Zur Kenntnis der individuellen Schwankungen des Blutdruckes beim gesunden Menschen.¹

Von

Cand. med. A. Tavaststjerna.

(Aus dem physiologischen Institut der Universität Helsingfors.)

Die Entwicklung, welche die zur Messung des Blutdruckes beim Menschen vorgeschlagenen Methoden während der letzten Jahre gewonnen haben, hat zahlreiche Untersuchungen über die bei einer und derselben Person unter verschiedenen Umständen vorkommenden Variationen des Blutdruckes veranlaßt, wogegen die bei verschiedenen Individuen stattfindenden Variationen nur in einem verhältnismäßig geringen Grade berücksichtigt worden sind.

Dies ist ohne Zweifel wesentlich von der Unsicherheit veranlaßt, die in bezug auf die mit den betreffenden Apparaten erhaltenen absoluten Druckwerte lange stattgefunden hat, denn es ist ja selbstverständlich, daß nur wenn diese einigermaßen exakt sind, der Vergleich zwischen verschiedenen Individuen berechtigt ist, während andererseits Zahlen, die an und für sich selbst mit großen Fehlern behaftet sind, dennoch wertvolle Aufschlüsse über die bei einer und derselben Person erscheinenden Veränderungen des Druckes abgeben können, da hier der so wesentliche Einfluß der Weichteile (Haut, Muskeln) als konstant erachtet werden muß, bei verschiedenen Individuen aber vielfachen Schwankungen unterliegt und daher nicht ohne weiteres eliminiert werden kann.

Unter den neueren Methoden zur Bestimmung des Blutdruckes beim Menschen ist wohl die von Riva-Rocci im Jahre 1896 beschriebene zurzeit am meisten benutzt. Sein Apparat besteht, wie bekannt, aus einer pneumatischen Gummimanschette, die in der Regel um den Oberarm angebracht wird; sie steht einerseits mit einem Gummigebläse, andererseits mit einem Manometer in Verbindung. Durch das Gebläse wird Luft in die Manschette so lange getrieben,

¹ Der Redaktion am 15. November 1908 zugegangen.

bis der Radialispuls gerade nicht mehr fühlbar ist; der dann vom Manometer angezeigte Druck stellt den Maximaldruck in der Arterie dar; auch kann man von vornherein durch das Gebläse einen so großen Druck geben, daß die Pulsationen ganz ausbleiben, und dann durch Öffnen eines Ventiles die Luft langsam heraustreten lassen, bis der Radialispuls wieder fühlbar ist, und den dabei stattfindenden Druck am Manometer ablesen.

Wie v. Recklinghausen¹ nachwies, werden indessen mittelst der von Riva-Rocci empfohlenen nur 5 bis 6 cm breiten Manschette zu hohe Zahlen für den arteriellen Druck erhalten und zwar ist der Unterschied keineswegs konstant, sondern von der Dicke des Armes wesentlich abhängig. Er schlug daher vor, eine Manschette von 15 cm Breite zu benutzen, welche, wie der Autor sowohl theoretisch als experimentell nachweist, den an einer manometrischen Methode zu stellenden Anforderungen in hohem Grade genügt.

Trotzdem wurde die schmale Manschette, vor allem auf Grund von Sahlis Ausführungen, bis in der letzten Zeit vielfach benutzt. Durch O. Müller und Blauels² Versuche ist indessen die Streitfrage, wie es scheint, als endgültig erledigt anzusehen. Bei Amputationen bestimmten diese Autoren den Blutdruck teils mittelst eines mit der Arterie direkt verbundenen Manometers, teils mit dem Apparat von Riva-Rocci und zwar sowohl mit der schmalen als mit der breiten Manschette. Wie aus folgender Zusammenstellung hervorgeht, zeigen die mit der letzteren gewonnenen Zahlen eine sehr gute Übereinstimmung mit den wirklichen Druckwerten, während die schmale Manschette gar zu hohe Zahlen gegeben hat.

Ver- such.	Federmanometer; Druckmaximum während des Re- spirationsmaxi- mums; mm Hg.	Die breite Manschette; mm Hg.	Die schmale Manschette; mm Hg.	Anmerkungen.
I	121	130	—	Federmanometer in A. ra- dialis, Manschette am gleichseitigen Oberarm.
	126	—	173—174	
II	120	130	—	Desgleichen.
	120	—	170	
III	109	116—118	—	Federmanometer in A. brachialis, Manschette am gekreuzten Oberarm.
	109	—	129—130	

¹ v. Recklinghausen, *Archiv f. exper. Pathologie u. Pharmacol.* 1901. Bd. XLVI. S. 86, 87, 110.

² O. Müller u. Blauel, *Deutsch. Arch. f. klin. Med.* 1907. Bd. IXC. S. 517.

In den Versuchen I und II war der Umfang des Armes normal; betreffend Versuch III wird angegeben, daß hier die Weichteile des Armes „sehr dürrtge“ waren.

Nach diesen Bestimmungen würde also die breite Manschette Druckwerte geben, die um etwa 7.5 bis 8.3 Proz. die tatsächlich vorhandenen übersteigen, während die mit der schmalen Manschette gewonnenen, je nach der Dicke des Armes, mit + 41 bis 19 Proz. von den wirklichen Druckwerten abweichen würden.

Dies alles gilt natürlich nur unter der Voraussetzung, daß die untereinander verglichenen Druckwerte an und für sich gleich groß waren und führt uns zunächst zu der Frage, was wir eigentlich mit dem Riva-Roccischen Apparate messen. Im Anschluß an Versuche von Bing¹ bemerken O. Müller und Blauel (a. a. O.) in dieser Hinsicht folgendes. Bing fand, daß man durch Erwärmung bzw. Abkühlung eines Unterarmes verschiedene Druckwerte in beiden Brachiales erzielen kann, während der Aortadruck dabei keine Veränderung erleidet. Also muß diese Differenz davon abhängig sein, daß hier der Seitendruck in der A. brachialis gemessen worden ist. Durch die komprimierende Manschette wird die Seitenwand der A. brachialis belastet. Das Blut strömt zunächst noch ungehindert durch das Gefäß, und der in ihm herrschende, der komprimierenden Manschette Widerpart leistende Druck ist die Resultante aus dem Seitendruck in der Subclavia und dem jeweiligen Widerstande in den peripher gelegenen Gefäßen. Wächst nun der auf die Seitenwand der Brachialis mittelst der Manschette ausgeübte Druck weiter an, so kommt ein Punkt, bei welchem der aus den genannten Komponenten resultierende Druck im Gefäß eben erreicht und schließlich überwunden wird. An diesem Punkte klappt das Gefäß zusammen, und die bisher wenigstens während der Systole erhaltene Kontinuität des Blutstromes wird eben unterbrochen. In diesem Moment des Zusammenklappens der Arterie, des Verschwindens des Radialispulses, wird also gerade der Seitendruck der Brachialis überschritten. Bleibt das Gefäß nun verschlossen, so herrscht, da die peripheren Gebiete abgesperrt sind, ohne jeden Zweifel oberhalb der komprimierenden Manschette der reine Seitendruck der Subclavia. Unter diesem bahnt sich das Blut seinen Weg durch die sich wieder eröffnende Manschette. Sobald dann freilich der erste Pulsschlag in der Radialis fühlbar wird, ist die Kontinuität des Blutstromes mit den peripher gelegenen Gefäßteilen wieder hergestellt, und der in diesem Augenblicke im Gefäß vorhandene und an der

¹ Bing, *Berliner klin. Wochenschrift*. 1906. Nr. 52. S. 1650.

Manschette abgelesene Druck resultiert schon wieder aus den beiden Einflüssen, dem zentralen und peripheren. Man bestimmt also offenbar zur Zeit des ersten Wiederauftretens des Pulses in der Radialis den Seitendruck in der Brachialis, zur Zeit des Verschwindens des Radialis-pulses den Seitendruck in der Subclavia. Beide Werte unterscheiden sich aber unter gewöhnlichen Verhältnissen nur wenig voneinander.

