösse der Gefässwiderstände und deren Rückwirkung auf die Herzfunction in verschiedenen Körperlagen zu prüfen und zu messen. So lernen wir unterscheiden, wie weit die gleiche Myocardleistung in den verschiedenen Körperlagen durch die Grösse der Gefässwiderstände beeinflusst wird.

Ferner sollte zur Messung des BD das Instrument von Riva Rocci benutzt werden, während Gräupner bisher nur mit Gärtner's Tonometer gearbeitet hatte. — Dank der Liebenswürdigkeit des Herrn Geh. Med.-Raths Prof. Dr. Brieger konnten wir (d. h. Gräupner selbst und Siegel) diese Untersuchungen im Königlichen hydrotherapeutischen Institut durchführen. Wir fanden daselbst auch die willkommene Gelegenheit, den Einfluss der CO₂-Bäder auf die Grösse der Herzarbeit zu studiren, d. h. festzustellen, in weit unter dem Einfluss der Bäder die absolute Herzkraft und die Grösse der Gefässwiderstände geändert werden; wir werden auf diese speciellen Untersuchungen im Laufe der Arbeit eingehen!

Unsere Aufgabe bestand zunächst darin, festzustellen, welche Aenderungen des BD nach Körperarbeit eintreten, ob dieselben gesetzmässig und typisch verlaufen, wie weit dieselben abhängig sind vom Maasse der Arbeit, von der individuellen Grösse der Herz- oder Myocardkraft und von der Grösse der Gefässwiderstände.

Wir mussten ferner prüfen, ob gewisse Veränderungen des BD nach geleisteter Arbeit unabhängig vom Corzustand auftreten und lediglich dadurch bedingt sind, dass das Maass der mechanischen Arbeitsanstrengung local in den arbeitenden Muskeln den Gefässtonus beeinflusst. Diesbezüglich sei erinnert, dass G.'s Untersuchungen bisher mit dem Zuntz'schen Ergometer durchgeführt wurden und dass die Arbeit an diesem Instrument die Thätigkeit fast aller Armmuskeln beansprucht. Es besteht das Z.'sche Ergometer aus einem fest montirten Rade, welches vermittelt eines Hebels um eine feste Axe rotirt wird. Die Grösse der zu leistenden Arbeit verlangt, dass mit beiden Armen das Rad gedreht wird und die Muskelanstrengung kann nun in der That locale Veränderungen im Gefässtonus der Art. radiales herbeiführen, durch welche der BD im depressorischen Sinne beeinflusst wird. Diese Fehlerquelle müssen wir beachten, wenn wir den BD an demjenigen Arm messen, welcher gearbeitet hatte.

Ferner hatte G. bei seinen früheren Untersuchungen den BD stets in liegender Haltung des Patienten untersucht; beim Wechseln der Körperhaltung vom Stehen zum Liegen tritt sofort eine wesentliche Aenderung der Circulationsbedingungen ein; es werden im Liegen die Gefässwiderstände sich rascher ausgleichen als im Stehen, da ja das venöse Blut rascher und in grösserer Menge dem Herzmuskel zuströmt und da andererseits das arterielle Blut leichter nach dem Kopf abströmt, — so lange natürlich rechte und linke Herzkammer gleichmässig günstig arbeiten.

Es war nun von uns zu prüfen, ob dieselben typischen BD-Schwankungen, welche bisher im Liegen gefunden worden waren, auch im Sitzen

zu constatiren sind, welchen Einfluss die verschiedenen Körperlagen auf Form und zeitlichen Verlauf der BD-Schwankung ausüben.

Ferner war bisher das BD-Verhalten erst vom Moment der eingetretenen Pulsberuhigung an gemessen worden, doch ergab sich aus wiederholten Feststellungen, dass unmittelbar nach der Arbeit der BD Schwankungen zeigte, die bereits abgelaufen waren, bevor die erste Messung mit Gärtner's Tonometer gemacht werden konnte. Um nun unmittelbar nach beendeter Arbeit messen zu können, legten wir die sogenannte Recklinghausen-Manchette bereits vor der Arbeit dem Patienten an und verbanden dieselbe, bevor die Arbeit noch vollendet war, mit dem Manometer, sodass der BD sofort gemessen werden konnte.

In zweiter Linie mussten wir bei unseren Untersuchungen objectiv prüfen, ob ein Individuum, sobald BD constant, d. h. zur „Norm“ zurückgekehrt war, nunmehr befähigt war, unter absolut gleichen Bedingungen dasselbe Arbeitsmaass von Neuem zu leisten(!), ob alsdann derselbe Normaldruck ebenso rasch oder noch rascher zurückkehrte. Ebenso mussten wir nachweisen, ob die BD-Schwankungen sich niedriger bewegten, dass also „Uebungsfähigkeit“ des Gefässapparates vorhanden war. — Der Vorgang der „Uebung“ charakterisirt sich nach Zuntz und Kronecker¹⁾ dadurch, dass die Grösse der Gefässerregung abnimmt, dass der Stoffverbrauch (O-Aufnahme und CO₂-Ausscheidung) sinkt, weil der Organismus lernt, einen bestimmten Arbeitszweck mit möglichst geringer Herz- und Gefässerregung zu erfüllen. Die Uebung führt demgemäss eine Regulation der Herz- und Gefässarbeit in Bezug auf das verlangte Arbeitsmaass herbei. So war es unsere Aufgabe, zu zeigen, dass durch „Uebung“ die Gefässerregung geringer wird, dass schliesslich ein Minimum der Gefässerregung für die Durchführung eines bestimmten Arbeitszweckes eintritt, welches gleich bleibt und durch weitere Uebung zunächst nicht mehr reducirt werden kann. Dieses Minimum der Herz-Gefässarbeit ist natürlich für die Constitution des betreffenden Individuums, speciell für die Grösse seiner Herzleistung in Rücksicht auf das geleistete Arbeitsmaass charakteristisch. Wenn z. B. ein Mensch mit den Flexoren des rechten Armes $100 \times 6 \times \frac{1}{2}$ mkg rhythmisch hebt und nach vollbrachter Arbeit die BD-Schwankung von 125, 115, 115, 115, 110, 110, 110 und fortlaufend 110—108—112 Hg zeigt und wenn das Absinken von 125 bis auf 110 (als mittlere Zahl gewählt) $1\frac{1}{2}$ —2 Minuten dauert, wenn alsdann derselbe Mensch wiederum $100 \times 6 \times \frac{1}{2}$ mkg Flexorenarbeit leistet und nunmehr eine BD-Schwankung von 115—110—108—110 fortlaufend in einer Minute zeigt, wenn schliesslich derselbe Mensch zum 3. Mal dieselbe Arbeit leistet und wiederum sich BD 115—110—112—108—110 u. s. w. in einer Minute einstellt, so ist diese specielle Form der BD-Schwankung charakteristisch für die derzeitige constitutionelle Leistungsfähigkeit des Herz-Gefässapparates. Diese Form der BD-Curve belehrt uns übrigens, wie wir später auseinander setzen werden, dass

1) Conf. Ueber den Einfluss der Uebung auf den Gaswechsel von Max Gruber. Zeitschr. f. Biologie. 1891. Ausführliche Zusammenstellung der gesamten Litteratur bei Schnyder: Muskelkraft und Gaswechsel. Zeitschr. f. Biol. 1896. 33.

die geleistete Flexorenarbeit von $100 \times 6 \frac{1}{2}$ mkg völlig innerhalb der Suffizienz des untersuchten Herzens lag. — Wir können also die Grösse der Herz-Gefässarbeit, die für ein bestimmtes Arbeitsmaass nötig ist, ausdrücken durch die Schnelligkeit, mit der die BD-Curve abläuft.

Wir sprachen vorhin von $100 \times 6 \times \frac{1}{2}$ mkg Flexorenarbeit des rechten Armes. Ebenso müssen wir nachweisen können, dass auch $100 \times 6 \times \frac{1}{2}$ mkg Extensoren-Arbeit des rechten Armes resp. des linken Armes bei entsprechender Uebung dieselbe BD-Schwankung bei diesem bestimmten Individuum zeigt. — Jedoch würden sich die BD-Reaktionen bei Extensorenarbeit ändern gegenüber der Flexorenarbeit, wenn die rechte Herzkammer aus irgend welchen Gründen functionell schwächer wäre als die linke Herzkammer. Bei grösser Streckarbeit der Armmuskulatur muss nämlich das Schulterblatt und indirect der Thorax festgestellt werden; je mehr jedoch der Thorax fixirt wird, desto grösser wird der Gefässwiderstand, den das rechte Herz beim Ansaugen und Durchtreiben der Blutwelle durch den Lungenkreislauf überwinden muss. Daher werden wir Schwächezustände der rechten Herzkammer daran erkennen, dass Streckarbeit ungünstigere BD-Reaktionen zeigt wie das gleiche Maass der Flexorenarbeit — trotz entsprechender Uebung. — Natürlich würde die BD-Curve noch ungünstiger sich gestalten, wenn gleichzeitig auch das linke Herz afficirt wäre.

Die geringsten Gefässwiderstände für den Herzmuskel sind zu erwarten, wenn wir in halbbliegender Stellung Streckarbeit mit dem rechten oder mit dem linken Bein leisten und gegen einen Widerstand arbeiten! Im Liegen fliesst das venöse Blut dem Herzen leichter zu als im Stehen, — ebenso strömt das arterielle Blut im Liegen leichter ab als in der Verticalstellung und deshalb erwarten resp. finden wir, dass Streckarbeit mit den Beinen im Liegen die Herz-Gefässarbeit beim Gesunden am wenigsten beansprucht. Dagegen beeinflusst Beugearbeit des Beines in liegender Stellung den BD sehr beträchlich, sobald die Flexoren des Unterschenkels gegen einen Widerstand arbeiten müssen. Es ist bekanntlich der Querschnitt der *M. semitendinosus* und *semimembranosus*, sowie der *M. gemelli* sehr gering und kann nur wenig Blut fassen, daher tritt, sobald diese Muskeln eine grössere Arbeit zu leisten haben, welche für ihren anatomischen Umfang zu gross ist, bald Müdigkeitsgefühl ein und objectiv constatiren wir im Verhalten des BD das Auftreten grösserer Gefässwiderstände. Näheres darüber in unseren Schlussbemerkungen.

Die complicirtesten Bedingungen für den Ablauf der Circulationsarbeit dürften jedoch eintreten, wenn wir eine Arbeitsform wählen, welche den Thorax oder die Bauchpresse feststellt, wenn wir z. B. den Rumpf beugen, Rumpf drehen, Lasten auf dem Rücken tragen lassen etc. Die Feststellung des Thorax in Expirations- oder in Inspirationsstellung führt ähnliche Circulationshemmungen herbei, wie sie — freilich in extremster Form — durch den Valsalvaversuch und durch den Müllerschen Versuch herbeigeführt werden. Bei forcirter Expirationsstellung wird das Lungengefässsystem entleert, — der grosse Kreislauf wird überlastet, das Schlagvolumen wird kleiner. Im Röntgenbilde sieht man, dass der Herzschatten immer kleiner wird in Folge der verminderten

Füllung der Herzkammern (Kraus). — Bei forcirter Inspirationsstellung werden das Herz und alle intrathoracalen Gefässe derart überfüllt, dass der grosse Kreislauf relativ leer wird (Joh. Müller). Das Schattenbild des Herzens wird grösser (Kraus). — Wie weit der Herzmuskel durch solche Arbeitsformen, die zur Feststellung des Thorax führen, geschädigt wird, würde sich auf Grund der Bestimmung der BD-Schwankungen leicht entscheiden lassen.

In dritter Linie müssen wir uns mit der von Gräupner hervorgehobenen Thatsache beschäftigen, dass der BD, wenn er unmittelbar nach beendeter Arbeit gesunden war, nicht nur ansteigt, sondern vor Allem die Norm überschreitet, ein Verhalten des BD, welches ursprünglich von G. als „physiologische Insufficienz“ bezeichnet worden war, weil es auch bei herzgesunden Menschen bei entsprechend grosser Arbeitsleistung eintreten kann resp. muss. — Indessen wollen wir richtiger diesen Zustand nunmehr im Laufe dieser Arbeit als „functionelle“ Insufficienz bezeichnen, um anzudeuten, dass die Insufficienz nur durch die Grösse der Gefässwiderstände bedingt ist, dass sie durch Uebung zu beeinflussen ist und weil der Ausdruck: physiologische Insufficienz bei der Beurtheilung der pathologischen Herz-Gefässarbeit störend ist.

An und für sich war dies Ansteigen des BD über die Norm bereits Grebner und Grünbaum, ebenso Masing und selbst Moritz (l. c.) bekannt, doch haben sie die Bedeutung derselben nicht gewürdigt.

