

血圧測定にかんする研究

千葉大学医学部第二内科教室 (指導 齋藤十六教授)

渡 辺 和 夫

KAZUO WATANABE

(昭和33年5月12日受付)

目 次

- 章1 上腕動脈において Korotkow 法によるマンシエット圧と, Sanborn 製 Electromanometer を用いて得た動脈内圧の比較
 - 節1 実験方法
 - 節2 実験成績
 - 項1 縮期圧
 - 項2 弛期圧
 - 項3 力学的平均血圧と聴診法による平均血圧との比較
 - 節3 小 括
- 章2 力学的平均血圧の計測法, とくに, Nusser (1953) の ϕ の検討
 - 節1 Nusser (1953) 法と自己の考えた方法との比較
 - 節2 自己の案出した法による ϕ の検討
 - 節3 小 括
- 章3 血圧とその他の循環因子の相関
 - 節1 縮期圧
 - 項1 心拍出量との相関
 - 項2 分時送血量との相関

- 項3 全脈管容積弾性率との相関
- 項4 全末梢脈管抵抗との相関
- 節2 弛期圧
 - 項1 心拍出量との相関
 - 項2 分時送血量との相関
 - 項3 全脈管容積弾性率との相関
 - 項4 全末梢脈管抵抗との相関
- 節3 脈 圧
 - 項1 心拍出量との相関
 - 項2 分時送血量との相関
 - 項3 全脈管容積弾性率との相関
 - 項4 全末梢脈管抵抗との相関
- 節4 小 括
- 章4 考 案
 - 節1 測定装置について
 - 節2 ヒトの動脈圧を, 直接, 測ることについて
 - 節3 章1にかんする考案
 - 節4 章2にかんする考案
 - 節5 章3にかんする考案
- 章5 ま と め

は し が き

本文の章1では, Korotkow 法によるマンシエット圧と, Sanborn 製 Electromanometer を用いて得た動脈内圧を, 上腕動脈と比較した。この種の観察は, 考案のところ述べるように, たくさんあるが⁽¹⁶⁾⁽¹⁷⁾⁽¹⁸⁾, しばしば, 直接法の値が正しいように考えられている。しかし, 直接法による縮期・弛期圧は, Noble et al., Hansen⁽⁶⁾らのいうように, 測定装置に附随するいろいろな誤差によつて, 真の値というまえに, 考慮しなければならぬことがすくなくない。マンシエット値は, 一定条件のもとでは, 上腕動脈穿刺による圧よりも, さらに, 忠実に, かつ, 特徴的に血圧をあらわしうる。装置の較正装置が不十分なら, 直接値は信用できない。

Roberts, Smiley および Manning⁽¹⁶⁾(1953) は, 2本の針を上腕動脈に刺し, そのおのおのを2コの Transducer で測るとき, 有意な差のあることを示した。上腕動脈圧の直接および間接値は, どの例についても, 厳正に言えば, それからして, 他の部域の血圧を推察させない。このことは, 1側で観血的, 他側で非観血的に測る観察のすべてに適用することができる。この小文の一つの目的は, 血圧におけるわずかな差が間接法によつて測られても, とくに, 臨床的には充分であることを明らかにしようとするところにある。きわめて安静な状態では, 呼吸性の血圧動揺も, よく測りとれる。臨床では, いわゆる causal blood pressure が, 患者の感情状態いかに大きく左右されるから, 測定装置そのものにかんする誤差, または, 動脈穿刺などの操作が, むし

ろ、間接値における誤差を上まわることも、ありうることを示すことも、目的の一部である。さらに、Wezler⁽²¹⁾の循環分析法において、非観血的に血圧値を利用してよいか、否かの吟味もふくまれている。なお、このさい、組織圧、および、Wezler のいう Staudruck が、非観血的に測られた血圧値を重大に左右し、その方向が、相反していることをも検討した。

章 2 では、前記の方法で得た圧波から力学的平均血圧を測定し、これから自己の考案による方法で ϕ 、すなわち、(力学的平均血圧 - 弛期圧) ÷ 脈圧を算出して、Nusser⁽¹⁵⁾ら (1953) の ϕ と比較した。その目的は、 ϕ のもつ生物学的な意義を吟味し、かつ、Planimetrie の煩を省略し、実際的に力学的平均血圧の近似値を、なるべく妥当に、かつ、簡単に算出する方法を検討することにあつた。

章 3 では、Wezler (1949) 法の教室変法⁽⁹⁾により求めた循環数値、心拍出量、分時送血量、全脈管容積弾性率、および、全末梢脈管抵抗と、Korotkow 法によつて測つた縮期圧、弛期圧、脈圧、との相関を調べ、臨床的の目安になりうる指標の有無をみた。