Seinerseits mißt das mit der Radialis endständig verbundene Manometer den Seitendruck in der Brachialis. Da nun die Messung nach Riva-Rocci-Recklinghausen sich teils auf diesen, teils auf den Seitendruck in der Subclavia bezieht, und zwischen letzteren nur ein geringes Gefälle herrscht, dürfte im großen und ganzen ein direkter Vergleich zwischen den beiden also erhaltenen Druckwerten — dem mit dem Federmanometer und dem mit der Manschette gewonnenen — gestattet sein. Also wäre der oben erwähnte Unterschied von etwa 7 bis 8 Proz. als tatsächlich vorhanden aufzufassen. Da sich indessen eine vollständige Übereinstimmung der beiden Druckwerte nicht erwarten läßt, sind wir keineswegs dazu berechtigt, an den mittelst der Manschette bestimmten Zahlen eine bestimmte Korrektur anzubringen, und dies um so weniger, als die Zahl der vergleichenden Versuche nur sehr gering ist.

Unter Anwendung der Kompressionsmethode hat man auch versucht, den Minimaldruck in den Arterien zu bestimmen, um solcherart Zahlen für den mittleren Blutdruck zu bekommen. Da sich meine eigenen Untersuchungen indessen allein auf den maximalen Blutdruck beziehen, habe ich keine Veranlassung, die Arbeiten über den Minimaldruck hier zu besprechen.

Ich will nur bemerken, daß die Bestimmung des Maximaldruckes allein keinen vollständig genügenden Aufschluß über den Blutdruck geben kann.

Bei meinen Bestimmungen benutzte ich die breite Manschette nach v. Recklinghausen. Sie wurde am Oberarm befestigt und der Druck an einem Hg-Manometer abgelesen. Durch Palpation der A. radialis wurde sowohl das Verschwinden wie das Wiedererscheinen des Pulses beobachtet und das Mittel aus diesen Bestimmungen notiert. Nach meinen Erfahrungen läßt sich das Wiedererscheinen des Pulses viel schärfer als das Verschwinden feststellen. In der Regel wurden eine bis zwei Kontrollmessungen vorgenommen.

Folgende, größtenteils schon v. Recklinghausen und Hensen angegebenen Vorsichtsmaßregeln wurden bei diesen Bestimmungen genau beobachtet:

Die Manschette und wenn möglich der ganze Arm muß in der

Höhe des unteren Teiles des Brustbeines (Angulus Ludovici) gehalten werden;

die Manschette soll den Arm dicht umschließen, jedoch ohne zu strammen; wenn sie zu locker befestigt ist, so wirkt sie wie eine schmalere Manschette; ist sie dagegen zu stramm angebracht, wird eine Blutstauung hervorgerufen, die unter anderem die Palpation des Radialispulses erschwert;

die Messung soll möglichst schnell stattfinden, weil bei länger dauernden Kompression des Armes eine Drucksteigerung eintritt;

bei wiederholten Messungen soll die Quecksilbersäule nach jeder Messung auf Null herabsinken;

die Armmuskeln sollen vollständig schlaff sein.

Bevor ich meine eigenen Resultate bespreche, ist es angezeigt, die Erfahrungen über die bei einer und derselben Person erscheinenden Variationen des Blutdruckes kurz zu erwähnen, um Gesichtspunkte für die Erörterung meiner eigenen Beobachtungen zu bekommen.

Da der Blutdruck, so viel es sich zurzeit übersehen läßt, bei verschiedenen Individuen auf verschiedene äußere und innere Einflüsse sehr verschieden reagiert, ist es natürlich, daß die Angaben verschiedener Autoren große Differenzen darbieten und in einzelnen Fällen sogar einander direkt widersprechen. Hierzu hat übrigens auch der Mangel bei den zu diesem Zwecke benutzten Untersuchungsmethoden nicht unwesentlich beigetragen. Schon der Umstand, daß wir einen mehr oder minder peripheren Druck messen, dessen Schwankungen keineswegs immer mit denjenigen in der Aortawurzel übereinstimmen müssen, ist unzweifelhaft nicht ohne schädlichen Einfluß gewesen.

Aus den Untersuchungen von Gumprecht¹, Hensen², v. Recklinghausen³ und anderen geht hervor, daß sich der Blutdruck beim Menschen oft, ohne daß man die Ursache davon nachweisen kann, verändert. Im allgemeinen sind die Druckschwankungen aber ziemlich klein, können indessen innerhalb kürzester Zeit 10 bis 15 mm Hg betragen, im Laufe einer Stunde den Betrag von 25 mm Hg und im Laufe von 24 Stunden einen von 40 bis 60 mm Hg erreichen. Andererseits ist zu bemerken, daß der Druck bei einer und derselben Person gewissermaßen bestrebt ist, sich auf die Dauer an einem gewissen

¹ Gumprecht, *Zeitschr. f. klin. Med.* 1900. Bd. XXXIX. S. 387 bis 391.

² Hensen, *Deutsches Arch. f. klin. Med.* Bd. LXVII. S. 461 bis 467.

³ v. Recklinghausen, *a. a. O.* S. 123 bis 127.

Niveau zu erhalten. Wenn man also mehreremal täglich während mehreren Tagen den Druck bestimmt, so stimmen die an den einzelnen Tagen gewonnenen Durchschnittszahlen aufs nächste miteinander überein. Die Abweichung betrug bei Hensen etwa 10^{mm} Hg, bei Gumprecht indessen oft etwa 20^{mm} und mehr.

Inwiefern eine bestimmte Abhängigkeit zwischen den Tageszeiten und dem Blutdrucke stattfindet, ist noch nicht entschieden. Hensen fand den Druck im allgemeinen etwas (5 bis 15^{mm} Hg) höher am Abend als am Morgen; von dieser Regel kamen indessen viele Ausnahmen vor. Auch Zadek¹ beobachtete in mehreren Fällen nachmittags eine Zunahme des Druckes, die jedoch von der Mittagsmahlzeit unabhängig war; gegen Abend sank der Druck in den meisten Fällen herab. Andererseits werden diese Tagesschwankungen von Kluge² bestritten und aus Jellineks³ umfassenden Versuchen scheint hervorzugehen, daß der Druck in der Regel frühmorgens und spätabends den niedrigsten Wert hat, und sein Maximum nachmittags nach der Hauptmahlzeit aufweist. Bei einem per Rektum ernährten Kranken konnte Hensen keine Tagesschwankungen des Druckes nachweisen. Bei Kranken, die auf eine sehr mäßige Ernährung gesetzt werden mußten, fand Sommerfeld⁴ keine Druckvariationen zu verschiedenen Tageszeiten.

Angesichts dieser Erfahrungen kann man wohl kaum der Aufnahme von Nahrung oder der Verdauungsarbeit eine wesentlichere Bedeutung für diese Variationen zuschreiben.

Auch stellt Schüle⁵ die Einwirkung der Verdauungsarbeit ganz in Abrede; Colombo, Weiß⁶ und Recklinghausen beobachteten während der Verdauung eine Druckabnahme.

Nach Maximowitsch, Riedel⁷ und Karrenstein⁸ würde die Zufuhr größerer Flüssigkeitsmengen den Druck steigern.

Über die Einwirkung der körperlichen Arbeit liegen zahlreiche Erfahrungen vor, von welchen ich nur die allerwichtigsten hier berücksichtigen kann.

Eine angestrengte Muskularbeit bewirkt unter normalen Verhält-

¹ Zadek, *Zeitschrift f. klin. Med.* 1881. Bd. II. S. 521.