Viertens ist festzustellen und zu prüfen, dass beim Ausbleiben dieser secundären Steigerung, wenn der BD nur langsam zur Norm steigt, die Leistungsfähigkeit des Myocard gesunken ist. Die Ursache, warum bei verringerter Leistungsfähigkeit des Myocard die secundäre BD-Steigerung ausfällt, wird so weit als möglich festzustellen sein auf Grund der klinischen Analyse der von uns untersuchten Fälle und auf Grund unseres physiologischen Wissens.

Bei unseren Untersuchungen bedienten wir uns folgender Versuchsanordnung. Nach der Feststellung des klinischen Befundes lassen wir den zu Untersuchenden eine kleine Arbeit im Stehen, Liegen oder Sitzen verrichten; wir stellen zunächst fest, welche Form der BD-Curve sich entwickelt und wie lang es währt, bis der BD zur Norm zurückkehrt.

Wir lassen alsdann dieselbe Arbeit zum 2. resp. 3. Mal arbeiten, um zu controliren, wie weit die Herz-Gefässarbeit durch Uebung zu beeinflussen ist. Nunmehr lassen wir den zu Untersuchenden unter gleichen Bedingungen eine grössere Arbeit leisten und stellen wiederum fest, ob „Uebung“ möglich ist. Sobald bei Wiederholung desselben Arbeitsanspruches, beim sogenannten: Contraversuch, eine Verschlechterung der BD-Curve gefunden wird, werden wir noch ein drittes Mal und bei demselben Arbeitsanspruch untersuchen, weil sich doch noch zuweilen beim 3. Arbeitsversuch eine Uebungsfähigkeit des Gefässapparates einstellt.

Auf diesem Wege stellen wir fest, bei welchem Maasse der Arbeitsleistung functionelle Insufficienz sich einstellt, wie weit dieselbe durch „Uebung“ zu beeinflussen ist, ob Myocardschwäche vorhanden u. s. w. Aus dem Maasse der geleisteten Arbeit, nach dem sich ja der O-Bedarf des Körpers richtet, aus der Dauer der BD-Wirkung, aus der Form der

secundären Steigerung, aus dem Ausbleiben derselben ziehen wir unsere functionellen Schlüsse, stets controlirend, wie weit die Percussion uns gleichsinnige Resultate giebt. — Man wird überrascht sein, gewöhnlich gesetzmässige BD-Curven, zumal bei Durchführung des Contraversuches zu finden.

Freilich wird es auch einer gewissen „Uebung“ des Untersuchers selbst bedürfen, ehe er lernt, gleichmässig zu beobachten und Fehlerquellen zu vermeiden. — Auf Grund unserer persönlichen Erfahrung rathen wir, zunächst ausschliesslich Herzgesunde zu untersuchen, weil man hier viel leichter und sicherer auf die Fehlerquellen aufmerksam wird. So leicht es ist, mit Riva-Rocci raschfolgende BD-Bestimmungen durchzuführen, so muss doch berücksichtigt werden, dass bei Minuten während der Compression des Oberarmes durch die sogenannte Manchette leicht Stauungserscheinungen am Unterarm auftreten, welche die Palpation der Pulswelle unsicher machen. Wenn Oedem im Unterarm sich entwickelt, so wird das Durchfühlen des Pulses erschwert, — scheinbar sinkt die Grösse der Pulswelle und schon bei geringer Compression des Oberarmes durch Luftentreiben in die Manchette wird bereits ein Schwinden der Pulswelle scheinbar herbeigeführt. Wir erhalten alsdann sehr geringe Werthe für die Höhe des maximalen Pulsdrucks, die der Wirklichkeit nicht entsprechen. — Es ist wichtig, hervorzuheben, dass dieses scheinbare Sinken der Pulswelle beginnt, bevor noch das Oedem äusserlich sichtbar ist. — Anscheinend wird dies latente Oedem von den einzelnen Autoren, welche über den maximalen Pulsdruck und über den mittleren (= diastolischen) Blutdruck arbeiten (Strassburger, Fellner u. a.), wenig beachtet, wenigstens wird die Bedeutung des latenten Oedems von keinem der zahlreichen Autoren erwähnt.

Zur Vermeidung der Stauungsgefahr brachten wir zwischen Manchette und Manometer einen Dreiweghahn an, ähnlich wie Masing und liessen principiell nach 3—4 Ablesungen d. h. alle 30 Secunden die Luft austreten.

Wir benutzten zur Compression des Oberarmes die grosse Manchette von Recklinghausen¹⁾, nachdem wir uns überzeugt hatten, dass bei Anwendung „kleiner“ Manchetten, die nur 4—5 cm breit sind, absolut zu hohe BD-Werthe gefunden werden und dass vor allem bei Anwendung der kleinen Manchette durchschliessende Pulse den Gang der Untersuchung störten.

Man legt bekanntlich die Manchette am entspannten Oberarm an und wird am besten die für den Oberarm nöthige Weite durch ein Centimetermaass ein für allemal bestimmen, um die Manchette stets gleich weit anzulegen. Wird die Manchette zu weit angelegt, so müssen wir mehr Luft einpumpen, um den Radialpuls verschwinden zu machen und wir erhalten zu hohe BD-Werthe; — legen wir die Manchette zu straff an, so wird die Gefahr der latenten Stauung desto grösser.

Es war interessant, bei unseren Versuchen feststellen zu können, dass nach Arbeitsleistung der Tonometer von Gärtner, der den Druck

1) Archiv f. exp. Pathologie. Bd. 46.

in den feinsten Fingerarterien misst und Riva-Rocci, der den Druck in der Art. brachialis bestimmt, im Wesentlichen parallel gehende Resultate zeigten, wenn auch Riva-Rocci im Allgemeinen um 10—15 mm höhere Werthe giebt. Neuerdings betont Raab¹⁾, dass Gärtner's Tonometer höhere Werthe giebt wie Riva-Rocci, wenn die Capillaren weit und entspannt sind, und umgekehrt zu niedrige Werthe zeigt, wenn die Capillaren verengt sind. Jedoch sei gewöhnlich eine mittlere Einstellung der Capillar- und Arterienweite vorhanden, sodass ein gleichsinniges Verhalten beider Instrumente gefunden wird. Insbesondere betont Raab, dass während körperlicher Arbeit beide Instrumente parallele Werthe zeigten. Indessen müssen wir betonen, dass unmittelbar nach der Arbeit bei der ersten und zweiten Bestimmung mit Gärtner niedrigere Werthe gefunden werden als mit Riva-Rocci. Wir müssen wohl an die von Raab betonte Möglichkeit denken, dass Capillar- und Arterienweite sich vorübergehend gegensätzlich verhalten können, bis gleichmässige Einstellung erfolgt.

Bei Anwendung des Riva-Rocci empfiehlt sich behufs gleichmässiger Messung den Vorderarm in einer Schiene zu legen, und die Hand in leicht supinirter Haltung zu fixiren, damit wir die Art. radialis stets gleichmässig fühlen. Das Tastgefühl, das bei Riva-Rocci ausschlaggebend ist, ermüdet rascher, als der Gesichtssinn, dessen wir bei Gärtner bedürfen und der leichter und schärfer eingestellt werden kann. Auch ist die Uebersicht der gesammten BD-Curven, die mit Gärtner aufgenommen wird, übersichtlicher als die mit Riva-Rocci gewonnene Curve, weil die Millimeter Eintheilung und die Ermüdbarkeit des Tastsinns die einzelnen Bestimmungen ein wenig differiren lassen, während bei der Gärtner'schen Skala nur Differenzen von 0,5 cm abgelesen werden. Es empfiehlt sich vielleicht den Riva-Rocci-Apparat mit der Gärtner'schen Skala zu montiren.

Zur Dosirung der Arbeitsleistung benutzen wir den Ergometer von Zuntz und den jüngst von Gräupner construirten Arbeitsgeber.

Beim Zuntz'schen Ergometer handelt es sich, wie oben bereits kurz erwähnt, um ein fest montirtes Rad, über dessen Peripherie ein Bremsband schleift; das Bremsband trägt eine Schaale, welche mit 1 resp. 2 kg u. s. w. belastet wird. Beim Drehen des Rades muss das Gewicht gehoben werden (sc. bei entsprechender Regulirung). Die geleistete Arbeit berechnet sich aus dem Gewicht und dem Umfang des Kreises zwischen Radmitte und Aufhängepunkt der Schaale; der Kreisumfang beträgt 3 m, sodass bei einer Belastung von 1 kg bei einem einmaligen Umdrehen des Rades 3 mkg geleistet werden!

Bei Gräupner's Ergometer handelt es sich um 2 parallel geschaltete dynamische Parallelogramme. Jedes Parallelogramm ist an der unteren Kante montirt und trägt an der oberen Kante vorn seitlich einen Bügel. An dem Bügel wird ein Zugseil befestigt, das je nach der zu leistenden Arbeitsform über eine vordere oder hintere Rolle hinweggleitend zu einem Lastträger läuft, welcher nach Belieben belastet wird. An der oberen Kante wird entweder ein Hebel oder nach Wahl eine Metallsohle für

1) Münch. med. Wochenschr. 1905. No. 50.

Beinarbeit befestigt. Vermittelst dieser Vorrichtungen wird das Parallelogramm nach vorn oder hinten bewegt; dabei zieht der Bügel die Last an; je nach Schaltung des Zugseils wird die Last beim Vorwärtsbewegen resp. beim Rückwärtsbewegen des Parallelogramms um ca. 50 cm gehoben, also durch Beugen oder Strecken der Arm- resp. Beinmuskulatur.

Wird der Hebel auf die obere Kante aufgeschraubt, so können wir je nach Schaltung des Zugseils mit den Armmuskeln Extensoren- oder Flexorenarbeit leisten und zwar im Stehen oder im Sitzen! Schalten wir statt des Hebels die Metallsohle ein, welche Lederriemen trägt, so können wir halbliegend mit dem Fusse Streckerarbeit oder Beugearbeit verrichten! — Vermittelst dieser Apparatcheconstruction lässt sich die gleiche (mechanische) Arbeitslast im Stehen, Sitzen oder Liegen mit Extensoren- oder mit Flexoren-Muskulatur arbeiten.

Zur Feststellung der zeitlichen Dauer der Arbeitsleistung und der darauf folgenden Entwicklung der BD-Curve benutzen wir eine Sekunden- uhr, — die sogenannte „Rennuhr“.

Wir haben nun eine Reihe von herzgesunden und herzkranken Individuen nach den oben entwickelten Untersuchungsprincipien functionell geprüft und die Resultate, soweit sie Interesse bieten, in der Tabelle zusammengestellt. Wir ersehen aus ihr die Grösse und Form der geleisteten Arbeit, die Gestaltung der BD-Curve und deren zeitliche Dauer! Wir ersehen ferner aus der Tabelle, wie durch wiederholtes Arbeiten desselben Arbeitsanspruches die BD-Schwankung beeinflusst wird, — wir ersehen ferner aus derselben, wir trotz gleicher Arbeitsleistung im Stehen und im Liegen die BD-Schwankungen verschieden gestaltet werden und wie schliesslich Beugung und Streckung mit den Armmuskeln, anderseits Beugung und Streckung der Beinmuskeln verschiedene Resultate geben können oder geben müssen!

Wir haben ferner die unmittelbare Pulsbeschleunigung am Ende der Arbeit und die Pulsfrequenz nach Ablauf der BD-Curve notirt.

Aus diesen Untersuchungen ergibt sich von Neuem, dass die von Gräupner bereits 1902 aufgestellten Beziehungen zwischen Muskulararbeit und Funktionszustand des Herz-Gefässapparates vorhanden sind und mit relativ leichter Untersuchungstechnik nachgewiesen werden können. Im Einzelnen können wir folgende gesetzmässige Beziehungen zwischen Grösse der Arbeitsleistung und der dadurch hervorgerufenen Herz-Gefässarbeit aufstellen (cf. Tabelle).

1. Mässige Arbeitsansprüche bei kräftigen Individuen führen überhaupt keine Veränderung des BD nach beendeter Arbeit herbei; doch müssen wir beachten, dass unter pathologischen Bedingungen die Schwankungen des BD erst nach $\frac{1}{2}$ Minute beginnen können (cf. Fall).

2. Eine weitere Steigerung der Arbeitsansprüche bewirkt, dass BD unmittelbar nach der Arbeit höher steht, jedoch mehr minder rasch zur Norm zurückkehrt. Durch Wiederholung derselben Arbeit („Contraversuch“) kann bewirkt werden, dass BD weniger hoch ansteigt, und rascher zur Norm zurückkehrt („Uebung“). Eventuell stellt sich in Folge der Uebung das Verhalten sub. 1 ein. — Andererseits kann der Contraversuch bewirken, dass die BD-Schwankung länger andauert und eine Form

zeigt, die wir sub. 3 beschreiben und die uns zeigt, dass das Arbeitsmaass bereits „anstrengend“ auf Herz-Gefässarbeit zurückwirkt.