章 1 上腕動脈において、Korotkow 法によるマンシエツト圧と、Sanborn 製 Electromanometer を用いて得た動脈内圧の比較

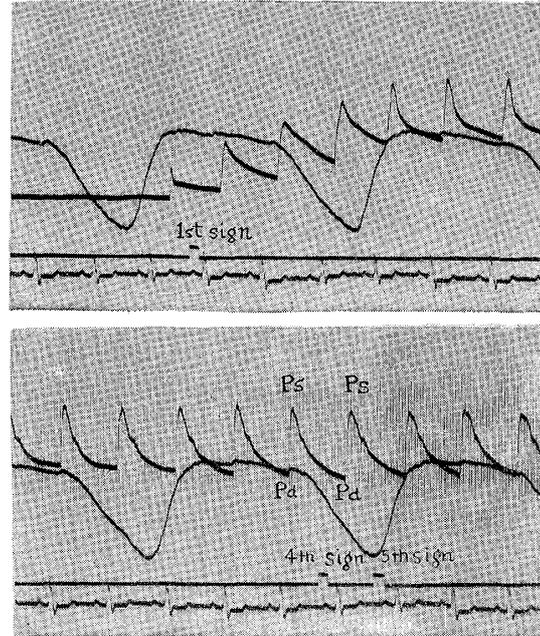
節 1 実験方法

装置：太さ 1.5 mm の針に、これと密着する長さ 5 cm のポリエチレン管をつけた。これを 3 方活栓の一方をへて、長さ 1 m の鉛管に接続した。さらに鉛管の他端を Sanborn 製 Electromanometer に導き、圧波をオッシログラフ上に描記した。上記した 3 方活栓の残りの一方を、ヘパリン加生理的食塩水 (生理的食塩水 100 cc にたいしてヘパリン 1000 単位 1 cc) を入れたイルリガートルに接続し、これから針内に送液し、凝血を防いだ。

方法：左上腕に長さ 23 cm、巾 13 cm のマンシエツトを巻き、この下端より、およそ、1 cm 下方に局所麻酔を行い、上腕動脈内に前記の針を入れた。5~10 分間、前記のイルリガートルより、徐々にヘパリン加生理的食塩水を送り、心身の安静を待つて実験を始めた。まず、マンシエツト圧を、聴診法により得た縮期圧よりも、およそ 20 mmHg 高くあげ、ついで、1 拍動に 2 mmHg ずつ下降させた。同時に、オッシログラフを回転して、動脈内圧波を

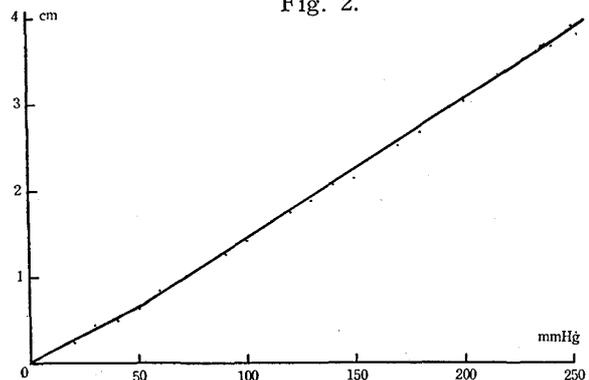
描記した。このさい、聴診法による第 1 点、第 4 点、第 5 点は、1939 年に定められた英米心臓病学会、および、1952 年に改められた 米国心臓病学会の勧告を、とくに注意して、正確に記録した (図 1)。

Fig. 1. Korotkow's value 172/100-98
Sanborn value
of 4 th phase 136/75
of 5 th phase 135/73



較正曲線：較正曲線として、57 回について水銀マンメータ 10 mmHg ごとに、0 mmHg から 250 mmHg までプロットした。その平均を図 2 に示す。50 mmHg ないし 250 mmHg の間では、直線的に上昇するが、50 mmHg 以下 0 mmHg までは、やや、over damping の傾向を示す。しかし、動脈圧測定に使用した関係上、ほとんど、50 mmHg 以下になることはないので、この over damping は許容しうるものと考ええる。なお、この曲線においては、大気圧の影響は補正していない。

Fig. 2.



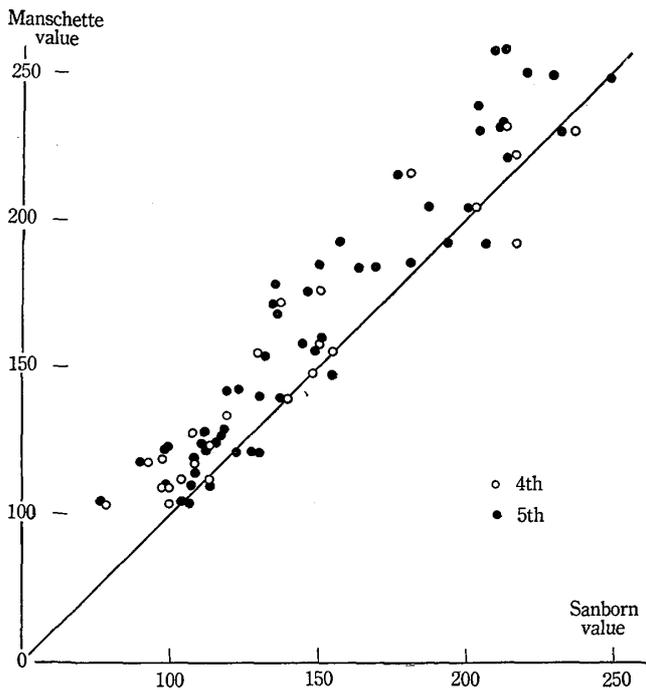
節2 実験成績

節1に述べた方法によつて得た動脈内圧と、聴診法によつて得た縮期圧(第1点)、および、弛期圧(第4点、第5点)とを、被検者26名、測定57回の結果で、比較した。

項1 縮期圧

図3に示すように、Sanborn 圧を規準にして、50~99, 100~149, 150~199, および、200~249 mmHg の4群にわけ、両者の差の平均値(M), その標準偏差(σ), および、平均誤差(m)を観察した。50~99 mmHg 群(10例)では、M±σ = 19.1 ± 12.0 (m = ± 3.80), 100~149 mmHg 群(33例)では、M±σ = 11.7 ± 13.3 (m = ± 2.61), 150~199 mmHg 群(18例)では、M±σ = 17.5 ± 14.0 (m = ± 3.30), 200~249 mmHg 群(18例)では、M±σ = 13.2 ± 20.3 (m = ± 4.97)であつた。