² Kluge, Die Messung des Blutdrucks am Menschen mit Hilfe des Baschischen Sphygmomanometers. Kieler Dissert. 1893.

³ Jellinek, *Zeitschrift f. klin. Med.* 1900. Bd. XXXIX. S. 447.

⁴ Sommerfeld, *Therapeut. Monatshefte.* 1901. S. 72.

⁵ Schüle, *Berliner klin. Wochenschrift.* 1900. S. 736.

⁶ Weiss, *Münch. med. Wochenschrift.* 1900. S. 69.

⁷ Riedel, zitiert nach Hensen.

⁸ Karrenstein, *Zeitschrift f. klin. Med.* 1903. Bd. L. S. 322.

nissen stets eine Drucksteigerung. Nach Ende der Arbeit sinkt der Druck schnell auf seine ursprüngliche Höhe, mit kleineren Variationen nach oben oder nach unten (Maseng).¹ Bei geübten Individuen ist die Drucksteigerung kleiner. Es scheint, als ob der Druck in näherer Beziehung zu der Willensanstrengung als zu der Arbeitsgröße stehen würde. Eine schwere Arbeit, an welche die Versuchsperson gewöhnt ist, läßt den Druck in der Regel unverändert. Vergleiche in dieser Hinsicht auch die Arbeiten von Jellinek und Karrenstein.

Nach Hensen verändert sich der Druck nicht bei lange dauerndem Bettliegen, beim Aufstehen vom Bette, beim Aufhören einer Muskel-tätigkeit, an die man gewöhnt gewesen ist. Dagegen bemerkt Gumprecht, daß der Druck bei Arbeitern, die nach vorhergehender schwerer Arbeit ins Krankenhaus aufgenommen wurden, im Laufe der ersten Woche merkbar herabsinkt.

Die psychischen Vorgänge sind in bezug auf ihre Einwirkung auf den Blutdruck unter normalen Verhältnissen meines Wissens nie genauer untersucht worden. Daß sie in dieser Hinsicht nicht ohne Bedeutung sein dürften, folgt indessen aus mehreren einzelnen Beobachtungen.

Einen großen Einfluß übt das Gefühlsleben aus. Schon geringere Affekte genügen, um Drucksteigerungen von 10 bis 20^{mm} Hg hervorzurufen, und bei stärkeren Gemütsbewegungen sind Drucksteigerungen um 30 bis 40^{mm} Hg beobachtet worden (Gumprecht).

Nach Hensen kommt bei Kranken an den Tagen der Aufnahme in und der Entlassung aus dem Krankenhaus in der Regel ein etwas erhöhter Blutdruck vor. Zwei Stunden nach dem Einschlafen sinkt der Druck um 20 bis 35^{mm} Hg (Pilz).²

Durch Hustenstöße können Drucksteigerungen um 20 bis 30 bis 50^{mm} Hg erhalten werden (Gumprecht). Dagegen sinkt der Druck bei tiefer Inspiration um 5 bis 10^{mm} Hg.

Nicht selten zeigen sich Verschiedenheiten beim Drucke in den beiden Armen, und zwar ist der Druck meistens etwas höher im rechten Arme.

Ferner übt die Körperlage der Versuchsperson bei der Messung einen deutlichen Einfluß aus. Beim Stehen ist der Druck im allgemeinen höher als beim Sitzen (v. Recklinghausen, Hensen). Dagegen macht es keinen deutlichen Unterschied, ob die Versuchsperson

¹ Maseng, *Deutsches Arch. f. klin. Med.* 1902. Bd. LXXIV. S. 253.

² Pilz, *Wiener klin. Wochenschrift.* 1900. S. 276.

liegt oder sitzt (Hensen). Wird aber beim Liegen das Kopfkissen entfernt, so daß der Kopf eine horizontale Stellung annimmt, so sinkt der Druck merkbar (um etwa 15 ^{mm} Hg nach v. Recklinghausen).

Meine Untersuchungen beziehen sich auf etwa 500 Individuen von verschiedenem Alter und Geschlecht.

Für das Alter 7 bis 19 Jahre beträgt die Zahl der Untersuchten 246; die Versuchspersonen waren Schulkinder.

Für das Alter 22 bis 25 Jahre wurden die Bestimmungen an 180 Soldaten des früheren finnländischen Leibgarde-Bataillons ausgeführt.

Die Bestimmungen für das Mannesalter beziehen sich auf 47 Schutzleute und einige andere Personen.

Endlich habe ich an 14 Greisen am Armenhaus der Stadt Helsingfors Messungen ausführen dürfen.

Die Gesamtzahl meiner Versuchspersonen beträgt somit 487.

Die Versuchspersonen befanden sich immer in sitzender Stellung.

Um ganz zuverlässige Durchschnittszahlen für den Druck bei verschiedenem Alter zu bekommen, hätte ich, wegen der Variabilität des Druckes bei verschiedenen Individuen, bei gewissen Altersklassen eine größere Anzahl Versuchspersonen zu meiner Verfügung haben sollen. Ferner bereitet der Umstand, daß sich meine Versuchsindividuen zur Zeit der Versuche nicht alle unter vollständig gleichen äußeren Bedingungen befanden — wie z. B. daß die Messungen zu verschiedener Tageszeit stattfanden — dem Vergleich der einzelnen Bestimmungen gewisse Schwierigkeiten. Indessen wurden sämtliche Soldaten zu derselben Zeit, zwischen 8 Uhr 30 Minuten und 9 Uhr vormittags untersucht; sie hatten ihr Frühstück genossen und noch nicht ihre körperlichen Übungen begonnen.

Die übrigen Versuchspersonen wurden größtenteils am Vormittage, zwischen Frühstück und Mittagessen, in der Regel nach vorhergegangenen Studien oder leichter körperlicher Arbeit, beobachtet. Bei diesen würde man also, nach den oben Angeführten, einen etwas erhöhten Blutdruck zu erwarten haben.

Bei den Schulkindern wurde der Blutdruck während der Gymnastikstunde gemessen. Dabei wurde indessen immer beobachtet, daß die betreffenden Individuen wenigstens eine kürzere Zeit vor der Messung sich ruhig gehalten hatten.

Die psychische Einwirkung, die sich bei der Druckmessung nicht selten geltend macht und abnorme Druckwerte verursachen kann, versuchte ich dadurch zu vermeiden, daß ich insbesondere an den empfindlicheren Kindern die Bestimmungen mehrereremal wiederholte, um sie solcher Art an diese zu gewöhnen und vollständig zu beruhigen. Die Angaben über die Pulsfrequenz zeigen, daß dies der Hauptsache nach mir gelungen ist.

Über den Blutdruck während des Säuglings- und des früheren Kindesalters habe ich keine eigenen Erfahrungen, weshalb ich mir gestatte, nach Hensen und Kook (Riva-Rocci, schmale Manschette), Anna Kolossowa¹ und Shaw (Gärtners Tonometer), diese zu vervollständigen. Die betreffenden Angaben sind hauptsächlich Vierordts Daten und Tabellen S. 242 (1907) entlehnt.

Alter	Zahl der untersuchten Individuen	Maximaler Blutdruck mm Hg	Autor
1 Monat	—	70—75	Kook
1/2—1. Jahr	—	86—85	
2. "	—	80—90	
3. "	—	90—100	
3.—10. "	—	95—115	Hensen, Mittel
4.—6. "	8	107	
11.—12. "	8	122	
1.—2. "	insge- samt 340	80—85	Kolossowa, Mittel
3.—4. "		85	
5.—7. "		90—95	
8.—10. "		95—100	
11.—13. "		100—110	Shaw
1/4—12. "	45	90—110	

Aus dieser Tabelle scheint hervorzugehen, daß der maximale Blutdruck während des Kindesalters allmählich ansteigt, je nachdem das Kind wächst und sich entwickelt.