3. Wird der Arbeitsanspruch weiter gesteigert, so finden wir nach der Arbeit unmittelbar eine Senkung des BD. Jedoch steigt BD rasch über die Norm und fällt dann erst zur Norm zurück! — Wiederholung derselben Arbeit (Contraversuch) kann aus dieser vorliegenden Form des BD-Verhaltens wiederum die sub 2 geschilderte Schwankung herbeiführen.

Wenn indessen das Arbeitmaass bereits die Suffizienz des Herzmuskels zu überschreiten droht, dann tritt bei Wiederholung derselben Arbeit ein weiteres Sinken des BD ein, — es dauert alsdann länger, ehe BD sich hebt, die Norm überschreitet und zur Norm zurückkehrt. So lange ein Ueberschreiten der Norm statt findet, sprechen wir von functioneller Insuffizienz, denn das Anwachsen des BD über die Norm im Zustand der Körperruhe nach beendeter Arbeit beweist uns ja, dass nur functionelle Momente während der Arbeitsanstrengung den BD zur Senkung gebracht haben können, denn wie sollte anders der BD nach der Arbeit gesetzmässig über die Norm steigen? Die functionelle Insuffizienz ist also dadurch charakterisirt, dass der primären Senkung des BD eine secundäre Erhebung über die Norm („secundäre Steigerung“) unter allen Umständen folgen muss. Die functionelle Insuffizienz kann also nur hervorgerufen sein durch functionelle Aenderungen in der Gefässarbeit resp. durch Gefässwiderstände und sie tritt, wie die Tabelle lehrt, bei desto kleinerer Arbeit ein, je schwächer das Myocard, weil natürlich bereits die einfache Verschiebung der Blutmasse in die Haut-Muskelgefässe, die durch die Muskelarbeit hervorgerufen ist, als „Gefässwiderstand“ zurückwirkt. Wir werden diese Frage bald näher besprechen, doch müssen wir jetzt schon hervorheben, dass durch „Uebung“, die auf das Vasomotorencentrum wirkt, die Grösse der Gefässwiderstände herabgesetzt werden kann (cf. p. 115).

4. Je geringer die Myocardleistung, d. h. je geringer das Schlagvolumen ist, das der Herzmuskel auf Grund constitutioneller Anlage oder auf Grund pathologischer Veränderungen auswerfen kann, desto schleppender steigt BD nach einer gewissen Arbeitsleistung zur Norm an; — von einem Ueberschreiten derselben kann ja keine Rede sein, denn das Myocard ist ja zu schwach, ein grosses Schlagvolumen auszuwerfen. Wiederholung desselben Arbeitsanspruches führt zu einer weiteren Verschlechterung der Circulation, denn die Uebung kann nur zu grosse Gefässwiderstände reguliren, jedoch kein schwaches Myocard unmittelbar kräftigen!

5. Complicirte Verhältnisse des BD stellen sich ein, sobald die Arbeitsanstrengung zur Dyspnoe führt. Die Dyspnoe ruft durch Reizung des Vasomotorencentrum in Folge von CO_2 -Ueberladung eine BD-Steigerung hervor, welche nach beendeter Arbeit plötzlich abfällt und in Senkung übergeht. — Aus der Senkung des BD entwickelt sich das sub 4 geschilderte Verhalten.

Auf Grund dieser verschiedenen Entwicklungsbedingungen der BD-

Curven nach beendeter Arbeit sind wir befähigt, die Leistungsfähigkeit des Myocard und den Functionszustand der Gefässe zu erkennen, indem wir die Grösse der geleisteten Arbeit in Verhältniss bringen zu einer der sub 1—5 genannten BD-Variationen. Wir müssen zunächst eingedenk bleiben, dass der Organismus desto mehr O braucht, je grösser das in der Zeiteinheit geleistete Arbeitsmaass ist, wir müssen uns klar legen, wie gross die Gefässwiderstände sind, die durch eine bestimmte Arbeitsform als solche hervorgerufen sind, wir müssen alsdann die Zeitdauer der BD-Senkung, — die secundäre Steigerung des BD, die Uebungsfähigkeit des Vasomotorenapparates, die Schnelligkeit, mit der die Gesammtcurve abläuft, zusammen betrachten, um ein objectives und vergleichbares Urtheil über die Grösse der Herz-Gefässleistung zu erhalten, — je grösser die geleistete Arbeit und je geringer die BD-Schwankung ist, desto leistungsfähiger das Herz!

Wir führen nunmehr die oben geschilderten Variationen des BD auf die physiologischen und pathologischen Circulationsvorgänge zurück, die sich während der Dauer dosirter Muskelarbeit und nach Beendigung derselben abspielen, zurück; wie uns dünkt, reichen die physiologischen Kenntnisse und die pathologischen Erfahrungen aus, um alle diese BD-Schwankungen auf die entsprechenden Aenderungen der Herz-Gefässarbeit zurückzuführen.

Beim Beginne der Muskelarbeit und während derselben strömt das Blut aus dem Körperinneren in das Haut-Muskelgebiet über, während das Körperinnere relativ blutleer wird. Uebereinstimmend weisen Tigerstedt, Zuntz und Frey auf diese Aenderung der Blutvertheilung hin.

„Bei körperlicher Arbeit tritt eine Erweiterung der Haut-Muskelgefässe ein: gleichzeitig wird das Gefässgebiet innerhalb des Bereichs des N. splanchnicus verengt und dies, wie es scheint, in einem höheren Grade als dies der Gefässerweiterung in der Haut und in den Muskeln entspricht. In Folge dessen steigt der Blutdruck in der Regel, wenn auch nicht immer, an (Tigerstedt's Kreislaufphysiologie).

Ebenso vertreten Zuntz und Tangl¹⁾ diese Anschauungen. „Wahrscheinlich geht mit der Erweiterung der Muskelgefässe eine Contraction der Arterien im Bereich des N. splanchnicus einher und wohl auch der muskelarmen Wandungen der Portalvene.“

Frey²⁾ sagt: „Man muss nach den vorliegenden Beobachtungen erwarten, dass (sc. bei körperlicher Arbeit) ein rascher Blutstrom in die Haut und in die Muskeln des Körpers stattfindet. Derselbe wäre aber unmöglich, wenn nicht andere, nicht direct betheiligte Gebiete sich in Vasoconstriction befänden, sodass der grösste Theil der Blutmenge nach den thätigen Organen geworfen werden kann. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass das in relativer Anämie befindliche Gebiet in den Unterleibsorganen zu suchen ist.“

Nach vollendeter Arbeit muss das Blut naturgemäss aus den erweiterten Muskelgefässen in das Körperinnere zurückströmen; es muss

1) Tangl u. Zuntz, Ueber die Einwirkung von Muskelarbeit auf den Blutdruck.

2) Frey, Untersuchung des Pulses. 1902. S. 225.

sich im Ruhezustand des Körpers das Gleichgewicht zwischen der Blutmasse im Inneren und Körperoberfläche wiederherstellen. Dieser Ausgleich, diese Rückkehr zur „Norm“ wird selbstverständlich desto rascher erfolgen, je grösser das Schlagvolumen des Herzens ist und je rascher die Widerstände in der Peripherie sich ausgleichen und je rascher das Splanchnicus-Gebiet die rückströmende Blutmasse aufnehmen kann. In der That sehen wir bei unseren Fällen 1. und 2., wie schnell bei gesunden Individuen der Ausgleich sich vollzieht. — Die geringe BD-Steigerung unmittelbar nach Beendigung der Arbeit ist im Wesentlichen auf die erhöhte Blutmenge zu beziehen, welche im Haut-Muskelgebiet sich befindet, und auf die Vasomotorenspannung; je rascher dieselbe in das Körperinnere abströmt, desto eher tritt der Normaldruck ein. Das Auftreten des Normaldruckes ist also der Ausdruck dafür, dass die Blutmasse im Körper gleichmässig vertheilt ist, dass eine Verschiebung der Blutmassen nicht mehr statt hat.

Bei ansteigender Arbeit finden wir, dass zwar der BD über dem Normaldruck steht, aber blitzartig noch höher steigt, um dann erst in typischer Weise zur Norm abzufallen. Oder es steht der BD nach beendeter Arbeit unter der Norm, steigt mehr oder weniger rasch über die hinaus, um dann erst zur Norm einzufallen!

Diese primäre Erniedrigung des BD ist wohl auf einen activen Entspannungsvorgang der Gefässe zu beziehen, der unter dem Einfluss des N. depressor steht. Der N. depressor endet nach Köster und Tschermak in der Aorta selbst, und diese Autoren führten den directen Beweis, dass Steigerung des Aortendruckes eine Erregung des N. depressor und zwar unabhängig vom Einfluss des Herzens erzeugt. — Zu dem nämlichen Resultat gelangten auch Hirsch und Stadler¹⁾, welche der Aorta die Bedeutung eines Windkessels zuschreiben, der die Aufgabe hat, das während der Systole aus dem Herzen geworfene Blut aufzuspeichern und zu vertheilen. Als wesentliche Function des Depressors erscheint es, eine Ueberdehnung des Windkessels zu verhüten, den Abfluss des Blutes aus der Aorta auch bei hohem Blutdruck zu regeln und dadurch mittelbar das Herz zu entlasten²⁾.

Halten wir diese von den Physiologen festgestellte Bedeutung des Depressor-Reizes fest, so wird uns zunächst klar, warum auch bei leistungsfähigem Herzen die Entspannung der Haut- und Muskelarterien eintritt und eine Senkung des BD erfolgt. Es tritt eben Depressor-Reiz ein, sobald das Schlagvolumen in Folge der grösseren Arbeitsanforderung anwächst und eine gewisse Grösse erreicht, die natürlich sehr verschieden ist. Andererseits hört der Depressor-Reiz auf, wenn die Muskelarbeit beendet ist und das Aortenblut sich wieder in das Splanchnicus-Gebiet ergiessen kann — es spannt sich wieder das Vasomotorensystem im Haut-Muskelgebiet und BD steigt plötzlich hoch an, um rasch zur Norm abzusinken, weil das Gleichgewicht der Blutmasse zwischen Körperober-

1) Experimentelle Unters. des N. depressor. Deutsch. Arch. f. kl. Med. Bd. 81. S. 383.

2) Citirt nach Heinz, Experim. Pathologie. S. 731.

fläche und Körperinnerem wiederhergestellt ist. Es ist demgemäss der Eintritt der secundären Steigerung stets der Ausdruck dafür, dass in dem Windkessel der Aorta Blut während der Arbeitsleistung aufgespeichert war, welches nunmehr sich in das geöffnete Splanchnicusgebiet ergiesst.

Die secundäre Steigerung vollzieht sich bei jungen Individuen sehr rasch; wenn jedoch die Elasticität der Gefässwände durch Arteriosklerose herabgesetzt ist, so tritt die secundäre Steigerung nur langsam ein und ebenso langsam senkt sich der BD zur Norm.

Wenn jedoch der Herzmuskel überhaupt kein grösseres Schlagvolumen austreiben kann (in pathologischen Fällen), so ist eine Aufspeicherung des Blutes in der Aorta unmöglich und daher kann auch eine secundäre Steigerung des BD nicht eintreten. Das sehen wir an unserem Falle IV. Es ist also möglich, auf Grund der functionellen Prüfung festzustellen, ob bei körperlicher Arbeitsleistung eine Aufspeicherung von Blut in der Aorta, resp. eine Vergrösserung der Circulationsarbeit stattfindet oder nicht.

Unter pathologischen Bedingungen kann das Herz in Folge der Myocardschwäche nur ein mässiges Schlagvolumen fördern. In solchen Fällen wird auch nach beendeter Arbeit, selbst wenn Spannung der Vasomotoren eintritt, keine plötzliche BD-Steigerung eintreten können; denn die Arterien sind nur wenig gefüllt, weil das Blut in den Lungen und im Venensystem staut. Erst allmählich kehrt das Blut in das arterielle Strombett zurück; daher finden wir hier nur ein allmähliches Ansteigen des BD zur Norm und die secundäre Steigerung muss ausbleiben.