Fig. 3. Systolic Blood Pressure, determined sphygmomanometrically and electromanometrically



項2 弛期圧

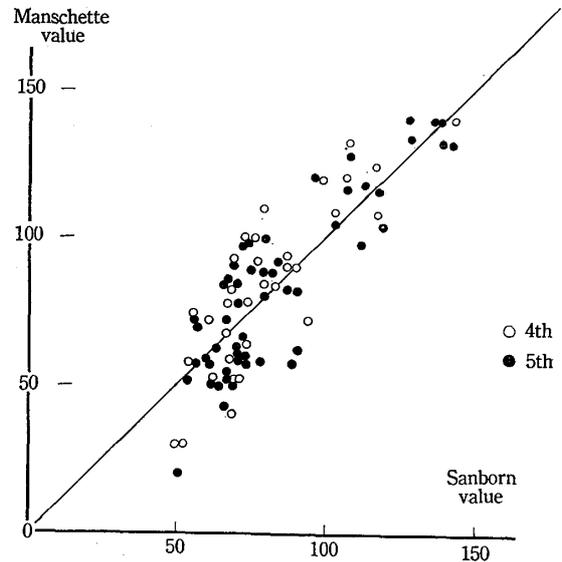
図4は聴診法による、4点、5点と、そのさいの弛期性 Sanborn 圧の比較を示す。4点を白点で、5点を黒点で表わす。ただし、弛期性 Sanborn 圧は圧波の最低点をとつた。この点にかんする考案は、章2節3で述べる。Sanborn 圧50~99, 100~149 mmHg の2群にわけて、縮期圧の場合と、同じ方法で比較すると、50~99 mmHg 群では、4点

時(27例)のM±σは2.7±15.5 (m = ± 2.98), 5点時(40例)のそれは-1.5±14.2 (m = ± 2.25), 100~149 mmHg 群では、4点時(7例)のM±σは10.6±2.26 (m = ± 8.58), 5点時(13例)のそれは4.9±12.4 (m = ± 3.44)である。なお、4点時の平均値と、5点時のそれとの間には、推計学的に有意な差を認めえなかつた。すなわち、

$$M_1 \sim M_2 \div \sqrt{m_1^2 + m_2^2} > 3$$

のとき有意であるが、50~99 mmHg 群のそれは1.25, 100~145 mmHg 群のそれは0.62であつた。

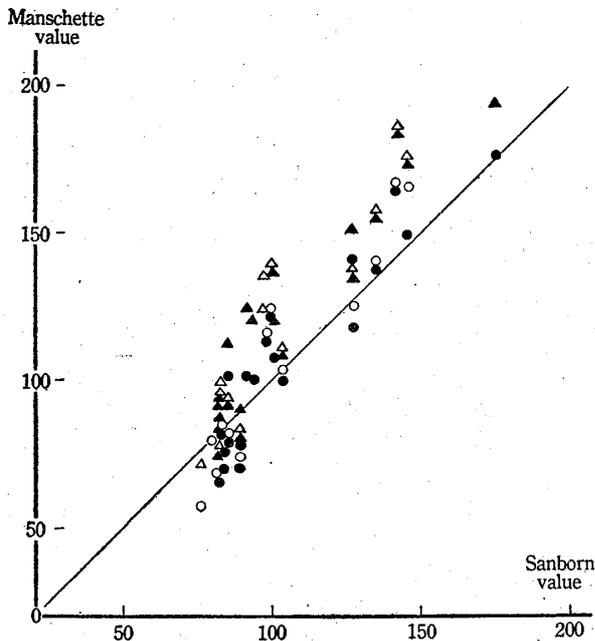
Fig. 4. Diastolic Blood Pressure, determined sphygmomanometrically and electromanometrically



項3 力学的平均血圧と聴診法による平均血圧との比較

表1は被検者14名について、章2に述べる方法で力学的平均血圧を測定し、この値と、Korotkow 法で得た血圧値から算出した平均血圧との比較を示す。Korotkow 法による弛期圧には、4点、および、5点を取り、おのおのを、弛期圧 + 1/3 脈圧、および、弛期圧 + 1/2 脈圧の式に入れて、平均血圧を算出した。表1の Sanborn 値における小数字は各圧波の力学的平均血圧、ゴジツクはその平均値である。Korotkow 法におけるゴジツクは、力学的平均血圧の平均値に最も近い数値を示す。これを図示したのが図5である。Korotkow の4点値、および、5点値を、それぞれ Pd₄, Pd₅, 脈圧を PP とすると、Pd₄ + 1/2 PP (図4の △) > Pd₅ + 1/2 PP (▲) >