Außer den Mittelwerten gibt Hensen auch die Grenzwerte an. Bei 15 gesunden Kindern im Alter von 4 bis 15 Jahren betragen diese

¹ Kolossowa, *Pression sanguine chez les enfants*. Thèse de Lausanne 1902.

80 bzw. 135^{mm} Hg. Bei einem 11jährigen war der Druck sogar 150^{mm} Hg. Aus ihrem großen Beobachtungsmaterial veröffentlicht Kolossowa nur die Durchschnittszahlen. Über Kooks und Shaws Arbeiten besitze ich keine andere Kenntnis als die Angaben bei Vierordt.

So viel ich weiß, liegen keine ausführlichen Untersuchungen über den Blutdruck im Knaben- und Jünglingsalter vor, und meine Bestimmungen bezweckten daher in erster Linie, diese Lücke einigermaßen auszufüllen. Meine hierher gehörigen Resultate sind in den Tabellen I bis III eingetragen. Tabelle I bezieht sich auf den Blutdruck und die Pulsfrequenz bei den verschiedenen Altersklassen zwischen 7 und 19 Jahren ohne Berücksichtigung des Geschlechtes. In Tabelle II sind die Durchschnittszahlen gesondert für männliche und für weibliche Individuen angegeben. Endlich zeigt Tabelle III die individuelle Verteilung der Druckwerte bei den verschiedenen Altersklassen ohne Berücksichtigung des Geschlechtes.

Tabelle I.

Maximaler Blutdruck und Pulsfrequenz im Alter von 7 bis 19 Jahren ohne Berücksichtigung des Geschlechts.

Alter; Jahre	Zahl der Individuen	Blutdruck; mm Hg			Pulsfrequenz pro Minute		
		Maximal	Minimal	Mittel	Maximal	Minimal	Mittel
7—9	12	96	72	87	108	72	91
10	10	129	79	100	104	80	95
11	16	120	82	102	108	64	87
12	39	124	86	103	112	64	90
13	39	126	84	107	112	64	89
14	31	126	90	109	104	64	86
15	27	133	94	114	104	68	83
16	28	142	89	111	104	64	82
17	21	138	100	112	88	60	79
18	12	132	95	112	100	64	82
19	11	140	103	121	96	64	79

Tabelle II.

Maximaler Blutdruck und Pulsfrequenz im Alter von 7 bis 19 Jahren bei männlichen und weiblichen Individuen.

Männliche Individuen ¹						Weibliche Individuen					
Alter; Jahre	Zahl der Individuen	Blut- druck; mm Hg Mittel	Puls- frequenz pro Min. Mittel	Körper- gewicht; kg Mittel	Körper- länge; cm Mittel	Alter; Jahre	Zahl der Individuen	Blut- druck; mm Hg Mittel	Puls- frequenz pro Min. Mittel	Körper- gewicht; kg Mittel	Körper- länge; cm Mittel
7—9	6	90	91	—	—	7—8	6	84	96	—	—
10	3	99	112	—	—	10	7	100	91	35.6	142
11	9	99	85	—	—	11	7	107	90	35.9	144
12	26	104	93	—	—	12	13	101	91	38.7	147
13	28	108	87	41.2	152	13	11	105	100	39.7	146
14	20	110	86	47.0	158	14	11	108	87	50.1	159
15	16	118	82	51.9	161	15	11	109	83	53.1	159
16	15	116	78	59.3	168	16	13	105	86	53.6	160
17	16	115	79	62.2	170	17	5	105	75	56.1	161
18	6	117	83	66.3	172	18	6	107	81	54.5	157
19	9	118	78	62.1	168	19	2	134	90	56.7	159

¹ Bei den Altersklassen 13 und 14 wurden Gewicht und Länge nur bei 17 bzw. 18 Individuen bestimmt.

Tabelle III.

Die individuellen Variationen des maximalen Blutdruckes bei den verschiedenen Altersklassen ohne Berücksichtigung des Geschlechts.

Blutdruck; mm Hg	7-9 Jahre		10 Jahre		11 Jahre		12 Jahre		13 Jahre		14 Jahre		15 Jahre		16 Jahre		17 Jahre		18 Jahre	
	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%
146—150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
141—145	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3.6	—	—	—	—
136—140	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4.8	—	—
131—135	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	8.4
126—130	—	—	1	10	—	—	—	—	1	2.6	1	3.3	5	18.6	1	3.6	2	9.6	1	8.4
121—125	—	—	—	—	—	—	1	2.6	2	5.1	3	9.8	3	11.1	2	7.2	2	9.6	—	—
116—120	—	—	—	—	3	18.8	4	10.2	5	12.8	5	16.4	4	14.8	4	14.3	1	4.8	4	33.4
111—115	—	—	1	10	1	6.3	2	5.1	7	17.8	6	19.5	3	11.1	4	14.3	2	9.6	1	8.4
106—110	—	—	—	—	2	12.5	7	17.8	5	12.8	5	16.4	4	14.8	8	28.6	6	28.6	1	8.4
101—105	—	—	1	10	3	18.8	9	23.0	6	15.3	6	19.5	3	11.1	4	14.3	4	19.1	2	16.7
96—100	2	16.6	2	20	2	12.5	7	17.8	8	20.4	1	3.3	1	3.8	2	7.2	3	14.3	1	8.4
91—95	1	8.3	4	40	2	12.5	4	10.2	2	5.1	3	9.8	3	11.1	1	3.6	—	—	1	8.4
86—90	2	16.6	—	—	2	12.5	5	12.8	2	5.1	1	3.3	—	—	1	3.6	—	—	—	—
81—85	5	41.6	—	—	1	6.3	—	—	1	2.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
76—80	1	8.3	1	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70—75	1	8.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summa	12		10		16		39		39		31		27		28		21		12	

Aus der Tabelle I geht hervor, daß der Druck bis zum 15. Lebensjahre ununterbrochen ansteigt und dann während des 16. bis 19. Jahres etwa unverändert bleibt (112 mm Hg). Im 20. Jahre begegnen wir einem wesentlich höheren Mittel, 121 mm Hg. Hier dürften indessen verschiedene Zufälligkeiten eine nicht unerhebliche Rolle gespielt haben. Erstens befanden sich unter den elf Versuchsindividuen nur zwei Frauen, und da diese, wie aus der Tabelle II ersichtlich, im allgemeinen einen

Fig. 1.

Maximaler Blutdruck (—) und Pulsfrequenz (— — —)
bei Individuen im Alter zwischen 10 und 19 Jahren, ohne
Berücksichtigung des Geschlechtes.

niedrigeren Blutdruck haben, muß hier die Durchschnittszahl etwas größer als sonst werden. Es kommt aber hinzu, daß gerade die beiden zu dieser Altersklasse gehörigen Frauen an und für sich einen abnorm hohen Druck von 134 mm Hg hatten, was ebenso wie ihre hohe Pulsfrequenz wahrscheinlich von irgendwelcher zufälligen Indisposition bedingt war.

Aus der graphischen Darstellung der jetzt besprochenen Messungen in Fig. 1 folgt, daß der Druck vom 10. Lebensjahre an einen sehr regel-

mäßigen Verlauf hat, nur mit der Ausnahme, daß im 16. Lebensjahre eine verhältnismäßig starke Steigerung erscheint. Es läßt sich ja nicht verneinen, daß hier eine Zufälligkeit vorliegt, andererseits zeigt aber Tabelle II, daß bei männlichen Individuen im 16. und 17. Lebensjahre, und bei weiblichen im 15. und 16. Lebensjahre die Druckwerte im Vergleich mit den nächst vorhergehenden und nachfolgenden etwas erhöht sind. Nun tritt gerade während dieser Lebensjahre die Pubertät in Finnland ein, wie u. a. aus Engströms¹ Angaben hervorgeht, laut welchen die Menstruation hier am öftesten im Laufe des 15. und 16. Lebensjahres beginnt.