Bisher hatten wir im Wesentlichen vorausgesetzt, dass bei Körperarbeit zwar die Blutmasse aus dem Körperinnern an die Körperoberfläche übergeführt wird, dass jedoch der Herzmuskel das hydrostatische Gleichgewicht zwischen arteriellem und venösem System aufrecht erhält. Nun giebt es zahlreiche klinische Thatsachen, welche beweisen, dass selbst bei anscheinend herzgesunden Leuten, wie bei Soldaten, nach grossen körperlichen Anstrengungen Stauungen im venösen Gebiet, speciell Leberschwellungen, Stauungserscheinungen in den Nieren etc. gefunden werden. Wie weit der Herzmuskel selbst bei solcher körperlicher Anstrengung functionell geschwächt wird, bildet ein häufig discutirtes Thema (Schott, Moritz, de la Camp); an und für sich ist leicht verständlich, dass bei Körperarbeit im rechten Herzen eine grössere Blutmenge zuströmt, die es durch das Lungensystem durchtreibt, es steigen also die Gefässwiderstände in der Lunge an. Vermag der rechte Herzmuskel diese Widerstände nicht zu überwinden, so wird Stauung im Lungensystem (Dyspnoe, Lungenstarre) eintreten und dem linken Herzen wird weniger Blut zuströmen. Es wird der „Füllungsdruck“ des linken Ventrikels sinken und sein Schlagvolumen muss kleiner werden. Demgemäss wird nach beendeter Arbeit, selbst wenn die Widerstände im Lungensystem sinken, dem linken Herzen auch nur ein mittleres Blutquantum zuströmen können, eine Aufspeicherung von Blut in der Aorta kann also nicht stattfinden und die oben geschilderte Depressor-Erregung muss ausbleiben. Demgemäss dürfen wir bei Insufficienz der rechten Herzkammer keine

secundäre Steigerung erwarten. Dieselbe bleibt aber natürlich gleichfalls aus, wenn die linke Herzkammer oder beide insufficient sind.

Doch selbst vorausgesetzt, dass beide Kammern sufficient sind, d. h. in der Zeiteinheit dasselbe Schlagvolumen völlig entleeren, so muss doch die linke Kammer von einer bestimmten Höhe des Aortendrucks ab ein geringeres Schlagvolumen entleeren und die functionelle Insufficienz eintreten. Uebereinstimmend bekunden nämlich Roy und Adami¹⁾, Johansson und Tigerstedt²⁾, sowie Basch's Schüler Kauders und Grossmann, dass bei geänderter Blutvertheilung im Körper, wenn das arterielle Gebiet durch Splanchnicus-Reizung oder durch Aortenunterbindung räumlich eingeengt wird, dass alsdann der Herzmuskel nur innerhalb gewisser Grenzen ein grösseres Schlagvolumen auswerfen kann. Bei hoch angestiegenem Aortendruck sinkt nämlich die Grösse des Schlagvolumens, weil der Herzmuskel seine Contractionskraft in der Ueberwindung des Aortendrucks zum grössten Theil verzehrt. Johansson und Tigerstedt haben die Grösse des Schlagvolumens bei ansteigendem Aortendruck plethysmographisch bestimmt und mit ziemlicher Sicherheit feststellen können, dass bei einem Widerstand von gewisser Höhe das Herz weniger Blut als bei einem geringeren Widerstand auswirft.

Nach O. Frank's³⁾ Versuchen am ausgeschnittenen Kaltblüterherzen ist die Grösse der Auswurfsmenge abhängig von der zuströmenden Blutmenge („Füllungsdruck“), es steigt mit zunehmendem Füllungsdruck die Grösse des Schlagvolumens an, wenn auch nicht in gleichem Maasse; dagegen sinkt die Auswurfsmenge bei steigender Belastung (= ansteigendem Aortendruck) und es steigt an bei sinkender Belastung (= sinkendem Aortendruck).

Auf Grund aller dieser Feststellungen müssen wir folgern, dass von einer gewissen Höhe der Aortendrucksteigerung ab zwar das Schlagvolumen des Herzmuskels sinkt, dass das Herz jedoch nach beendeter Arbeit, sobald der Aortendruck sinkt, sein Schlagvolumen vergrössert. Je grösser jedoch das Schlagvolumen, desto eher findet der Ausgleich der verschobenen Blutmassen statt, desto eher muss der BD zur Norm zurückkehren, als Ausdruck dessen, dass die Druckdifferenzen im arteriellen und venösen System ausgeglichen sind.

Bei allen unsern Untersuchungen stellt sich der „Normaldruck“ mit grösster Sicherheit ein. Es bildet die Einstellung des Normaldrucks die Basis der functionellen Untersuchung. Normaldruck tritt ein, um es noch einmal zu betonen, sobald nach absolvirter Arbeit alle hämostatischen Verschiebungen der Blutmasse ausgeglichen sind.

Gewöhnlich werden wir finden, dass bei Einstellung des Normaldrucks auch Pulsverlangsamung zu constatiren ist und dass die Pulsbeschaffenheit günstiger geworden ist; es führt ja die functionelle Prüfung

1) British med. Journ. 1888.

2) Conf. Tigerstedt, Kreislaufsphysiologie. S. 340f.

3) Dynamik des Herzmuskels. Zeitschr. f. Biologie. Bd. 32.

zur Regulirung der Gefässwiderstände, ist sie doch nur eine besondere Form der therapeutischen Widerstandsgymnastik.

Eine wesentliche Veränderung der Höhe des Normaldrucks könnte bei den einzelnen Patienten nur dann eintreten, wenn bei gleicher Vertheilung der Blutmasse in den Gefässbahnen die absolute Herzkraft steigen resp. fallen würde, d. h. wenn das Myocard leistungsfähiger oder schwächer würde. Einen derartigen Wechsel der Myocardleistung finden wir öfters bei chronischen Myocarditiden, speciell auch bei Alkoholikern, bei corpulenten und andererseits bei schlecht genährten Individuen.

Wenn wir auf eine etwaige Aenderung des Normaldrucks im Sinne einer etwaigen Steigerung oder Senkung der Herzkraft schliessen wollen, so müssen wir uns zunächst vor Beobachtungsfehlern hüten, die durch unsere Untersuchungstechnik bedingt sein können. Wenn wir die Recklinghausen'sche Manchette zu weit oder zu eng am Oberarm anlegen, wenn wir den Gärtner'schen Gummiring zu weit wählen oder zu straff aufstreifen, dann werden wir natürlich Werthe finden, die dem ND nicht entsprechen. — Dass in solchen Fällen eine falsche Untersuchungstechnik vorliegt, lässt sich leicht erkennen, sobald z. B. das Gesamtverhalten der BD-Schwankung auf eine Erhöhung der Herzleistung hinweist und wenn trotzdem der ND sich scheinbar tiefer einstellt. Complicirte Verhältnisse können bei Aorteninsufficienz vorliegen (cf. z. B. Fall XI).

Zuweilen finden wir nach Einstellung des ND geringe rhythmische Schwankungen des BD, die wohl als Traube-Hering'sche Wellen aufzufassen sind, da sie unabhängig von Herz- und Athemthätigkeit auftreten. Die Traube-Hering'schen Wellen sind wohl auf eine Autoregulation des Gefässtonus zu beziehen.

Von diesen zu sondern ist die Herabsetzung des Gefässtonus, welche in den arbeitenden Muskeln durch die Grösse der Arbeitsanstrengung herbeigeführt wird und die eine Senkung des NBD vortäuscht (cf. S. 135). Zur Vermeidung dieser Fehlerquelle dürfen wir den BD nur an demjenigen Arm messen, der nicht zur Arbeit verwendet wird. Anscheinend tritt diese locale Beeinflussung des Gefässtonus durch Muskelarbeit nur dann ein, wenn grosse und lang fortgesetzte Muskelanstrengungen vorangegangen sind.

Eine Senkung des NBD kann auch dadurch hervorgerufen werden, dass der Untersuchte nach grösserer Arbeitsleistung flach athmet, zumal wenn der Patient mit der Beinmuskulatur in liegender Haltung gearbeitet hat. — In solchen Fällen genügt es, den Patienten zur regelmässigen Athmung anzuhalten.

Ferner wurde oben hingewiesen, dass bei längerer Compression des Oberarms durch die Manchette sehr leicht latente Stauung eintreten kann, die eine Senkung des NBD vortäuscht.

Alle diese Momente, welche uns eine Senkung des NBD vortäuschen, treten erst ein, wenn die BD-Schwankung beendet ist.

Der Ablauf der BD-Schwankung vollzieht sich im Allgemeinen ungestört in einer der oben geschilderten Formen; psychische Momente, die auf den Untersuchten einwirken, beeinflussen die Entwicklung des BD nur dann, wenn recht geringe Arbeit geleistet worden war. Dagegen

bleibt nach grosser Arbeit, die zu BD-Senkung geführt hat, die BD-Curve unverändert, trotz der psychischen Alteration des Patienten. — Im Uebrigen reicht es aus, um den Einfluss der Psyche auszuschalten, durch gleichgiltige Fragen den Patienten abzulenken!

Bei einzelnen Individuen, wie z. B. bei Fall 2 und 3, zeigt sich bei der Mehrzahl der Versuche an der nämlichen Stelle der sich entwickelnden BD-Curve eine atypische Senkung. Diese atypische Senkungen waren nicht nachweisbar, wenn wir den Patienten nach Einwirkung eines CO₂-Bades arbeiten liessen.

Die Durchführung der functionellen Prüfung ist eine besondere Form der Widerstandsgymnastik unter steter Controle der Herzsuffizienz. Vermittelst der functionellen Untersuchung können wir überhaupt erst erkennen, ob Widerstandsgymnastik indicirt ist und in welcher Stärke dieselbe angewandt werden soll. Es wirkt die dosirte Arbeitsleistung, wie wir aus jedem der beigefügten Fälle ersehen, auf die Regulation der Gefässwiderstände, soweit diese durch eine gesteigerte oder auch verminderte Erregbarkeit der Herz-Gefässnerven bedingt sind. Auch bei beginnender Arteriosklerose, wie Fall VII zeigt, kann die dosirte Arbeitsleistung eine günstige Wirkung ausüben, so lange einzelne Gefässbahnen noch übungsfähig sind! Indessen ist ein Myocard, dessen Leistungsfähigkeit durch anatomische Processe herabgesetzt ist, durch Gymnastik nicht unmittelbar im günstigen Sinne zu beeinflussen; es führt die Gymnastik, wie alle unsere Fälle beweisen, zur Verminderung der Gefässwiderstände, soweit diese eben auf Herz-Gefässerregung beruhen; dadurch erst wird das Myocard entlastet und secundär seine eigene Ernährung durch die Kranzgefässe begünstigt.

Eine absolute Steigerung der Myocardleistung musste sich unmittelbar durch eine Erhöhung des Normaldrucks kund geben und wir würden beständig diesen erhöhten NBD bei allen functionellen Prüfungen wieder finden müssen — wir fanden anscheinend zuweilen einen erhöhten NBD (cf. S. 137), jedoch bewies die Fortsetzung der Untersuchung, dass sich alsbald der wirkliche Normaldruck, den wir durch frühere Untersuchung schon kannten, einstellte; daraus ergab sich, dass nur irgend welche Gefässerregungen den BD erhöht hielten und dass eine unmittelbare Erhöhung des ND nicht vorhanden war. Dagegen kann man ein objectives Ansteigen des NBD bei functionellen Herz-Gefässerkrankungen, wie z. B. bei Nicotinabusus, unmittelbar sehen. Dass im Laufe einer Kur, wie z. B. bei regulärer Anwendung von Bädern und Gymnastik, der NBD im Laufe der Behandlungsperiode ansteigt, z. B. bei chronischen Myocarditiden, bei leichter Arteriosclerose der Art. coronariae etc., ist Erfahrungsthatsache; solche Fälle standen uns jedoch im Institut zur Zeit, als wir diese Untersuchungen durchführten, nicht zur Verfügung. Um den Unterschied zwischen Verbesserung der Herzthätigkeit durch Regulirung der Gefässwiderstände und durch die absolute Verstärkung der Myocardleistung zu zeigen, möge noch folgende Erläuterung gestattet sein. Wir drücken die Grösse der Herzarbeit durch die Formel $HA = SW$

aus, in welcher Formel S bekanntlich die Grösse des Schlagvolumens und W die Grösse der Gefässwiderstände bedeutet. Wenn nun in dieser Formel W sinkt — das, was wir bei der functionellen Untersuchung so häufig sehen —, so muss S , d. h. die Grösse des Schlagvolumens, ansteigen, ohne dass das Product HA sich ändert. Wir sprechen alsdann von einer Verbesserung der Herzarbeit, bedingt durch die Regulirung der Gefässwiderstände. — Es kann jedoch auch die Myocardleistung primär grösser werden und es wächst HA alsdann in sich an, — dann muss S in sich grösser werden, während W unverändert bleibt — alsdann sprechen wir von absoluter Erhöhung der Herzleistung.