Fig. 5. Comparison with Sanborn-Pm (Mean Pressure) and Manschette-Pm



$Pd_4 + \frac{1}{3} PP$ (○) $>$ $Pd_5 + \frac{1}{3} PP$ (●) となる。しかるに、14 例中 8 例においては、 $Pd_5 + \frac{1}{3} PP$ 値が力学的平均血圧にもつとも近い比較値を得、つぎが $Pd_4 + \frac{1}{3} PP$ 値で 3 例、ついで、 $Pd_4 + \frac{1}{2} PP$ 値で 2 例、 $Pd_5 + \frac{1}{2} PP$ 値は 1 例であつた。

例：W. K. 28 年，□，健常者

測定側上腕囲 20 cm (!)，マンシエツト圧 110/58 ~ 52，縮期性 Sanborn 圧は 97，たゞし，弛期圧を 4 点時相当でしらべた Sanborn 圧は 54，5 点時相当でしらべたそれは 53 mmHg であつた。

例：K. S. 53 年，□，本態性高血圧症（以下本高症と略，Keith-Wagener III 型）頭重，全身倦怠を主訴として入院。Rauwolfia serpentina 治療を行つた。Phenolsulfophthalein 試験では排泄遅延し，2 時間まで比色が不能であつた。腎クリアランス：ヘマトクリット 33%，糸球体ろ過量 20 cc/分，腎プラスマ流量 39 cc/分，腎血流量 58 cc/分，ろ過率 0.51。心電曲線： T_I ， T_{II} ，および V_5 と V_6 の T 陰性。測定側上腕囲 24 cm (!)，マンシエツト圧 230/120 ~ 116，4 点時の Sanborn 値 235/97，5 点時の Sanborn 値 231/116 mmHg。マンシエツト開放後 10 分の Sanborn 値 204/108，そのときの力学的平均血圧 142 mmHg。当日，行つた Wezler 法の教室変法による成績は，心拍出量 78.9 cc，分時送血量 5.54 l/min.，全脈管容積弾性率 3232 dyne cm^{-5} ，全末梢脈管抵抗 2233 dyne cm^{-5} を示した。

節 3 小 括

わたくしは，Sanborn 製 Elektromanometer を使つて上腕動脈内圧を測り，同時に Korotkow の聴診法による外圧を定め，被検者 26 名について，57 回測定した。その結果をつぎのようにまとめる。

1：縮期圧について。Sanborn 値 50 ~ 99 (10 例)，100 ~ 149 (33 例)，150 ~ 199 (18 例)，および，200 ~ 249 (18 例) mmHg の 4 群にわけ，マンシエツト圧との差の平均値 (M)，その標準偏差 (σ)，および，平均誤差 (m) をみると，それぞれ， 19.1 ± 12.0 ($m = \pm 3.80$)， 11.7 ± 13.3 ($m = \pm 2.61$)， 17.5 ± 14.0 ($m = \pm 3.30$)， 13.2 ± 20.3 ($m = \pm 4.97$) であつた。

2：弛期圧について。Swan の 4 点，5 点ともに Sanborn—マンシエツト圧等値線上に，比較的均して分散する。Sanborn 値 50 ~ 99，および，100 ~ 149 mmHg の 2 群に分け，それぞれを 4 点，および，5 点に分けて，縮期圧の場合と同様に，その $M \pm \sigma$ ，および m をみると，50 ~ 99 mmHg 群の 4 点時 (27 例) のそれは， 2.7 ± 15.5 ($m = \pm 2.98$)，5 点時 (40 例) のそれは -1.5 ± 14.2 ($m = \pm 2.25$)，100 ~ 149 mmHg 群の 4 点時 (7 例) のそれは 10.6 ± 22.6 ($m = \pm 8.58$)，5 点時 (13 例) のそれは 4.9 ± 12.4 ($m = \pm 3.44$) であつた。弛期圧は，5 点のそれが，4 点のそれよりも，より Sanborn 値に近く，しかも，その偏差域が狭い印象をうける。たゞし，推計学的に比較したところ，有意な差はなかつた。

3：Korotkow 法による脈圧の $\frac{1}{3}$ を，5 点時弛期圧に加えて算出した平均血圧は，内圧波より計算した力学的平均血圧に近い。14 例中 8 例にこれをみとめた。

章 2 力学的平均血圧の計測法，とくに，Nusser (1953)⁽¹⁵⁾ の ϕ の検討

節 1 Nusser (1953) 法と自己の考えた方法との比較

図 6 に示すように，動脈内圧波から力学的平均血圧を算出するには，Wezler-Böger にしたがひ，式 (1)，(2) による。(△P: 脈圧，Pd: 弛期圧) 式 (2) の ϕ は力学的平均血圧が，脈圧のどの辺を占めるかを示す係数である。Nusser らは，圧波のたぢあがり，つぎの圧波のたぢあがりより高いものを (+) 曲線 (図 5 左)，この逆を (-) 曲線 (図 5 右)，同じ高さのものを $\pm (0)$ 曲線とし，前 2 者