Es scheint mir nicht gerade unmöglich, daß der in den betreffenden Altersklassen beobachtete verhältnismäßig hohe Druck mit der Pubertätsentwicklung in einen gewissen Kausalzusammenhang gebracht werden könnte, indem z. B. der gerade zu dieser Zeit stattfindende stärkere körperliche Zuwachs hierbei von Bedeutung wäre. Auch könnten die in diesem Alter so oft vorhandenen nervösen Zustände einen Einfluß auf die Höhe des Blutdruckes ausüben. Ich muß indessen unbedingt zugeben, daß mein Beobachtungsmaterial doch viel zu wenig umfassend ist, um irgendwelche, einigermaßen sicher begründete Deutung zu gestatten.

Aus Tabelle II folgt ferner, daß der maximale Blutdruck während des sogen. Knaben-(Mädchen-)Alters, bis zum etwa 15. Lebensjahre bei beiden Geschlechtern etwa gleichgroß ist, vom 16. Lebensjahre an aber bei den männlichen Individuen schneller zunimmt als bei den weiblichen, so daß der maximale Druck bei den ersteren mit durchschnittlich 9^{mm} Hg den bei den letzteren überragt.

Für die einzelnen Altersklassen (nach gefüllten Jahren) würde man also etwa folgende Durchschnittszahlen aufstellen können:

1. Knaben u. Mädchen	7 bis 9 Jahre	87 ^{mm} Hg	— 12 Individuen.
2. „ „ „	10 „ 12 „	103 „	— 65 „
3. „ „ „	13 „ 14 „	105 bis 110 „	— 70 „
4. Mädchen	15 „ 18 „	105 „ 109 „	— 35 „
5. Jünglinge	15 „ 18 „	115 „ 118 „	— 53 „

Der Druckwert für die erste Gruppe — 87^{mm} Hg — dürfte etwas zu klein sein, was zum Teil von der geringen Anzahl Beobachtungen herrührt.

Wie aus der Tabelle I hervorgeht, können das Maximum und das Minimum bei einer und derselben Altersklasse um sogar 40 bis 50^{mm} voneinander abweichen, und es ist daher lange nicht gestattet, auf Grund der soeben mitgeteilten Mittelwerte zu entscheiden, inwiefern ein vorhandener Druck als normal oder pathologisch aufzufassen ist.

¹ Engström, *Finska Läkaresällskapets Handlingar*. 1895. Bd. XLVI. S. 222.

Es empfiehlt sich daher, die stattgefundenen individuellen Variationen näher zu berücksichtigen, und gerade zu diesem Zwecke habe ich die Tabelle III entworfen.

Aus dieser ist ersichtlich, daß in jeder Alterklasse das Intervall der Druckwerte, die etwa ebenso oft vorkommen, ziemlich groß ist. Es ist daher nicht berechtigt, einen ganz bestimmten Druckwert als den normalen anzugeben. Vielmehr müssen als normal alle diejenigen Druckwerte angesehen werden, die innerhalb gewisser Grenzen fallen.

Fig. 2.

Die Verteilung der Druckwerte in die Gruppen 4 und 5.
 — Jünglinge, — — — Mädchen.

Wenn wir als abnorm hoch oder niedrig alle Druckwerte bezeichnen, die in der Tabelle III in weniger als 8 bis 10 Proz. vertreten sind, würden wir etwa folgende Zahlen für die verschiedenen Altersklassen aufstellen können:

1. Knaben und Mädchen	7 bis 9 Jahre	81 bis 100 mm Hg.
2. " " "	10 " 12 "	86 " 120 " "
3. " " "	13 " 14 "	91 " 125 " "
4. Mädchen	15 " 18 "	91 " 120 " "
5. Jünglinge	15 " 18 "	100 " 130 " "

Bei allen diesen Altersklassen sind also Druckwerte um etwa 100 mm Hg als normal zu bezeichnen, und für die Gruppen 2 bis 5 gilt dasselbe von Druckwerten zwischen 100 und 120 mm Hg (vgl. auch Fig. 2).

Betreffend den Blutdruck im Alter der Reife besitze ich zahlreiche Messungen für männliche Individuen im Alter zwischen 22 und 25 Jahren. Die betreffenden Individuen waren wehrpflichtige Soldaten und das Material muß daher als so homogen wie möglich bezeichnet werden. In Tabelle IV sind Maximum, Minimum und Mittel des maximalen Druckes und der Pulsfrequenz bei diesen Individuen zusammengestellt. Tabelle V bringt eine prozentige Berechnung über die Verteilung der Druckwerte bei den einzelnen Individuen.

Tabelle IV.

Maximaler Blutdruck und Pulsfrequenz bei wehrpflichtigen Soldaten im Alter von 22 bis 25 Jahren.

Alter, Jahre	Zahl der Indi- viduen	Maximaler Blutdruck; mm Hg			Pulsfrequenz pro Minute		
		Maximum	Minimum	Mittel	Maximum	Minimum	Mittel
22	58	142	92	116	100	48	75
23	46	141	100	116	96	58	76
24	56	152	95	117	92	56	73
25	20	142	95	122	96	60	72

Tabelle V.

Die individuellen Variationen des maximalen Blutdruckes bei wehrpflichtigen Soldaten im Alter von 22 bis 25 Jahren.

Blutdruck; mm Hg	22 Jahre		23 Jahre		24 Jahre		25 Jahre		Summa	
	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%
91—95	1	1.7	1	2.2	1	1.8	1	5	4	2.2
96—100	4	6.9	1	2.2	2	3.6	—	—	7	3.9
101—105	12	20.7	7	15.2	7	12.5	2	10	28	15.6
106—110	4	6.9	9	19.6	8	14.3	2	10	23	12.8
111—115	10	17.2	4	8.7	9	16.1	—	—	23	12.8
116—120	8	13.8	7	15.2	10	17.9	4	20	29	16.1
121—125	8	13.8	9	19.6	5	8.9	2	10	24	13.3
126—130	4	6.9	4	8.7	7	12.5	4	20	19	10.6
131—135	5	8.6	3	6.5	3	5.3	3	15	14	7.8
136—140	1	1.7	—	—	1	1.8	1	5	3	1.7
141—145	1	1.7	1	2.2	1	1.8	1	5	4	2.9
146—150	—	—	—	—	1	1.8	—	—	1	0.6
151—155	—	—	—	—	1	1.8	—	—	1	0.6
Summa	58		46		56		20		180	

Die in der Tabelle IV angenommenen Durchschnittszahlen zeigen vom 23. bis 26. Lebensjahre eine geringe, stetig fortschreitende Zunahme von 116 bis auf 122 mm Hg, d. h. um etwa 5 Proz. Zu bemerken ist jedoch, daß die Zahl der Untersuchten der letzten Gruppe nur 20 betrug.

Durchschnittlich ist der maximale Blutdruck bei den in der Tabelle IV aufgenommenen Individuen 117 mm Hg.

Der höchste von mir beobachtete Druck beträgt 152 mm, der niedrigste 90 mm Hg. Was die individuellen Variationen sonst betrifft, zeigt Tabelle V, daß der maximale Druck in den allermeisten

Fig. 3.

Die individuellen Variationen des maximalen Druckes bei Kindern im Alter von 10 bis 12 Jahren (---) und bei Wehrpflichtigen im Alter von 22 bis 25 Jahren (—).

Fällen zwischen 101 und 130 mm Hg schwankt, indem unter 180 Individuen 146, d. h. 81 Proz. einen Druck von dieser Höhe zeigten.