Nachdem wir den Weg kennen gelernt haben, vermittelt der functionellen Untersuchung zu unterscheiden, ob eine Verbesserung der Herzthätigkeit durch eine Regulation der Gefässwiderstände oder durch unmittelbare Verbesserung der Myocardleistung eintritt, lag es für uns nah, die besondere Form der Rückwirkung der CO_2 -Bäder auf das Herz zu prüfen. Es ist in den letzten Jahren wiederholt die Frage discutirt worden, ob die CO_2 -Bäder durch Uebung des Herzmuskels (Schott) oder durch Uebung und Schonung im Sinne einer Herabsetzung der Herzfunction (A. Hoffmann) wirksam werden. Gräupner¹⁾ hatte dagegen bereits 1896 gezeigt, dass je nach Wahl der Temperatur des CO_2 -Bades dasselbe zunächst „übend“, dann jedoch überwiegend „schonend“ oder „erholend“ wirke, betonend, dass „Schonung“ nur in dem Sinne zu verstehen sei, dass das Bad die Gefässwiderstände regulire, dass HA an und für sich gleich bleibe. Im Bade trete also eine Verbesserung der Herzthätigkeit ein, während eine absolute Steigerung der Herzkraft im Sinne der Digitaliswirkung gänzlich ausgeschlossen sei. Gräupner wies darauf hin, dass nur bei der primären Reizeinwirkung der kühlen Temperatur, die zur Verengerung der Hautmuskelgefässe führe, von „Uebung“ des Bades gesprochen werden könne. Diese Art, die Wirkung der CO_2 -Bäder aufzufassen, hat Bestätigung gefunden durch Strasburger, welcher seine Schlüsse zog aus den Veränderungen des maximalen und des sogenannten diastolischen Druckes, die er bei Anwendung von CO_2 -Bädern fand.

Es lag nun noch, mit Hülfe der von uns entwickelten Methode der functionellen Untersuchung des Herz-Gefässapparates die Wirksamkeit der CO_2 -Bäder zu prüfen. Wir liessen zu diesem Zwecke von dem Bade von dem zu Behandelnden ein bestimmtes Arbeitsmaass $2 \times$ resp. $3 \times$ arbeiten, stellten fest, welches Verhalten der BD-Schwankung als Optimum sich einstellte und liessen alsdann den Untersuchten baden. Nach beendetem Bade, so lange die Nachwirkung des Bades bestand, liessen wir von Neuem dasselbe Arbeitsmaass leisten und bestimmten das BD-Verhalten. Wir fanden ausnahmslos, dass die BD-Schwankungen sich rascher vollzogen, dass die BD-Erregung sich niedriger bewegte und dass derselbe Normaldruck sich einstellte. Es stellte derselbe Normaldruck sich ein, um dies zu betonen, gleichgültig ob BD unmittelbar nach dem Bade

1) Dynamik der CO_2 -Bäder-Wirkung. Deutsche med. Wochenschr. 1896 und Störungen des Kreislaufs und ihre Behandlung. Berlin 1898.

gestiegen oder gefallen war; es kommt eben gar nicht darauf an, ob BD unmittelbar nach dem Bade steigt oder fällt, — das hängt von den verschiedensten Factoren ab, — entscheidend für die CO₂-Badwirkung ist die Thatsache, dass derselbe Normaldruck nach dem Bade bei der functionellen Untersuchung wie vor dem Bade sich einstellt. Es ist damit bewiesen, dass das CO₂-Bad regulirend auf den Gefässtonus einwirkt, dass jedoch eine Steigerung der absoluten Herzkraft nicht stattfindet.

Von einer „Uebungswirkung“ des Bades können wir nur insofern sprechen, als die Spannungs- und Entspannungsvorgänge im Hautmuskelsegmente und im Körperinneren, sowie die Vergrösserung des Schlagvolumens, das bei Erweiterung der Hautmuskelbahnen und bei Verengerung der Splanchnicus-Bahnen eintreten muss, — der Wechsel dieser sich verändernden Circulationsbedingungen als „bahnend“ oder „übend“ auf das Herzgefässsystem aufgefasst werden kann! von einer absoluten Erhöhung der Herzleistung, wie wir dieselbe bei Digitaliswirkung sehen, kann jedoch keine Rede sein!

Wir müssen des Näheren auf die verschiedenen Formen der „Gefässwiderstände“ eingehen, die einen solchen ausserordentlichen Einfluss auf die Grösse der Herzleistung ausüben! Wir unterscheiden natürlich physiologische und pathologische Gefässwiderstände: Als physiologischer Gefässwiderstand wirkt zunächst die Grösse der gesamten Blutmasse, die in einem eingengten Stromkreis circulirt und dadurch vermehrte Reibung bei vermehrter Schnelligkeit hervorbringt. Diese Widerstände sind beim gesunden Menschen sehr gering, so lange grosse Muskelgruppen arbeiten, deren arterielle Strombahnen im Verhältniss zur Grösse der Muskelsubstanz entwickelt sind, wie bei der Flexoren- oder Extensoren-Gruppe der Arme oder bei den Extensoren der Beine. Wir ersehen aus Fall II, was das menschliche Herz in der Zeiteinheit leisten kann, wenn das Myocard kräftig arbeitet und seinen Inhalt ohne besondere Widerstände in die Gefässbahnen der arbeitenden Musculatur hineinwirft. M. (Fall II) leistet mit den Armmuskeln am Zuntz'schen Ergometer in 13 Minuten 4800 mkg oder ca. 20000 mkg in einer Stunde — freilich tritt schon nach einer halben Stunde Ermüdung der Armmuskulatur ein, die die gänzliche Durchführung eines solchen Arbeitsversuches verhindert.

Gefässwiderstände treten im hohen Maasse ein, wenn wir mit kleineren Muskelgruppen, deren Querschnitt nur wenig Blut fassen kann, grosse Arbeit leisten sollen z. B. wenn wir mit der Flexorengruppe des Beines (*M. semimembranosus* und *semitendinosus*, *M. gemelli*) grosse Arbeit leisten sollen, die als solche vom Organismus gewöhnlich nicht verlangt wird, wenn wir z. B. rhythmisch einen Widerstand von $100 \times 6 \times \frac{1}{2}$ mkg überwinden lassen! Der Herzmuskel kann die zu grosser Arbeitsleistung nöthige Blutmenge in den engen Gefässbahnen nicht unterbringen; es entstehen daher „Wallungen“ in den benachbarten Gefässregionen; es wachsen die peripheren Widerstände, der BD steigt hoch an und das Herz wird im functionellen Sinne insufficient, während beim Arbeitenden subjectiv das Gefühl der Ermüdung immer stärker wird. Selbst unser kräftiger M. zeigt bei $100 \times 6 \times \frac{1}{2}$ mkg Flexorenarbeit der Beine (ab-

wechselnd) functionelle Insufficienz der Herzarbeit, weil eben die Gefässwiderstände in den engen Gefässbahnen der M. semimemb. und gemelli zu gross werden!

Physiologische Gefässwiderstände und zwar in der Lunge entstehen bei Durchführung solcher Arbeitsformen, die zur Compression des Thorax führen (cf. p. 142 u. 143). Wir haben uns, um diese Gefässwiderstände nachweisen zu können, der Extensorenarbeit des rechten oder linken Armes bedient.

Pathologische Gefässwiderstände entstehen unter den verschiedensten Bedingungen. Die häufigste Ursache bildet das Vitium an den verschiedenen Klappen oder die Combination mehrfacher Klappendefecte. Die Gefässwiderstände entstehen in den Herzkammern selbst, ferner in den Lungen; bei Aorteninsufficienz liegen die Gefässwiderstände z. Th. in den peripheren Arterien.

Eine wesentliche Rückwirkung auf die Herzthätigkeit übt die verminderte Elasticität der grösseren und kleineren Gefässe bei beginnender Arteriosclerose aus, wie unsere Beispiele zeigen.

Von pathologischen Gefässwiderständen müssen wir auch in allen Fällen sprechen, wenn eine gesteigerte Erregbarkeit des Herz-Gefässnervensystems vorhanden ist (cf. XII), oder wenn durch den Reiz irgend welcher toxischer Stoffwechselproducte das Gefässsystem abnorm gespannt wird wie bei chronischem Alkoholismus, bei harnsaurer Diathese, bei Diabetes mellitus, bei Bleiintoxication u. s. w. Aufgabe der functionellen Untersuchung muss es sein, festzustellen, wie weit bei diesen Processen durch dosirte Arbeit die Gefässspannung herabgesetzt und dadurch die schädliche Einwirkung toxischer Producte auf den Herzmuskel reducirt werden könnte. Hier eröffnet sich ein neues Gebiet klinisch-therapeutischer Untersuchungen, die uns zeigen können, wie weit durch dosirte Muskelarbeit abnorme Stoffwechselproducte oxydirt und pathologische Stoffwechseldiathesen im Beginne ihrer Entwicklung beeinflusst werden können. Besonders wichtig wäre die Feststellung, wie weit die Gefässwiderstände bei chronischer Nephritis durch Muskelarbeit gesteigert oder ev. herabgesetzt werden können, — letztere Annahme ist wenig wahrscheinlich! unsere Patientin zeigt bereits bei kleiner Arbeit trotz Herzhypertrophie functionelle Insufficienz.

Das Ergebniss unserer Untersuchungen fassen wir in folgenden Sätzen zusammen:

1. Die Blutdruckmessung ermöglicht nur dann die Beurtheilung der Herzleistung, wenn die Messung unmittelbar nach beendeter Arbeit vorgenommen und fortgesetzt wird, bis der sogenannte „Normaldruck“ eintritt.

2. Nach vollendeter Arbeit finden wir gesetzmässige Variationen des Blutdrucks. Diese sind abhängig von der Grösse der geleisteten Arbeit, von der Grösse der Myocardleistung, von der Grösse der Gefässwiderstände und von der Uebung.

3. Es hängt die Grösse der Herzleistung ab in erster Linie von der Beschaffenheit des Myocard, in zweiter Linie von der Grösse der

Gefässwiderstände. Werden die Gefässwiderstände zu gross für das Myocard, so sprechen wir von „functioneller Insufficienz“, um anzudeuten, dass die Grösse der Function die Insufficienz herbeiführt, und dass die Insufficienz zunächst nicht bedingt ist durch Myocardschwäche. Die functionelle Insufficienz ist charakterisirt durch primäre Senkung, secundäres Ansteigen des BD über die Norm und Rückkehr zur Norm.

4. Ist jedoch primäre Myocardschwäche vorhanden, so sprechen wir von pathologischer Insufficienz. Diese ist charakterisirt durch primäre Senkung des BD unter die Norm, allmähiges Ansteigen zur Norm. Das Auftreten der pathologischen Insufficienz ist beweisend, dass das Myocard zum Mindesten durch die Grösse der geleisteten Arbeit und der dabei vorhandenen Gefässwiderstände „ermüdet“ ist, jedoch muss berücksichtigt werden, wie weit „Uebung“ die Grösse der Gefässwiderstände herabsetzen kann.

5. Vermittelst der von uns durchgeführten Untersuchungsmethodik lässt sich ein vergleichbares Urtheil über die Grösse der Herzleistung bei den einzelnen Individuen aufstellen.

6. Widerstandsgymnastik und Balneotherapie werden nur wirksam durch die Regulirung der Gefässwiderstände. Functionelle Untersuchung des Herzmuskels durch messbare Arbeit in der vorliegenden Form ist Widerstandsgymnastik.

Die functionelle Untersuchung des Herzmuskels vermittelst messbarer Arbeit bildet die Grundlage für die Beurtheilung der contractilen Kräfte des Herzmuskels. Es entfaltet der Herzmuskel das Maximum seiner contractilen Kräfte, wenn sämtliche übrigen Grundeigenschaften des Herzmuskels wie Erregbarkeit, Reizbarkeit und Leitungsfähigkeit gleichmässig abgestimmt sind und gleichmässig functioniren. Wie weit das Maximum der contractilen Kräfte herabgesetzt wird, wenn eine der genannten Grundeigenschaften functionell oder pathologisch beeinflusst wird, das bildet ein Studium für sich. Nur unter Berücksichtigung aller 4 Grundeigenschaften des Herzmuskels können wir über „Leistungsfähigkeit“ des Herzmuskels urtheilen (Kraus).

Die beigefügten Beispiele zeigen, wie weit die übliche klinische Untersuchungsmethode ergänzt und erweitert wird auf dem Wege der functionellen Untersuchung vermittelst messbarer Arbeit.