表 1

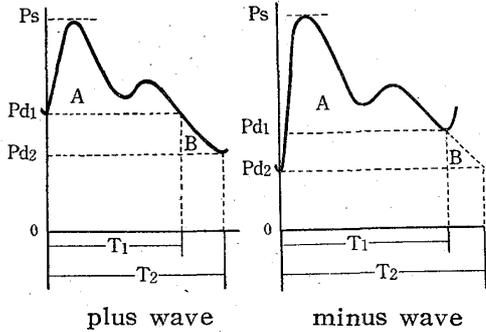
Name Sex Age	Diag.	Wezler's Classif.	Sanborn Value			Korotkow's Method			
						4 th Point		5 th Point	
						+1/3 Pp	+1/2 Pp	+1/3 Pp	+1/2 Pp
K. R. M 32	Pancarditis rheumat.	×	74.0 77.0 82.0	74.5 80.5 83.0	75.0 81.5 75	58	72		
W. K. M 28	Health	×	84.0 85.5 86.5 88.0 88.5	84.5 85.5 87.0 88.5 90.5 88	85.0 86.5 87.5 88.5 90.5	75	84	71	81
M. K. M 22	Beriberoid	×	81.0 82.5	82.0 84.0	82.0 82	94	100	75	86
K. A. M 27	M. s. i.	×	77.0 78.5 80.0 81.0	77.5 78.5 80.0 82.0	78.0 80.0 81.0 79			79	90
T. E. F 19	Lupus erythem.	×	102.0 103.5	102.5 103.5	103.0 103	103	112	100	110
T. F. M 63	Diabet. mell. Hyperten.		123.0 128.5	126.0 12.6	126.0	124	140	119	137
S. H. F 56	H. T. C. D.	M+E	117.0 124.0	120.0 125.5	123.0 122	123	138	119	135
E. M. M 58	Diabet mel. H. T. C. D.		80.5 84.0 85.5 86.0	83.0 85.0 86.0 84	82.5 95.5 86.0			101	113
S. Y. F 44	Hyper- thyroidism	W+E	93.0 99.5 102.0	96.5 100.0 98	97.0	117	135	116	124
K. T. M 48	K. W. II	W	95.0 99.0 102.0	98.0 100.0 99	99.0			100	121
N. S. M 45	K. W. III	W+E	170.0 176.0	174.0 176.0	175.0 174			176	194
K. K. M	K. W. III	W+E	122.0 128.0	124.0 128.5	126.5 126			141	152
K. K. M 58	K. W. III	M	132.0 135.0	132.5 139.5	137.0 135	140	156	137	154
K. S. M 53	K. W. III	W+E	136.0 147.0 147.0	142.0 147.0 142	142.0	168	185	165	183

M. s. i.: mitral stenoin sufficiency H. T. C. D.: hypertensive cardiac disease

Fig. 6. Nusser's method to measure "plus-" and "minus" waves
Wezler & Böger's formula

$$P_m = \frac{1}{T} \int_0^T P dt \text{ mmHg} \dots \dots \dots (1)$$

$$P_m = \phi \Delta P + P_d \text{ mmHg} \dots \dots \dots (2)$$



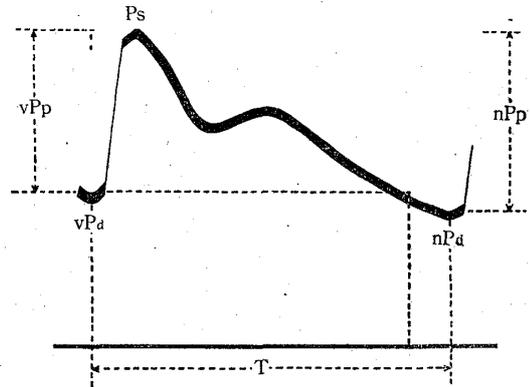
$$P_m = \frac{1}{T_2} [(\phi \Delta P_1 + P_{d1})T_1 + (0.5 \Delta P_2 + P_{d2})(T_1 - T_2)] \text{ mmHg} \dots \dots \dots (3)$$

$$P_m = \frac{1}{T_1} [(\phi \Delta P_1 + P_{d1})T_2 + (0.5 \Delta P_2 + P_{d2})(T_2 - T_1)] \text{ mmHg} \dots \dots \dots (4)$$

にたいする算出式を(2)式から誘導し、それぞれ、(3)、(4)式で示した。記号を説明すると、Ps: 縮期の峰, Pd₁: 2つの弛期の谷のうち、より高い点, すなわち、(+) 曲線ではその圧波のたちあがり、(-) 曲線ではつぎの圧波のたちあがりの点, Pd₂: Pd₁の逆, ΔP₁: Ps - Pd₁, ΔP₂: Ps - Pd₂, T₁: Pd₁から水平線をひき圧波と交つた点と、圧波のたちあがり点の、基線上の対応点の距離, T₂: (+) 曲線では、Pd₁とPd₂の基線上の対応点の距離、(-) 曲線では、圧波の後部を延長し、Pd₂からの水平線と交つた点と、Pd₂の、基線上の対応点の距離、である。いずれも、圧波を2つの部分にわけて考えている。なお、(+) 曲線のφをφ₊、(-) 曲線のそれをφ₋、±(0) 曲線のそれをφ_sとした。

氏は、ヒト4名の上腕動脈から、φ_s 81, φ₊、および、φ₋ 81個所を、また、6匹のネコの大動脈、頸動脈、および、大腿動脈から、φ_s 76, φ₊、および、φ₋ 340個所を測つて、それぞれの計測値を示した。わたくしは、(1)、(2)式にしたがい、図7に示すように、弛期圧(Pd)には、その圧波のはじめ(vPd)と、終り(nPd)をとり、それぞれの脈圧をvPp, nPpとし、これからφを求めてφ_v、および、φ_nとした。上記(3)、(4)式にお