In Fig. 3 habe ich die individuellen Variationen bei sämtlichen Wehrpflichtigen mit denen bei der zahlreichsten von mir untersuchten Gruppe von Schulkindern gefundenen zusammengestellt. Auch wenn zugegeben wird, daß, wegen der äußeren Umstände bei den Versuchen, die Druckwerte für die Kinder vielleicht etwas zu hoch ausgefallen sind, folgt jedenfalls aus dieser Zusammenstellung, daß einerseits bei

Kindern in diesem Alter die gleichen Druckwerte wie bei Erwachsenen normal vorkommen, andererseits aber, daß die Kurve der Druckwerte bei den letzteren entschieden nach den höheren Zahlen hin verschoben ist. So finden wir bei den Wehrpflichtigen in keinem einzigen Falle einen Druck unter 90^{mm} Hg, und bei den Kindern in keinem einzigen Falle einen Druck über 130^{mm}. Bei den Kindern beträgt der Druck in den meisten Fällen 95 bis 120^{mm}, bei den Wehrpflichtigen 100 bis 130 usw.

Jellinek und Karrenstein, die früher den maximalen Blutdruck an einer großen Anzahl Soldaten bestimmten, bekamen dabei folgende Zahlen: Maximum 180, Minimum 80 (Jellinek, Anzahl untersuchter Individuen 532); Maximum 175, Minimum 75 (Karrenstein). Als normale Grenzwerte gelten nach Jellinek 100 bis 160^{mm}, nach Karrenstein 101 bis 130^{mm} Hg; das Mittel beträgt beim letzteren 114^{mm} Hg.

Wie ersichtlich, stimmen die Grenzwerte Karrensteins mit den meinigen genau überein; auch sein Mittel weicht nur um wenige Millimeter von meinem Mittel ab.

Daß die individuellen Variationen bei den Bestimmungen der soeben zitierten Autoren größer sind als bei den meinigen, erklärt sich wohl größtenteils daraus, daß ihre Druckmessungen mittels Gärtners Tonometer, also an einer peripheren Arterie, in welcher der Druck wahrscheinlich größere Schwankungen darbietet, stattfanden. Ich verkenne indessen nicht, daß die größere Anzahl der untersuchten Individuen hierbei einen gewissen Einfluß hat ausüben können.

Auch von der Altersklasse 26 bis 40 Jahre besitze ich einige Bestimmungen, die indessen nicht so zahlreich sind wie für die früheren. Diese beziehen sich auf Schutzleute, Unteroffiziere und einige Masseure, also auf Individuen mit etwa gleicher Beschäftigung wie die von mir untersuchten Wehrpflichtigen.

Die Resultate sind in der Tabelle VI zusammengestellt.

Tabelle VI.

Maximaler Blutdruck und Pulsfrequenz bei Schutzleuten, Unteroffizieren und Masseuren im Alter von 26 bis 45 Jahren.

Alter, Jahre	Zahl der Indi- viduen	Maximaler Blutdruck; mm Hg			Pulsfrequenz pro Minute		
		Maximum	Minimum	Mittel	Maximum	Minimum	Mittel
26—30	21	142	110	121	100	56	83
31—40	21	170	99	121	100	60	81
41—45	5	180	102	134	93	74	82

Sowohl für die Altersklasse 26 bis 30 Jahre wie für die 31 bis 40 Jahre stimmt der mittlere Maximaldruck mit dem bei den 25jährigen (Tabelle IV) genau überein. Hieraus würde folgen, daß sich der Druck von dem 25. bis zum 40. Lebensjahre etwa konstant erhält. Die Grenzwerte sind hier 170, bzw. 99 ^{mm} Hg; das Maximum liegt also hier etwa 18 ^{mm} höher als bei den 25jährigen Wehrpflichtigen.

Bei fünf 40 bis 45 Jahre alten Schutzleuten wurde ein maximaler Druck von durchschnittlich 134 ^{mm} Hg mit den Grenzwerten 180 und 102 ^{mm} beobachtet. Die geringe Zahl der Beobachtungen gestattet indessen keine bestimmten Schlußfolgerungen daraus zu ziehen. Es wäre sehr wünschenswert umfangreichere Bestimmungen gerade für die Altersperiode 41 bis 50 Jahre zu besitzen, da während derselben die rückgängigen Veränderungen allmählich beginnen, sich geltend zu machen, und insbesondere die ersten Stadien der Arteriosklerose erscheinen. Auch in der mir zugänglichen Literatur habe ich keine genaueren Angaben finden können.

Vom 51. Lebensjahre an liegen Beobachtungen von Ugroumoff mit dem v. Baschsches Sphygmomanometer und von Masing mit Riva-Roccis Apparat und schmaler Manschette vor.

Masing¹ bekam folgende Zahlen:

bei 19- bis 23jährigen (9 Individuen) Maximum 164, Minimum 116, Mittel 141 ^{mm} Hg;

bei 38- bis 50jährigen (3 Individuen) Maximum 210, Minimum 114, Mittel 145 ^{mm} Hg;

bei 58- bis 81jährigen (7 Individuen) Maximum 225, Minimum 114, Mittel 164 ^{mm} Hg.

Ugroumoff bestimmte den Druck an den beiden Ellbogen, an den beiden Fußrücken, sowie an der Schläfe.

Alter, Jahre	Druck am Ellbogen		Druck am Fußrücken		Druck an der Schläfe	
	rechts	links	rechts	links	rechts	links
51—60	120	123	94	98	94	95
61—70	141	142	109	103	105	104
71—80	155	152	105	102	111	111
81—96	147	148	107	106	109	111

Nach beiden Autoren ist der maximale Druck im höheren Alter, wenigstens bis zum 80. Lebensjahre höher als im reifen, kräftigen Alter.

¹ Masing, a. a. O.

Ich hatte die Gelegenheit entsprechende Messungen an 14 männlichen Pfründern zu machen. Die einzelnen Beobachtungen sind in Tabelle VII zusammengestellt, die auch Angaben über den Zustand der A. radialis bringt.

Tabelle VII.

Maximaler Blutdruck und Pulsfrequenz bei Pfründern im Alter von 61 bis 91 Jahren.

Nummer	Alter, Jahre	Maximaler Blutdruck; mm Hg	Pulsfrequenz pro Minute	A. radialis
1	61	175	64	keine deutliche Sklerose etwas Sklerose starke Sklerose
2	61	160	68	
3	66	130	58	
4	72	155	72	
5	72	242	58	etwas Sklerose
6	74	218	76	
7	75	248	60	
8	77	185	52	
9	77	142	60	keine deutliche Sklerose
10	80	144	74	starke Sklerose
11	83	155	90	keine deutliche Sklerose
12	84	165	70	etwas Sklerose
13	90	140	70	starke Sklerose
14	91	190	80	

Die für verschiedene Altersklassen berechneten Durchschnittszahlen sind folgende:

Tabelle VIII.

Maximaler Blutdruck und Pulsfrequenz bei Pfründern im Alter von 61 bis 91 Jahren.

Alter, Jahre	Zahl der Individuen	Maximaler Blutdruck; mm Hg			Pulsfrequenz pro Minute		
		Maximum	Minimum	Mittel	Maximum	Minimum	Mittel
61—70	3	175	130	155	68	58	63
71—80	7	248	142	199	76	52	63
81—91	4	190	140	169	90	70	79

Ich kann nicht hier, wie bei den früheren Tabellen, dafür garantieren, daß die Versuchsindividuen einer guten Gesundheit genossen.

Bei den meisten dieser Greise war eine mehr oder minder ausgeprägte Arteriosklerose vorhanden, und auch in den Fällen, wo keine deutlichen Veränderungen in der A. radialis beobachtet werden konnten, ließen sich krankhafte Störungen nicht bestimmt ausschließen. Bei einer 70jährigen gesunden Frau aus der wohlhabenden Klasse, dessen Radialis verhältnismäßig weich war, fand ich einen Maximaldruck von 126 mm Hg.