Datum und Versuchs-No.	Name, Befund, Grösse und Form des Arbeitsmaasses	Ablauf der Blutdruckcurve und Zeitdauer	Pulsfrequenz unmittelbar nach d. Arbeit u. beendeter BD-Messung	Erläuterungen
1.	X, Krankenwärter, 34 Jahre, fühlt sich gesund; blass und mager; objectiv: nihil.			
5. 12.	150 × 6 × 1/2 mkg Flexorenarbeit, abwechselnd mit rechtem und linkem Arm. Contraversuch (Wiederholung derselben Arbeit).	125—115—110—110—110. (1 1/2 Min.)	—	Normalblutdruck = 110 mm Hg.
	100 × 6 × 1/2 mkg Flexorenarbeit mit d. r. Arm allein.	115—110—110—110. (1 Min.) 130—115—110—110—110. (2 1/2 Min.)	— 115—72	do. do.
	100 × 6 × 1/2 mkg Extensorenarbeit mit d. rechten Arm. Contraversuch.	130—135—115—112—110—110. (1 1/2 Min.) 122—122—112—110—110. (1 1/2 Min.)	110—72 72	do. Beim Ca.-V. BD-Steigerung weniger hoch als bei der ersten Arbeitsleistung.
	100 × 6 × 1/2 mkg Streckbewegung mit dem linken Bein, liegend.	112—112—109—110 u. s. w.	96—72	Bei Streckarbeit mit einem Bein im Liegen fast keine Beeinflussung des BD.
	50 × 6 × 1/2 mkg Beugearbeit mit dem linken Fuss, liegend.	100—102—106—110—110—110. (1 1/2 Min.)	—	50 × 6 × 1/2 mkg. Beugearbeit mit d. Bein liegend führen bereits deutliche Insufficienz herbei.
	Contraversuch; nur 30 × 6 × 1/2 mkg, weil die Beugemusculatur ermüdet!	103—105—110—112—114—109—110—109. (1 1/2 Min.)	—	Deutliche funktionelle Insufficienz (= primäre Senkung — sekundäre Steigerung — Rückkehr z. Norm). Wir sehen, dass Beugearbeit mit dem Bein bereits einen beträchtlichen Gefässwiderstand setzt.
	100 × 6 × 1/2 mkg stehend, Flexorenarbeit des rechten Arms.	120—118—110—110—110. (1/2 Min.)	—	—
II.	M., 23 Jahre alt, klagt über Kopfschmerzen und Nackenschmerzen, war früher fleissiger Turner.			
16. 11.	30 × 6 × 1/2 mkg Flexorenarbeit des rechten Arms.	145—145—140—130—130—130. (2 1/2 Min.)	102—96	—
	Contraversuch.	140—135—130—130—130.	95—90	—
	30 × 6 × 1/2 mkg Extensorenarbeit des rechten Armes.	150—140—130—130. (2 1/2 Min.)	100—90	—
	Contraversuch.	135—135—130—130. (1 Min.)	—	Extensoren- u. Flexorenarbeit völlig gleich in ihrer Rückwirkung auf den BD nach eingetretener Uebung.
18. 11.	60 × 8 × 1/2 mkg Flexorenarbeit des rechten Armes.	127—136—130—124—124—125. (2 1/2 Min.)	90—80	Functionelle Insufficienz (primäre Senkung — sekund. Steigerung, 136—130—124 Normaldruck).
	Contraversuch.	130—125—122—124. (2 1/2 Min.)	90—90	Einfluss der Uebung!

Datum und Versuchs-No.	Name, Befund, Grösse und Form des Arbeitsmaasses	Ablauf der Blutdruckcurve und Zeitdauer	Pulsfrequenz unmittelbar nach d. Arbeit u. beendeter BD-Messung	Erläuterungen
	2. Contraversuch, alsdann CO ₂ -Bad; nach dem Bade	130—125—122— 122—121. (2 1/2 Min.)	94—80	—
18. 11.	60 × 8 × 1/2 mkg Flexorenarbeit des rechten Armes.	123—120—119— 120. (1 1/2 Min.)	—	Einfluss des CO ₂ -Bades; beschleunigtes Eintreten des Normaldrucks.
	Contraversuch.	120—118—120—120	—	—
22. 11.	Zuntz - Ergometer: 60 × 6 × 3 mkg = 1080 mkg mit beiden Armen. Contraversuch.	Gärtner's Tonometer: 7—8 10 1/2—10— 8 1/2—8 1/2—8. (3 Min.) 10 1/2—7—6 1/2—9— 10—10—8 1/2—8 1/2— 8 1/2. (3 Min.)	—	Functionelle Insufficienz.
24. 11.	60 × 6 × 3 mkg = 1080 mkg Zuntzergometer. Contraversuch.	125—120—120— 118—115—115. (3 Min.) Gärtner's Tonometer: 10—11—12 1/2— 12 1/2—10—10—10. (3 Min.)	—	Nach Gärtner functionelle Insufficienz, doch vergleiche Text S. 119.
25. 11.	75 × 6 × 3 mkg = 1350 mkg Zuntzergometer, mit beiden Armen. Contraversuch.	125—120—118— 115—115. (3 Min.) 9 1/2—11—11 1/2— 10—10—10. (3 Min.)	100—88	—
	2. Contraversuch.	120—118—115— 115—115. (3 Min.)	135—100	—
27. 11.	100 × 6 × 3 mkg = 1800 mkg Zuntzergometer, mit beiden Armen in ca. 4 Minuten, alsdann CO ₂ -Bad! Nach dem Bade 100 × 6 × 3 mkg = 1800 mkg Zuntzergometer. Contraversuch in ca. 4 Min.	135—118—125— 125—120—123— 118—120—116. (4 Min.) 130—127—125— 124—116—115— 115—118. (3 1/2 Min.) 125—125—120— 118—115—115. (3 1/2 Min.)	138—90	—
			120—90	Wir sehen, wie ausserordentlich leistungsfähig das Cor ist; wir sehen ferner, wie das CO ₂ -Bad begünstigend auf den Ablauf der BD-Schwankungen wirkt.
5. 12.	200 × 6 × 3 mkg = 3600 mkg Zuntzergometer, mit beiden Armen in 12 Minuten. (!) Contraversuch.	136—135—131— 124—122—115— 115—116. (3 Min.) 118—124—133— 126—119—119— 120—115—116— 117. (4 Min.)	129—90—75	—
6. 12.	200 × 8 × 3 mkg = 4800 mkg Zuntzergometer, mit beiden Armen in 12 Minuten. (!) Contraversuch.	130—129—125— 127—116—117— 116. (3 Min.) 123—122—120— 119—119—118— 116. (3 Min.)	—	Functionelle Insufficienz.

Datum und Versuchs-No.	Name, Befund, Grösse und Form des Arbeitsmaasses	Ablauf der Blutdruckcurve und Zeitdauer	Pulsfrequenz unmittelbar nach d. Arbeit u. beendeter BD-Messung	Erläuterungen
	M. arbeitet 4800 mkg in 12 Min., ist nach 3 Min. befähigt, wieder 4800 mkg zu arbeiten, sodass M. in der Stunde ca. 20000 mkg arbeiten könnte, vorausgesetzt, dass die Arm-musculatur nicht ermüdete. Indessen zeigte sich, nachdem der Normaldruck eingetreten war, dass der BD auf 104—105—100—107 herunterging, anscheinend bedingt durch die Ermüdung des Gefässtonus; nach einigen Minuten betrug der BD wieder 115—117—116.			
11. 11.	100 × 6 × 1/2 mkg Flexorenarbeit im Liegen, abwechselnd mit beiden Beinen.	110—123—122—121—120 (2 Min.)—116—117—116 (in toto 3 1/2 Min.)	96—75	Die letzten Versuche beweisen, dass d. BD-Schwankung bedeutend weniger beeinflusst wird von der absoluten Grösse d. Muskelarbeit als von der Grösse d. Gefässwiderstände: funktionelle Insuffizienz.
	Contraversuch.	123—124—136—130—127—120—124—117—115—116. (4 Min.)	96—70	
	100 × 6 × 1/2 mkg Extensorenarbeit des linken Armes.	121—120—122—120—115—115—116. (4 Min.)	80—72	
III.	T., 15 Jahre alt, hat Morb. mac. Werlhofii überstanden (Senator'sche Klinik).			
19. 12.	50 × 6 × 1/2 mkg Flexorenarbeit des rechten Armes in sitzender Stellung.	122—122—120—118—104—104—104—108—108—108—108. (3 1/2 Min.)	108—90	Atypische Senkung; vergl. Text S. 127.
	Contraversuch.	124—121—119—112—110—110—108—108. (2 1/2 Min.)	120—95	
	40 × 6 × 1/2 mkg Extensorenarbeit des rechten Armes im Stehen (klagt üb. Muskelermüdung).	132—132—128—126—125—115—113—110—109. (2 3/4 Min.)	138—107	
	Contraversuch.	136—138—135—123—120—115—115 (3 Min.)—115 (3 1/2 Min.)—110—110—110. (4 Min.)	108—93	—
20. 12.	40 × 6 × 1/2 mkg Extensorenarbeit des rechten Armes im Stehen in 1 1/2 Minuten.	BD tief gesunken, steigt auf 115—110—110—108. (3 Min. 10 Sec.)	135—108	Functionelle Insuffizienz.
	Contraversuch in 1 1/2 Min.	115—118—120—115—110—110—110—110. (3 Min.)	121—110	
Bei T. sind ausserordentlich leicht Stauungserscheinungen hervorzurufen; wir erhielten bei einer 2 Minuten dauernden, fortlaufenden Compression des Oberarms folgende scheinbare Blutdruckwerthe:				
100—100—98—95—92—85—84—84—85 u. s. w.				
IV.	Y., 30 Jahre alt, Gewicht 94kg, stets gesund gewesen, kein Potus. Objectiv: Verbreiterung des rechten Herzrandes bis zur Mitte des Brustbeins. Herztöne rein, ohne besond. Accentuation.			

Datum und Versuchs-No.	Name, Befund, Grösse und Form des Arbeitsmaasses	Ablauf der Blutdruckcurve und Zeitdauer	Pulsfrequenz unmittelbar nach d. Arbeit u. beendeter BD-Messung	Erläuterungen
10. 11.	30 × 6 × 1/2 mkg Flexorenarbeit des rechten Armes.	130—125—125—135—135—135. (2 1/2 Min.)	90—75	BD-Senkung ohne secundäre Steigerung; pathologische Insufficienz.
	Contraversuch.	140—125—125—130—135—135. (3 Min.)	—	do.
11. 11.	50 × 3 × 3 mkg = 450 mkg Zuntzergometer, mit beiden Armen.	130—120—130—130—135. (5 Min.)	108—104	do.
11. 11.	Contraversuch.	122—130—135—135—135. (5 Min.)	106—104	BD-Senkung ohne secundäre Steigerung; pathologische Insufficienz.
17. 11.	30 × 6 × 1/2 mkg Extensorenarbeit mit dem rechten Arm.	150—165—170—170—160—150—150—150. (4 Min.)	90—68	Functionelle Insufficienz.
	Contraversuch.	155—170—170—160—150—150.	—	do.
	30 × 6 × 1/2 mkg Flexorenarbeit mit dem rechten Arm.	150—160—150—150. (2 Min.)	—	Deutl. Unterschied zwischen Flexoren- und Extensorenarbeit, da der Normaldruck sich bereits bei ersterer nach 2 Min., bei letzterer erst nach 4 Min. einstellt.
	Contraversuch.	150—160—150—150—150. (2 Min.)	—	
4. 12.	30 × 6 × 3 mkg = 540 mkg Zuntzergometer mit beiden Armen.	Gärtner's Tonometer: 9—8—9—10—10—9—9. (5 Min.)	—	Functionelle Insufficienz.
	Contraversuch.	Riva-Rocci 118—118—115—120—120—116—116—114. (5 Min.)	—	do. Man sieht hier deutlich, dass Gärtner's Tonometer und Riva-Rocci's Sphygmomanometer parallel gehen.
Es wurden absichtlich Stauungserscheinungen hervorgerufen, dadurch, dass während der ganzen BD-Messung die Luft aus dem System nicht abgelassen wurde. Man ersieht aus den folgenden Zahlen, wie die Stauung scheinbar die Pulswelle erniedrigt, doch beobachtet man dabei rhythmisches Schwanken des BD, Traube-Heryng'sche Wellen: 115—118—105—105—115—115—110—110—103—103—100—100—95—90—90.				
Da jedoch die Möglichkeit vorliegen konnte, das bei Y. durch die Grösse der Muskelarbeit eine Beeinflussung des localen Gefässstonus in der Armmusculatur herbeigeführt sein konnte, so legten wir die Manschette am rechten Oberarm an und liessen mit dem rechten Arm arbeiten:				
	50 × 6 × 1/2 mkg Gräupner's Ergometer. Flexoren-Arbeit d. rechten Armes. Manschette am rechten Oberarm.	79—80—80—92—95—100—110—112.	—	—
	Contraversuch.	75—75—90—95—98—95—102—104.	—	—
Wir hätten also pathologische Insufficienz ohne Dyspnoe und ohne jede Cor-Erregung. Dass diese Annahme irrig ist, ergibt sich daraus, dass wir dieselbe Arbeit zum dritten Male arbeiten liessen, jedoch legten wir die Manschette am linken, nicht arbeitenden Arme an und erhielten nunmehr:				
	50 × 6 × 1/2 mkg Gräupner's Ergometer. Manschette am linken Oberarm; arbeitender rechter Arm.	120—115—112—115—115 (!!)	—	—