Fig. 7. Our Own Method



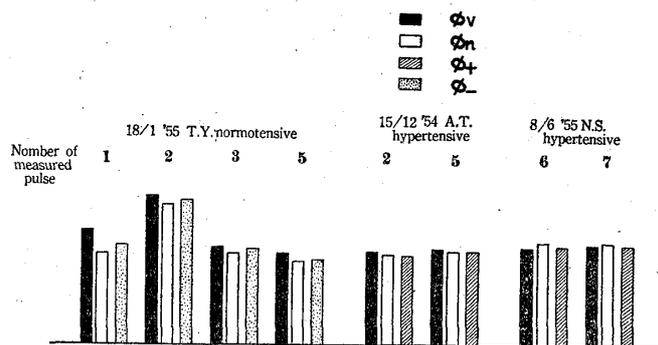
$$P_m = \frac{1}{T} \int_0^T P dt \text{ mmHg}$$

$$\phi_v = \frac{P_m - vPd}{vPp}$$

$$\phi_n = \frac{P_m - nPd}{nPp}$$

いて、カッコ内の第2項にφをふくんでいない。これについて、氏は、Bの部分の圧波は、ほぼ、直線状、かつ、短かいから、φの項からはずしてよいという。わたくしの方法で得た値と、氏らのそれを静脈洞結節性全調律で比較すると、φ_v < φ_nは(+) 曲線、φ_v > φ_nは(-) 曲線であり、さらに、φ₊、φ₋にかゝらず、その値はφ_vとφ_nの間にある。図8は、実測によつて、この関係を示す。

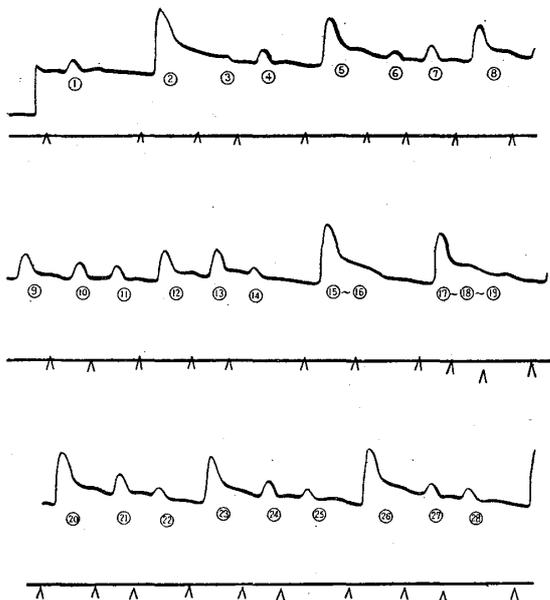
Fig. 8. Comparison among φ_v, φ_n, φ₊ and φ₋ in rhythmic cases



つぎに、Nusserの方法で算出しにくい例を心房細動で示す。図9は僧帽弁口狭窄・閉鎖不全症で、心房細動をもつ50才の男性からえた大腿動脈圧波である。基線上の>は、同時に行つた標準肢誘導のR波をしめす。図10は、各波からえたφを比較したものである。洞性全調律の圧波のように、φ_v、φ_nが、φ_vとφ_nの間ない理由は、示した圧波から理解できるように、氏らの算出法をそ

Fig. 9. 11/11'55 T. H. 50 yrs

M m. s. i. + af



のまゝ模倣した ϕ が、圧波のきわめて一部を示すにとどまるからである。すなわち、氏らが無視しようと考えた B の部分が、この場合には、きわめて重要である。なお、圧波番号 3, 6, 14, および、22 のように Pm が、vPd, または、vPd よりも低く、いずれかの ϕ が算出できない場合もある。

節2 自己の案出した法による ϕ の検討

前述の ϕ_v , および, ϕ_n を, ヒトの上腕動脈, 大腿動脈, および, 各疾患について検討した。

上腕動脈 (図 11): 被検者 26 名。
 ϕ_v は 209 個, ϕ_n は 231 個についてその分布を示す。

白点は vPd と nPd の等しいもの、すなわち、Nusser らの ϕ_s を示す。図のように ϕ は、0.14~0.70 までの間で、かなり大きな変動を示すが、その平均値、および、その標準偏差は、それぞれ、 0.43 ± 0.10 , 0.42 ± 0.09 であった。なお、平均誤差は、それぞれ、0.007, 0.006 であった。

大腿動脈 (図 12): 被検者 19 名。
 ϕ_v は 106 個, ϕ_n は 119 個について、その分布を示す。それぞれの平均値、および、その標準偏差は、 0.38 ± 0.10 ,

Fig. 10.