Es fragt sich, inwiefern die bei diesen Greisen wie bei Greisen überhaupt beobachteten hohen Druckwerte dem in dem arteriellen System tatsächlich vorhandenen Druck entsprechen, oder ob der Kompressionswiderstand bei der mehr oder weniger starren Gefäßwand hierbei in wesentlichem Grade beteiligt gewesen ist. Leider besitzen wir keine sicheren Gründe, um diese Frage zu beantworten. Nach v. Recklinghausen wäre der Widerstand der sklerotischen Gefäßwand ohne irgendwelche wesentlichere Bedeutung und nach Hensens Berechnungen würde der Fehler bei der Bestimmung des Druckes höchstens etwa 20 mm Hg betragen. In diesem Falle würde also der Druck bei den Greisen tatsächlich in bedeutendem Grade den bei jüngeren Individuen übersteigen. Es muß indessen bemerkt werden, daß, auch wenn diese Schlußfolgerung richtig wäre, der mittlere Druck bei Greisen keineswegs in demselben Maße wie der maximale erhöht ist, denn nach Strassburger¹ ist der sogen. Pulsdruck (die Differenz zwischen dem systolischen und dem diastolischen Druck) bei Individuen mit starren Arterien verhältnismäßig groß. Da indessen die Arteriosklerose einen erhöhten Widerstand gegen die Blutströmung zuwege bringt, ist es nicht unmöglich, daß auch der mittlere Druck bei Greisen gesteigert ist.

Es liegt nahe zu denken, daß der im allgemeinen niedrigere Blutdruck bei Kindern im Vergleich mit dem bei Erwachsenen in dem 21. bis 40. Jahre zum Teil wenigstens von der geringeren Körpergröße des Kindes bedingt ist, denn wie schon Hensen gefunden hat und meine mehr umfassenden Versuche dartun, übt das Körpergewicht einen, wenn auch geringen und inkonstanten Einfluß auf den Druck aus (vgl. unten). Daneben stellt sich aber die Frage, inwiefern das Alter an und für sich hierbei irgendwelche Bedeutung hat. Leider sind meine Aufzeichnungen des Körpergewichtes gerade für die Lebensjahre vor dem Pubertätsalter zu wenig zahlreich, um Resultate von größerer Tragweite zu gestatten. Die Drucksteigerung, der wir bei den Wehrpflichtigen begegnen, läßt uns indessen ein solches Verhalten ahnen, denn diese Steigerung kann nicht auf die verschiedene Körpergröße

¹ Strassburger, *Deutsches Archiv f. klin. Med.* 1907. S. 378.

bezogen werden, indem das Körpergewicht und die Körperlänge durchschnittlich bei den älteren Soldaten etwas kleiner gewesen sind als bei den jüngeren (vgl. Tabelle IX und XI). Wegen der großen Gleichförmigkeit, die ich in äußerer Beziehung bei den betreffenden Versuchen fand, und angesichts der verhältnismäßig großen Zahl der untersuchten Individuen ist es doch nicht leicht, die erwähnte Erscheinung als eine reine Zufälligkeit aufzufassen.

Andererseits wissen wir aus neueren pathologisch-anatomischen Erfahrungen¹, daß die Gefäßwand während der ganzen Wachstumsperiode bis in die Mitte oder das Ende des dritten Jahrzehntes an Dicke zunimmt, hauptsächlich auf Grund einer Zunahme der elastischen Elemente. Hierdurch wird natürlich die Dehnbarkeit der Gefäße vermindert, und daß dadurch der maximale Druck erhöht werden kann, folgt aus dem, was früher in bezug auf Greise hervorgehoben wurde.

Auch die Tatsache, daß der Blutdruck im Laufe der zunächst folgenden 15 Jahre keine weitere, deutlich ausgeprägte Steigerung erleidet, steht mit dem strukturellen Verhalten der Gefäßwand, wie es Aschoff dargestellt hat, in Übereinstimmung, indem nach der Periode des Wachstums ein durchschnittlich nur bis in die Mitte oder das Ende des vierten Jahrzehntes dauernder Abschnitt folgt, in welchem die histologische Struktur so gut wie unverändert bleibt, um dann ganz allmählich mit wechselnder Schnelle in die dritte absteigende Periode der Gefäßveränderungen überzugehen.

Im Anschluß hierzu möge noch hervorgehoben werden, daß die hier kurz dargestellten Anschauungen Aschoffs eine direkte Bestätigung durch die neueren Erfahrungen über die kubische Dehnbarkeit der Aorta (insbesondere diejenigen von Strassburger) gefunden haben.

Meine Bestimmungen gestatten noch die Frage nach den Beziehungen zwischen dem Körpergewicht, der Körperlänge usw. einerseits und dem maximalen Blutdruck andererseits im gewissen Umfange zu erörtern.

In bezug auf die Einwirkung des Körpergewichtes auf den Blutdruck beim Menschen gibt Hensen an, daß 13 Frauen, deren Körpergewicht weniger als 50^{kg} betrug, einen maximalen Blutdruck von 128^{mm} Hg zeigten, während zehn Frauen mit einem Gewicht über 60^{kg} durchschnittlich einen maximalen Blutdruck von 140^{mm} Hg hatten.

¹ Aschoff, Über Arteriosklerose und andere Sklerosen des Gefäßsystems. *Beiheft zur Medizinischen Klinik*. 1908.

Da Hensen indessen die schmale Manschette benutzte, bei deren Anwendung die Weichteile des Armes nicht ohne Bedeutung sind, liegt immer die Möglichkeit vor, daß der von ihm bei den schweren Individuen beobachtete höhere Druck von dem stärker entwickelten Fettpolster und Muskelgewebe d. h. von einem methodischen Fehler verursacht wäre.

Tabelle IX.

Körpergewicht und Blutdruck bei den in der Tabelle IV aufgenommenen Wehrpflichtigen.

Alter, Jahre	Zahl der Indivi- duen	Mittleres Körper- gewicht, kg	Maximaler Blutdruck, mm Hg bei den		Differenz
			schwereren Individuen	leichteren Individuen	
22	54	73.8	120	109	+11
23	44	72.8	119	113	+ 6
24	56	71.2	123	117	+ 6
25	19	73.2	129	114	+15

Tabelle X.

Detaillierte Angaben über das gegenseitige Verhältnis zwischen Körpergewicht und maximalem Blutdruck bei den in Tabelle IV aufgenommenen Wehrpflichtigen.

Körper- gewicht kg	Maximaler Blutdruck; mm Hg													Zahl der Indivi- duen
	91—95	96—100	101—105	106—110	111—115	116—120	121—125	126—130	131—135	136—140	141—145	146—150	151—155	
91—92	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
89—90	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
87—88	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
85—86	—	—	—	1	—	—	—	1	2	—	—	—	—	4
83—84	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	2
81—82	—	—	1	—	1	—	2	1	5	—	1	—	1	12
79—80	—	—	1	1	—	2	1	3	—	1	—	—	—	9
77—78	—	1	—	3	3	3	1	—	1	1	2	—	—	15
75—76	—	—	2	—	2	4	5	2	1	—	1	—	—	17
73—74	—	3	2	2	2	4	2	2	—	—	—	—	—	17
71—72	1	1	5	2	5	5	3	1	1	—	—	—	—	24
69—70	1	—	4	3	3	2	3	3	1	—	—	1	—	21
67—68	—	—	6	6	4	3	2	1	2	1	—	—	—	25
65—66	—	1	3	2	1	2	2	2	—	—	—	—	—	13
63—64	1	1	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
61—62	1	—	2	1	—	2	—	—	—	—	—	—	—	6
59—60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
57—58	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Summa	4	7	28	22	22	27	22	19	13	3	4	1	1	173

Meine mit der breiten Manschette ausgeführten Bestimmungen haben indessen das gleiche Resultat ergeben. Ich teilte die Wehrpflichtigen in zwei Gruppen ein, je nachdem ihr Körpergewicht kleiner oder größer war als das Mittel, und fand dabei, wie aus Tabelle IX ersichtlich, daß der mittlere Maximaldruck bei den schwereren Individuen etwa 6 bis 15 mm Hg höher war als bei den leichteren.