Datum und Versuchs-No.	Name, Befund, Grösse und Form des Arbeitsmaasses	Ablauf der Blutdruckcurve und Zeitdauer	Pulsfrequenz unmittelbar nach d. Arbeit u. beendeter BD-Messung	Erläuterungen
V.	Schr., Tischler, 46 Jahre alt; vor 2 Jahren Influenza, klagt über Kurzatmigkeit bei der Arbeit. Befund: Leichte Kyphosecoliose bei gedrun- genem Körperbau. Starke Tympanie des Abdomens. Cor nach rechts bis zum rechten Brustbeinrand ver- breitet. 2. Pulmonalton wenig accentuirt. Emphy- sema pulm.			
27. 11.	30 × 3 × 1/2 mkg Flexoren- arbeit des rechten Armes.	128—132—126— 120—120—120— 115—110—110. (3 Min.)	126—114	Leichte functionelle Insuffi- zienz bei leichter Arbeit, da das rechte Herz gegen die Widerstände in den Lungen anzukämpfen hat (Kypho- secoliose, Emphysem; Tym- panie des Abdomens).
	Contraversuch.	122—126—120— 120—115—110— 110. (3 Min.)	126—114	
	alsdann CO ₂ -Bad, 32 1/2 °C 15 Min.; hierauf			
	30 × 3 × 1/2 mkg Flexoren- arbeit des rechten Armes.	125—123—122— 110—110—110. (2 Min.)	105—90	Wir sehen deutlich den Ein- fluss des CO ₂ -Bades.
29. 11.	30 × 5 × 1/2 mkg Flexoren- arbeit des rechten Armes.	125—125—118— 110—110—110. (2 1/2 Min.)	115—100	—
	Contraversuch,	128—132—135— 120—120—120— 116—110—110— 112. (3 Min.)	—	—
	alsdann CO ₂ -Bad; hierauf			
	30 × 5 × 1/2 mkg Flexoren- arbeit des rechten Armes.	128—125—125— 120—115—110— 110—108—110. (2 Min.)	—	Wiederum zeigt sich deut- lich der Einfluss des Bades auf die Regulirung der Ge- fässwiderstände.
30. 11.	30 × 5 × 1/2 mkg Flexoren- arbeit des rechten Armes.	125—125—119— 115—114—110— 109. (3 Min.)	120—105	—
	Contraversuch.	121—118—115— 110—110—112. (3 1/2 Min.)	110—95	—
	30 × 6 × 1/2 mkg.	119—117—116— 109—108—117. (3 1/2 Min.)	112—95	Offenbar Steigerung d. Herz- leistung durch Regulirung der Gefässwiderstände.
	30 × 6 × 1/2 mkg.	Gärtner's Tonometer: 10 1/2—11 1/2—11 1/2— 12 1/2—12 1/2—9—9— 9. (3 Min.)	—	—
1. 12.	30 × 6 × 1/2 mkg Flexoren- arbeit des rechten Armes.	130—120—115— 112—109—110. (3 Min.)	—	—

Datum und Versuchs-No.	Name, Befund, Grösse und Form des Arbeitsmaasses	Ablauf der Blutdruckcurve und Zeitdauer	Pulsfrequenz unmittelbar nach d. Arbeit u. beendeter BD-Messung	Erläuterungen
1. 12.		alsdann: 110—110—105—105—105—105*)—108—110—110—110.	—	Flache Athmung? *) Athmet auf Aufforderung wie gewöhnlich.
	20 × 4 × 3 mkg Zuntzergometer in 1 Min.	150—150—140—135—120—115—110—105—110—110. (4 Min.)	125—100	—
	Contraversuch.	120—130—120—120—110—114—110—110. (4 1/2 Min.)	132—117	Es tritt beim Contraversuch functionelle Insufficienz ein! Ausserdem sehen wir am Schluss der BD-Schwankung rhythmische Senkungen (Traube-Heryng?). (110—105—106—103—110—108 u. ff.
	Messung am hochgehobenen Arm.	110—110.	—	—
	Messung am abwärts gerichteten Arm.	125—125—125.	—	—
	20 × 4 × 1/2 mkg Flexorenarbeit des rechten Beines im Liegen.	125—120—120—115—118—115—115. (3 Min.)	120—99	Die relativ kleine Arbeit der Beinflexoren wird trotz subjectiver Ermüdung ohne besondere Gefässwiderstände geleistet.
	Contraversuch.	118—115—115—112—110—110. (2 1/2 Min.)	120—108	—
	2. Contraversuch, alsdann CO ₂ -Bad, 32° C, 15 Min.: darnach	120—115—114—110—110. (2 1/2 Min.)	—	—
	20 × 4 × 1/2 mkg Flexorenarbeit des rechten Beines.	120—120—115—110—110—108. (2 Min.)	—	Einfluss des Bades!
6. 12.	30 × 6 × 1/2 mkg liegend Extensorenarbeit.	122—115—114—112—100—110. (2 Min.)	102—98	—
	30 × 6 × 1/2 mkg stehend Extensorenarbeit d. rechten Armes.	124—122—117—116—115—115 dauernd. (2 Min.)	120—115	Normaldruck anscheinend zu hoch (Cor-Erregung!).
	Contraversuch.	110—114—116—120—120—110—110. (1 3/4 Min.)	110—100	Functionelle Insufficienz.
7. 12.	30 × 6 × 1/2 mkg stehend Flexorenarbeit des rechten Armes.	125—124—115—115—110—108—110—110—110. (2 Min.)	104—94	—
	Contraversuch,	117—115—116—115—109—108—110—110. (2 Min.)	112—100	—

Datum und Versuchs-No.	Name, Befund, Grösse und Form des Arbeitsmaasses	Ablauf der Blutdruckcurve und Zeitdauer	Pulsfrequenz unmittelbar nach d. Arbeit u. beendeter BD-Messung	Erläuterungen
	darnach CO ₂ -Bad, 32° C, 15 Min.; hierauf 30 × 6 × 1/2 mkg stehend Flexorenarbeit.	120—120—120—110—110. (1 1/2 Min.)	115—90	—
8. 12.	40 × 6 × 1/2 mkg Extensorenarbeit des rechten Armes.	130—124—120—123—114—112—114—114. (2 1/2 Min.)	104—98	—
	Contraversuch.	135—131—120—119—114—112—114. (2 1/2 Min.)	126—96*	—
	2. Contraversuch.	119—118—115—113—109—110—110—110. (2 Min.)	120—96	Uebung!
18. 12.	45 × 6 × 1/2 mkg Extensorenarbeit des rechten Armes.	130—128—125—125—115—118—114—116—115. (2 1/2 Min.)	118—100	—
	Contraversuch.	130—135—130—128—125—126—125—125—118—115—116. (4 Min.)	126—114	Verlangsamtes Eintreten des Normaldrucks in Folge Steigerung der Gefässwiderstände in der Lunge!
VI.	Str., 36 J. alt (Senator's Poliklinik). Vor 2 J. Lues, seit 15. Sept. 1905 allerlei Druck- u. Spannungsgefühle in der Herzgegend. Keine Compensationsstörungen. Obj. Bef.: Systol. u. diastol. Geräusch an der Aorta, ebenso an den ander. Klappen Geräusche! Sichtb. Carotidenpuls! Keine wesentl. Vergrösserung der Herzdämpf. Pulswelle klein, ist nicht celer zu nennen.			
8. 12.	20 × 3 × 1/2 mkg Extensorenarbeit des rechten Armes.	116—115—112—114. (2 1/4 Min.)	72—72	BD anscheinend nicht verändert.
	Contraversuch.	115—115—125—120—119—112—110—110. (2 Min.)	73—70	Beim Contravers. tritt funct. Insuffic. ein, bedingt durch die Gefässwiderstände an den lädierten Klappen.
	30 × 5 × 1/2 mkg Extensorenarbeit des rechten Armes.	112—112—110—116—116—120—122 (2 Min.)—115—112—112—110. (3 Min. in toto.)	88—76	Functionelle Insuffic., durch Uebung nicht zu beeinflussen. Auffallend, wie lange es dauert, bis sekundäre Steigerung eintritt.
	Contraversuch.	110—108—114—122—120—115—112—112. (3 Min.)	80—76	

Datum und Versuchs-No.	Name, Befund, Grösse und Form des Arbeitsmaasses	Ablauf der Blutdruckcurve und Zeitdauer	Pulsfrequenz unmittelbar nach d. Arbeit u. beendeter BD-Messung	Erläuterungen
9. 12.	40 × 6 × 1/2 mkg Extensorenarbeit des rechten Armes.	110—110—108— 106—108—115— 115—125 (4 Min.)— 120—120—116— 115—114. (5 Min. in toto.)	84—72	Functionelle Insufficienz, auffallend, wie spät secundäre Steigerung u. Normaldruck eintritt: Verdacht auf Arteriosklerose der Gefässe trotz des geringen Blutdrucks.
	Contraversuch.	115—114—116— 114—112—120— 120 (4 Min.)—119— 120—114—114— 114. (6 Min.)	80—72	
	2. Contraversuch.	112—112—105— 116—116—119— 121—125—120— 115—116. (5 Min.)	—	Functionelle Insufficienz; BD kehrt etwas rascher zur Norm zurück; anscheinend geringe Beeinflussung der Gefässwiderstände durch Uebung.
	40 × 6 × 1/2 mkg Extensorenarbeit im Liegen mit dem rechten Bein.	123 1 Min.—117— 128—123—112— 118—118—115— 113—114. (in toto 4 Min.)	75—66	—
	Contraversuch.	101—99—100— 100—100—100— 102—102—106— 108—102—102— 106—108. (5 Min.) Nach weiteren 8 Min. steigt BD auf 114— 114—114.	85—75	Beim Contraversuch gänzliche Insufficienz der Herzleistung; offenbar schwere Myocardläsion; nach 13 Min. erst Einstellung des Normalblutdrucks. Pat. wird unter Jodtherapie gestellt.
	Pat. nimmt seit 3 Tagen Jodkali (7/200, 3 × tägl. 1 Essl.).			
12. 12.	40 × 6 × 1/2 mkg Extensorenarbeit des rechten Armes.	130—130—137— 130—130—130. (2 Min.)	80—75	Auffallende Besserung der Coraffection. Es sei hingewiesen, dass d. Manschette zu lose angelegt wurde, daher die BD-Werthe im absoluten Sinne zu hoch.
	Contraversuch.	135—135—130— 129—130—130. (2 Min.)	75—72	
	2. Contraversuch.	125—124—125— 129—131—128— 128—129. (2 1/2 Min.)	80—72	Es tritt nun wieder funct. Insufficienz ein, doch welch' ein Unterschied des Gesamtergebnisses gegenüber dem 8. 12. (!)
	60 × 6 × 1/2 mkg Flexorenarbeit des rechten Armes.	138—137—140— 140—136—128. (2 1/2 Min.)	84—75	—
	Contraversuch.	132—130—130— 126—128—124— 125. (2 1/2 Min.)	72—72	—
	60 × 6 × 1/2 mkg FlexorenArbeit mit beiden Armen abwechselnd.	138—137—136— 130—128—129— 129. (2 Min.)	84—72	—

Datum und Versuchs-No.	Name, Befund, Grösse und Form des Arbeitsmaasses	Ablauf der Blutdruckcurve und Zeitdauer	Pulsfrequenz unmittelbar nach d. Arbeit u. beendeter BD-Messung	Erläuterungen
14. 12.	60 × 6 × 1/2 mkg Flexorenarbeit des rechten Armes.	115—115—112— 115—117—115— 110—110—110— (4 1/2 Min.)	96—88	—
	100 × 6 × 1/2 mkg Flexorenarbeit des rechten Armes.	110—123—120— 115—113—115— 115 (3 Min.)—110— 110—110. (in toto 4 Min.)	—	Wir ersehen, dass das Cor sich unter der Jodtherapie wesentlich gebessert hat. Die funct. Prüfung ergibt, dass die Gefässwiderstände an den Corklappen durchaus nicht gross sind, dass also die Klappendefecte nicht bedeutend sein können, dass dagegen das Myocard selbst durch den luetischen Process angegriffen ist.
	Contraversuch.	110—110—125— 126 (1 1/2 Min.)—114— 116—114—112— 110. (3 1/2 Min. in toto.)	96—88	
	Wir fanden Gelegenheit, Str. nach 3 Wochen von neuem zu untersuchen; er hatte Jod nur unregelmässig gebraucht und hat wieder Herzbeschwerden.			
8. 1. 1906	100 × 6 × 1/2 mkg Flexorenarbeit des rechten Armes.	105—95—90—100— 103—105—102. (4 Min.)	90—84	Wiederum die Widerstandskraft des Cor gebrochen: Ermüdung des Cor durch die Grösse der Circulationsarbeit.
	Contraversuch.	125—125 abfallend auf 80—85—100— 105—104. (4 1/2 Min.)	—	
	100 × 6 × 1/2 mkg Extensorenarbeit des rechten Beines im Liegen.	115—112—110— 114—113—114.	—	Unterschied der Rückwirkung d. Gefässwiderstände auf d. Cor bei Extensorenarbeit d. oberen u. unter. Extremität.
	75 × 6 × 1/2 mkg Extensorenarbeit des rechten Armes im Stehen.	100—90—85—104— 105—108—103— 104 u. s. w. (ca. 3 Min.)	108—102	Patholog. Insufficienz, bedingt durch Myocardschwäche.
8. 1.	Contraversuch.	70—85—100—105— 106—109—105— 105 u. s. w. (4 Min.)	108—102	Pathologische Insufficienz, bedingt durch Myocardschwäche.
VII.	Musiker S., 53 Jahre, soll in diesem Jahre Gelenkrheumatismus gehabt haben, klagt über Steifigkeitsgefühle und Kurzatmigkeit. Obj. Befund: Cor hypertrophicum, erste Töne dumpf, zweite Töne accentuirt.			
15. 12.	50 × 4 × 1/2 mkg Flexorenarbeit des rechten Armes.	100—100—100— rasch aufsteigend auf 160—160—150— 150—150. (3 Min.)	100—68	Starke Senkung des BD mit nachfolgender function. Insufficienz, bedingt durch grosse Gefässwiderstände.
	Contraversuch.	115—130—140 (1 Min.)—150—155— 150—150 (2 1/2 Min. in toto.)	90—65	Die Grösse der Gefässwiderstände setzt anscheinend eine vorübergehende Ermüdung des Herzens, so dass eine pathologische Insufficienz eintritt.