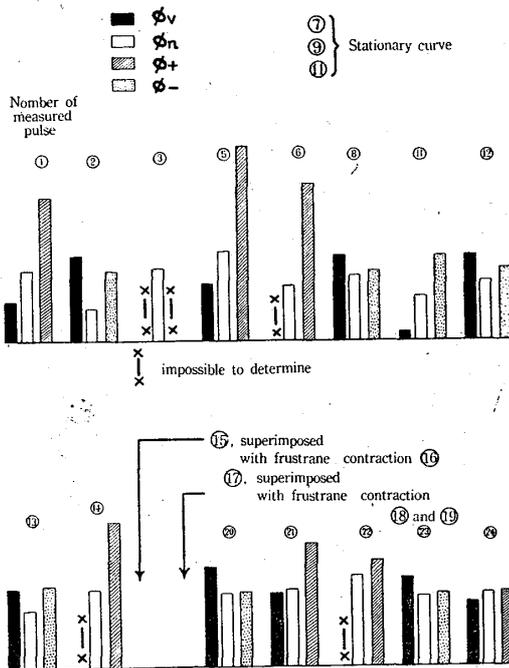
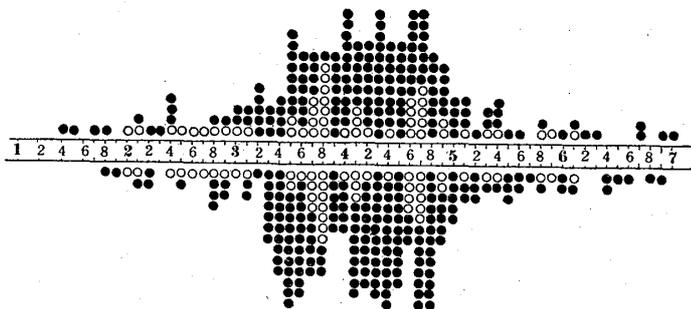


Fig. 11. ϕ_v and ϕ_n , determined in A. brachialis

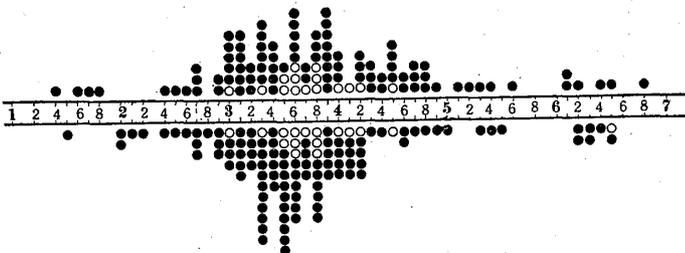
ϕ_v
 $M \pm \sigma = 0.43 \pm 0.10$



ϕ_n
 $M \pm \sigma = 0.42 \pm 0.09$

Fig. 12. ϕ_v and ϕ_n , determined in A. femoralis

ϕ_v
 $M \pm \sigma = 0.38 \pm 0.10$

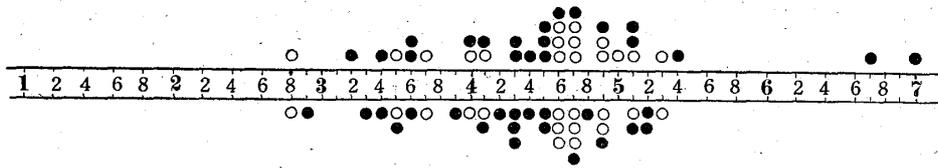


ϕ_n
 $M \pm \sigma = 0.37 \pm 0.09$

0.37 ± 0.09 であった。なお、平均誤差は、それぞれ、0.010, 0.008 であった。この平均値は、上腕動脈のそれより低いので、章 1 節 2 に述べた方法で、

Fig. 13. ϕ_v and ϕ_n in normotensive cases

ϕ_v
 $M \pm \sigma = 0.45 \pm 0.08$



ϕ_n
 $M \pm \sigma = 0.44 \pm 0.08$

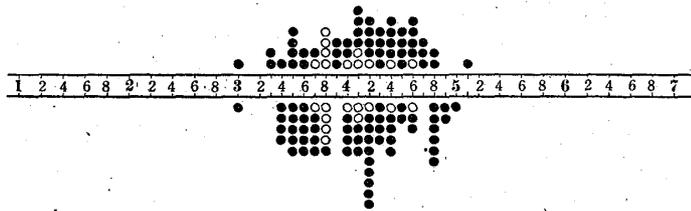
有意性をみたところ、 ϕ_v 、 ϕ_n ともに、5.00 で明らかに差のあることを認めた。すなわち、上腕動脈における ϕ の平均は、大腿動脈のそれよりも高い。尋常圧 (図 13)： 縮期圧 100 ~ 149 mmHg の被検者 14 名について、上腕動脈における ϕ_v 36 個、 ϕ_n 35 個の分布を示す。平均値、および、標準偏差は、それぞれ、 0.45 ± 0.08 、 0.44 ± 0.08 、平均誤差は 0.013、0.014 であった。

高血圧 (図 14)： 縮期圧 150 mmHg 以上の被検者 9 名について、上腕動脈における ϕ_v 57 個、 ϕ_n 68 個の分布を示す。それぞれの平均値、および、標準偏差は、 0.41 ± 0.05 、 0.41 ± 0.04 、平均誤差は 0.007、0.005 であつた。高血圧群の ϕ の平均は、尋常圧のそれよりも低く、むしろ、均等な分布をもつ印象をうける。前記の方法で、この平均値を比較すると、 ϕ_v では 2.62、 ϕ_n では 2.09 で、両者の間に有意な差があるとはいへない。