Indessen ist, wie aus der Tabelle X ersichtlich, das Verhältnis zwischen Körpergewicht und maximalem Blutdruck sehr inkonstant und der soeben hervorgehobene Sachverhalt tritt daher nur beim Vergleich der Durchschnittszahlen zum Vorschein. Hieraus folgt, daß wir nicht erwarten dürfen, bei schwereren Individuen in der Regel einem verhältnismäßig hohen maximalen Blutdruck zu begegnen.

Die Körperlänge scheint auf den Blutdruck keinen deutlichen Einfluß auszuüben, insbesondere wenn die gleichzeitige Einwirkung des Körpergewichts ausgeschlossen ist. Vergleiche in dieser Hinsicht Tabelle XI und XII, welche keine nähere Erläuterung erfordern.

Tabelle XI.

Körperlänge und Blutdruck bei den in der Tabelle IV aufgenommenen Wehrpflichtigen.

Alter, Jahre	Zahl der Indivi- duen	Mittlere Körperlänge cm	Maximaler Blutdruck, mm Hg bei den		Differenz mm Hg
			längeren Individuen	kürzeren Individuen	
22	54	174.4	117	114	+3
23	44	173.1	118	114	+4
24	56	171.4	122	113	+9
25	19	172.3	118	124	-6

Tabelle XII.

Körpergewicht, Körperlänge und maximaler Blutdruck bei den in Tabelle IV aufgenommenen Wehrpflichtigen.

Körper- gewicht kg	Zahl der Indivi- duen	Mittlere Körperlänge cm	Maximaler Blutdruck, mm Hg bei den		Differenz mm Hg
			längeren Individuen	kürzeren Individuen	
65—66	13	168.6	113	113	—
67—68	25	171.0	119	113	+6
69—70	21	171.0	113	118	-5
71—72	24	172.5	111	115	-4
73—74	17	172.5	110	116	-6
75—76	17	173.3	121	121	—
77—78	15	176.6	116	112	+4
79—80	9	176.5	127	118	+9

Über den Einfluß des Geschlechts bemerkt Hensen, daß er bei 25 Arbeitern im Alter von 17 bis 30 Jahren einen durchschnittlich 5 mm Hg höheren Druck als bei 30 Frauen desselben Alters beobachtete, faßt aber diesen Unterschied als Folgen des verschieden großen Körpergewichtes auf.

Bei den von mir untersuchten Individuen im Alter von 15 bis 18 Jahren war der Maximaldruck bei den Frauen etwa 9 mm Hg niedriger als bei den Männern.

Ob das Geschlecht an und für sich, also unabhängig vom Körpergewicht, hierbei irgendeinen Einfluß ausübt, darüber lassen sich aus meinen Beobachtungen keine näheren Schlüsse ziehen. 19 Mädchen im Alter von 16 bis 18 Jahren mit einem mittleren Körpergewicht von 55.4 kg hatten einen mittleren Maximaldruck von 106 mm Hg; 18 Jünglinge in demselben Alter mit einem mittleren Körpergewicht von 55.3 kg zeigten einen mittleren Maximaldruck von 115 mm Hg. Wegen der geringen Anzahl der Beobachtungen und mit Hinsicht darauf, daß die Lebensjahre, die hier in Betracht kommen, der Pubertätsperiode zugehören, deren Einwirkung auf Jünglinge und Mädchen möglicherweise etwas verschieden ist, glaube ich, daß diesem Resultat keine weitere Bedeutung zuerkannt werden darf.

Schon von vornherein ist es nicht sehr wahrscheinlich, daß die Pulsfrequenz irgendeine deutlichere Einwirkung auf den Blutdruck bei Erwachsenen ausüben sollte. So ist auch der Fall, wie aus den Tabellen XIII und XIV ohne weitere Auslegungen hervorgeht.

Tabelle XIII.

Pulsfrequenz und maximaler Blutdruck bei den in der Tabelle IV aufgenommenen Wehrpflichtigen.

Pulsfrequenz pro Minute	Maximaler Blutdruck mm Hg.	Zahl der Individuen
56—60	117	19
61—65	118	14
66—70	112	21
71—75	114	34
76—80	127	52
81—85	116	21
86—90	121	10

Tabelle XIV.

Detaillierte Angaben über das gegenseitige Verhältnis zwischen Pulsfrequenz und maximalem Blutdruck bei den in Tabelle IV aufgenommenen Wehrpflichtigen.

Blutdruck mm Hg	Pulsfrequenz pro Minute										Zahl der Indivi- duen	
	45—50	51—55	56—60	61—65	66—70	71—75	76—80	81—85	86—90	91—95		96—100
90—95	—	—	—	—	2	—	1	1	—	—	—	4
96—100	1	—	—	—	2	1	1	2	—	—	—	7
101—105	—	—	4	1	3	6	8	4	2	—	—	28
106—110	1	—	3	3	2	1	11	—	1	1	—	23
111—115	—	—	2	3	2	4	8	3	1	—	—	23
116—120	—	—	3	1	6	5	6	5	—	1	1	28
121—125	—	—	5	3	2	4	6	3	2	—	—	25
126—130	—	—	—	2	1	5	6	1	2	1	1	19
131—135	—	—	1	1	1	6	2	—	1	—	2	14
136—140	—	—	1	—	—	—	2	—	—	—	—	3
141—145	—	—	—	—	—	—	1	2	1	—	—	4
146—150	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
151—155	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
Summa	2	—	19	14	21	34	52	21	10	3	4	180

Nur bei wachsenden Kindern kann zwischen Pulsfrequenz und Blutdruck insofern eine bestimmte Beziehung nachgewiesen werden, daß der Druck bei zunehmendem Alter zunimmt, während die Pulsfrequenz gleichzeitig abnimmt (vgl. die graphische Darstellung in Fig. 1). Daß diese Erscheinungen indessen nicht als Ursache und Wirkung aufgefaßt werden dürfen, brauche ich wohl kaum hervorzuheben.

Die CO₂-Abgabe im nüchternen Zustande und bei „vorsätzlicher Muskelruhe“ ist durch die abgebrochene Linie angegeben. Die schwarze Fläche bezeichnet die Zuckerausscheidung mit dem Harn. Sp bedeutet, daß Spur von Zucker im Harn nachgewiesen worden ist.

Dextrose: gewöhnlicher Nahrungs-Zustand *nach Glykogenverlust* *Lävulose: gewöhnlicher Nahrungs-Zustand* *nach Glykogenverlust*

Galactose

Fig. 13.

Rohrzucker

100 g (B.u.H.)

Fig. 14.

Dextrose

Fig. 15.

Lävulose

Fig. 16.

50 g (R-n)

Fig. 17.

50 g (R-n)

Fig. 18.

E-k-n. Diabet.

Zucker im Harn. Gm.

Fig. 19.

Fig. 20.

Fig. 21.

1.

3.

4.

2.

5.

6.

Fig. 1a.

Fig. 1b.

Fig. 9a.

Fig. 9b.

Fig. 9c.

Fig. 3a.

Fig. 3b.

Fig. 3c.

Fig. 3d.

Fig. 6a.

Fig. 6b.

Fig. 6c.

Fig. 8b.

Fig. 4a.

Fig. 4b.

Fig. 7a.

Fig. 7b.

Fig. 7c.

Fig. 7d.

Fig. 8a.

Fig. 5a.

Fig. 5b.

Fig. 5c.

Fig. 2a.

Fig. 2b.

Fig.4.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 5.