Datum und Versuchs-No.	Name, Befund, Grösse und Form des Arbeitsmaasses	Ablauf der Blutdruckcurve und Zeitdauer	Pulsfrequenz unmittelbar nach d. Arbeit u. beendeter BD-Messung	Erläuterungen
18. 12.	50 × 4 × 1/2 mkg Extensorenarbeit des rechten Armes.	80—80—80—100 (1 1/2 Min.)—130—130—150. (5 Min.)	—68	Die Extensorenarbeit der ober. Extremität setzt wie stets grössere Gefässwiderstände und trotzdem das Auftreten der functionellen Insufficienz beim Contraversuch.
	Contraversuch.	100—100—140—155—160—180!—200!—160—160—155. (5 Min.)	—	
	50 × 4 × 1/2 mkg Extensorenbewegung des rechten Beines im Liegen.	120—180—200—150—150—150. (3 Min.)	—	Functionelle Insufficienz bei leichtester Arbeitsform.
	Contraversuch.	130—140—180—200—150—150. (2 1/2 Min.)	—	Ausbleiben jeglich. Uebung; offenbar starke Arteriosklerose in den Gefässen!
	50 × 5 × 1/2 mkg Extensorenarbeit des rechten Armes.	185—180—173—150—155—150. (2 Min.)	85—70	Welch' ein Unterschied des BD-Verhaltens am 18. und 15. 12.
	100 × 5 × 1/2 mkg Extensorenarbeit des rechten Armes.	180 abfallend auf 90!—100 (1 1/2 Min.)—150—150—150. (3 Min.)	—	Nach primärer Steigerung durch Dyspnoe starker Abfall des BD.
20. 12.	CO ₂ -Bad, 32 1/2° C, 15 Min.	<<<<		
	100 × 5 × 1/2 mkg Extensorenarbeit des rechten Armes.	90 (1 Min.)—140—180!—160—150—150. (3 Min.)	—	Einfluss des CO ₂ -Bades gekennzeichnet durch d. Auftreten d. secundären Steigerung. (Funct. Insufficienz), d. h. das CO ₂ -Bad hat die Gefässwiderstände herabgesetzt; Ermüdung d. Herzens durch die Grösse d. Gefässwiderstände nicht mehr vorhanden.
	Contraversuch, jedoch nur 75 × 5 × 1/2 mkg.	90 (1 Min.)—140—160!—150. (2 Min.)	—	
	100 × 6 × 1/2 mkg Flexorenarbeit des rechten Armes.	80 (4 1/2 Min.)—125—130—140—150—150. (3 Min.)	76—72	—
	Contraversuch.	85 (4 1/2 Min.)—125—145—145—150.	—72	—
	CO ₂ -Bad, 32 1/2° C, 15 Min.	<<<<		
VIII.	100 × 6 × 1/2 mkg Flexorenarbeit des rechten Armes.	110—125—150—160—145—148—148. (2 1/2 Min.)	—	Einfluss des Bades: gekennzeichnet durch das Auftreten der secundären Steigerung.
	Contraversuch.	120—155—160—150—148—150. (2 1/2 Min.)	—	Das Resultat der vorliegenden Funktionsprüfung ist belehrend für die Rückwirkung der Gefässwiderstände auf das Cor.
VIII.	W., 64 Jahre, Metalldrucker, klagt über Schwindel, Schlaflosigkeit etc.; früher mässig. Alkoholiker. Obj. Befund: Hypertrophie d. linken Herzens, starke Accentuation d. 2. Aortentons. Urin nihil.			

Datum und Versuchs-No.	Name, Befund, Grösse und Form des Arbeitsmaasses	Ablauf der Blutdruckcurve und Zeitdauer	Pulsfrequenz unmittelbar nach d. Arbeit u. beendeter BD-Messung	Erläuterungen
2. 12.	30 × 4 × 1/2 mkg Flexorenarbeit des rechten Armes.	198—195—178— 190—170—180— 190—180??	124—114	Starke Beeinflussung der Psyche, fürchtete die ihm unbekannte Untersuchungsmethode; daher nach kleiner Arbeitsleistung regelloses BD-Verhalten.
	Contraversuch.	155—165—175— 150—150—150. (2 Min.)	126—108	Functionelle Insufficienz.
	30 × 6 × 1/2 mkg Flexorenarbeit des rechten Armes.	165—185—180— 180—170—150— 155—150. (3 Min.)	136—108	do.
	Contraversuch.	180—180—170— 155—150—150— (3 Min.)	120—108	Geringe Uebungsfähigkeit.
9. 12.	30 × 6 × 1/2 mkg Flexorenarbeit des rechten Armes.	190—180—175— 176—180—175— 180. (3 1/2 Min.)	130—105	—
	Contraversuch.	180—178—163— 164—160—163. (2 1/2 Min.)	115—100	—
	2. Contraversuch.	165—165—160— 155—160—160. (2 Min.)	110—95	Gesamtresultat: Offenbar starke Arteriosklerose der peripheren Gefässe u. hochgradige psychische Erregbarkeit, die den BD höher hält, als dem Maasse der Gefässwiderstände entspricht (conf. die letzten Arbeitsversuche). Das Cor. als solches ist für 30 × 6 × 1/2 mkg Flexorenarbeit des r. Armes völlig sufficient. — Pat. entzog sich weiterer Untersuchung.
IX.	M.(Senator'sche Klinik), Holzarbeiter, 35 Jahre alt, klagt seit mehreren Jahren über Blutabgang per anum und Schwäche. Obj. Befund: Verbreiterung der Herzdämpfung über die Mitte des Brustbeins. Systol. Geräusch im 2. Intercostalraum links; Accentuation d. 2. Pulmonaltons, will wieder seine Arbeit aufnehmen.			
19. 12.	30 × 3 × 1/2 mkg Flexorenarbeit des rechten Armes.	135—135—138— 130—130—130. (2 M.)	—	—
	Contraversuch.	128—128—133— 138—136—130— 128—130. (2 1/2 Min.)	—	Contraversuch beweist: functionelle Insufficienz bei recht kleiner Arbeit.

Datum und Versuchs-No.	Name, Befund, Grösse und Form des Arbeitsmaasses	Ablauf der Blutdruckcurve und Zeitdauer	Pulsfrequenz unmittelbar nach d. Arbeit u. beendeter BD-Messung	Erläuterungen
19. 12.	30 × 5 × 1/2 mkg Flexorenarbeit des rechten Armes.	125—140—140—135—136—130—130. (2 1/2 Min.)	126—99	Functionelle Insufficienz, bedingt durch Gefässwiderstände, die durch Uebung nur wenig beeinflusst werden! Myocardbetheiligung?
	Contraversuch.	128—130—132—134—138—125—125—125. (2 1/4 Min.)	114—96	
	50 × 6 × 1/2 mkg Flexorenarbeit des rechten Armes	Pulsdruck nicht messbar, dann rasch (1 Min.) ansteigend: 100—135—135—130—130—126—126—126. (2 1/2 Min.)	118—96	
	Contraversuch.	Pulsdruck nicht messbar. (4 Min.) 100—135!—135—130—130—126—126—126. (2 1/2 Min.)	114—96	
	2. Contraversuch.	Pulsdruck nicht messbar. 4 Min. 105—110—132—132—126—129—126. (2 1/3 Min.)	120—90	
20. 12.	50 × 6 × 1/2 mkg Extensorenarbeit mit dem rechten Arm, die den Thorax zum Teil feststellt!	Pulsweite nicht zu fühlen. <<<<< (1 M.), alsdann 110—120—145—145—147—148. (3 Min.)—130—128—126 (3 1/2 M.), alsdann 115—120—120—115.	141—96	Gefässwiderstände bei Extensorenarbeit stärker und Auftreten von Dyspnoe — also Gefässwiderstände in den Lungen (!). Beim zweiten Contraversuch unterschiedene Verbesserung der BD-Curve. — Myocard nicht betheiligt. Dagegen muss eine Mitralaffection vorhanden sein, welche die Gefässwiderstände in den Lungen hervorruft.
	Contraversuch.	Starke Dyspnoe, Pulsdruck nicht messbar, <<<< (1 1/2 M.), rasch ansteigend. 150—130—130—125 (4 M.). alsdann 116—118—120.	147—96	
	2. Contraversuch.	Pulsdruck nicht messbar, (1 Min.) 120—125—138—136—124—126 4 Min.—120—118—120—120.	130—96	
	50 × 6 × 1/2 mkg Flexorenarbeit des rechten Armes.	110—116—120—125—120—115—115. (3 Min.)	104—90	
	50 × 6 × 1/2 mkg Streckarbeit liegend mit dem rechten Bein (setzt die geringsten Gefässwiderstände).	115—115—118—115. (1/2 Min.)	93—87	
	Contraversuch.	125—120—118—118—118. (1/2 Min.)	100—90	

Datum und Versuchs-No.	Name, Befund, Grösse und Form des Arbeitsmaasses	Ablauf der Blutdruckcurve und Zeitdauer	Pulsfrequenz unmittelbar nach d. Arbeit u. beendeter BD-Messung	Erläuterungen
X.	P., 23 Jahre alt, vor 4 Jahren Chorea; schon damals war eine Mitralaffection constatiert worden, hat seitdem keine Beschwerden gehabt, sieht ein wenig schwächlich aus.			
10. 12.	30 × 4 × 1/2 mkg Flexorenarbeit des rechten Armes.	110—104—102—104. (1 Min.)	84—64	—
	30 × 4 × 1/2 mkg Extensorenarbeit des rechten Armes.	105—110—115—108—105—104—(104. 1 1/2 Min.)	—	Functionelle Insufficienz, die im Contraversuch durch Uebung sofort beeinflusst wird.
	Contraversuch.	112—108—108—104—104. (1 1/2 Min.)	84—64	
	30 × 4 × 1/2 mkg Flexorenarbeit des rechten Beines im Liegen.	90—90—105—108—106—106—104. (3 Min.)	—	Functionelle Insufficienz, durch Uebung sofort beeinflusst.
XI.	Contraversuch.	109—108—104—104.	—	—
	Schn. (Station), Schaffner, Tabes, Aorteninsufficienz (Aneurysma); hält sich für dienstfähig.			
10. 12.	40 × 6 × 1/2 mkg Extensorenarbeit des rechten Armes.	145—163—163—157—150—153—153. (3 Min.)	90—90	Functionelle Insufficienz.
	Contraversuch.	154—154—144—143—142. (3 Min.)	90—90	Uebung!
	2. Contraversuch.	145—143—144—136—134—135. (3 Min.)	90—90	Der „Normaldruck“ wird niedriger durch Regulation der Gefässwiderstände, denn auch am folgenden Tage finden wir ohne Arbeit: 135—133—136 u. s. w.
XII.	Frl. W. (Station), chronische Nephritis, z. Z. ohne Oedeme. Obj. Befund: Cor hypertrophisch (erste Töne dumpf, 2. Aortenton accentuiert).			
	20 × 2 × 1/2 mkg Extensorenarbeit des rechten Armes.	139—138—140—140. (2 Min.)	105—93	—
	Contraversuch.	126—129—139—144—138—140. (2 1/2 Min.)	109—108	Functionelle Insufficienz.
	20 × 3 × 1/2 mkg Flexorenarbeit des rechten Armes.	145—135—135—138.	—	—
	Contraversuch.	145—140—141—135—135.	—	—