心疾患 (図 15)： いずれも、不正拍をもたないもの、および、不正拍でない部分を測定した。僧帽弁口狭窄・閉鎖不全症 3 名、ロイマ性全心炎 1 名、および、間入性室性期外収縮 1 名である。 ϕ_v 28 個、 ϕ_n 30 個の分布を示し、 ϕ_v 、 ϕ_n の平均値、および、標準偏差は、いずれも、 0.47 ± 0.07 で、平均誤差は、0.013 であつた。不正拍 (図 16)： 被検者は、僧帽弁口狭窄・閉鎖不全症 4 名、呼吸性不正拍 1 名、および、2 : 1 房室ブロック 1 名、計 6 名である。 ϕ_v 76 個、 ϕ_n 101 個の分布を示し、それぞれ、 0.40 ± 0.12 、 0.43 ± 0.11 で、平均誤差は 0.014、0.011 である。不正拍は、明

Fig. 14. ϕ_v and ϕ_n , in hypertensive cases

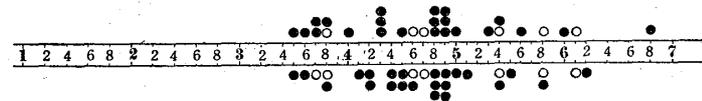
ϕ_v
 $M \pm \sigma = 0.41 \pm 0.05$



ϕ_n
 $M \pm \sigma = 0.41 \pm 0.04$

Fig. 15. ϕ_v and ϕ_n in cardiac patients

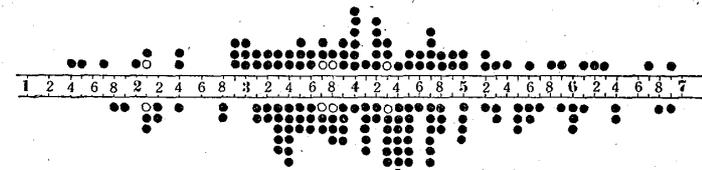
ϕ_v
 $M \pm \sigma = 0.47 \pm 0.07$



ϕ_n
 $M \pm \sigma = 0.47 \pm 0.07$

Fig. 16. ϕ_v and ϕ_n in cases suffered from arrhythmia

ϕ_v
 $M \pm \sigma = 0.40 \pm 0.12$



ϕ_n
 $M \pm \sigma = 0.43 \pm 0.11$

らかに、正拍よりも大きい散開度を示す。代表例を表 2 に示す。測定部位における B は上腕動脈を、F は大腿動脈を表わす。例 1 は健常者である。 ϕ_+ 、 ϕ_- は、いずれも、 ϕ_v と ϕ_n の間にある。例 2 は本高症 (K. W. III) で、同日の循環数値は、心拍出量 85.7 cc、分時送血量 6.28 l/min、全脈管容積弾性率 2789 dyne cm^{-5} 、全末梢脈管抵抗 1784 dyne cm^{-5} であつた。本例の ϕ は比較的均等である。例 3 は、 ϕ の低い値をみた例で類脚気症である。同日の循環数値

表 2

Name Sex Age	Diag,	Position	Ps mmHg	vPd "	nPd "	vPp "	nPp "	Pm "	ϕv %	ϕn "	ϕs "	$\phi +$ "	$\phi -$ "
T. Y. □ 28	Health	B	90.0	43.5	51.5	46.5	38.5	68.0	53.6	42.8	/	/	46.5
			86.5	51.5	54.5	35.0	32.0	75.5	69.6	65.5	/	/	67.6
			96.5	54.5	56.0	42.0	40.5	74.0	46.4	44.4	/	/	45.0
			97.5	56.0	56.0	41.5	41.5	75.5	46.9	46.9	/	/	/
			96.0	56.0	58.0	40.0	38.0	73.0	42.5	39.4	/	/	40.2
N. S. □ 45	K. W. III	B	231	131	100	100	100	175	44.0	44.0	44.0	/	/
			230	131	127	99	103	176	45.5	47.5	/	46.0	/
			227	127	126	100	101	174	47.0	47.5	/	47.3	/
			226	126	128	100	98	170	44.0	42.8	/	/	43.4
			229	128	126	101	103	176	47.5	48.5	/	47.9	/
M. K. □ 22	Beriberoid	B	112.0	65.0	63.0	47.0	49.0	83.0	27.6	26.0	/	/	26.8
			110.5	63.0	63.0	47.5	47.5	80.0	27.0	27.0	27.0	/	/
			110.5	63.0	63.0	47.5	47.5	81.5	29.4	29.4	29.4	/	/
			111.0	63.0	63.0	48.0	48.0	83.5	26.2	26.2	26.2	/	/
			109.4	63.0	63.0	46.0	46.2	83.0	25.4	25.4	25.4	/	/
T. K. □ 38	Mitral Stenosis Auricular Fibrillation	F	108	69	79	39	29	74	12.8		/	/	/
			85	79	69	6	16	77		50.0	/	/	/
			108	69	67	39	39	81	30.7	35.9	/	/	/
			117	67	73	48	44	87	41.7	31.8	/	/	/
			96	73	69	23	27	76	13.0	24.1	/	/	/
			101	69	71	32	30	87	56.3	53.3	/	/	/

は、心拍出量 95.0 cc, 分時送血量 7.44 l/min., 全脈管容積弾性率 930 dyne cm⁻⁵, 全末梢脈管抵抗 1343 dyne cm⁻⁵ であつた。例 4 は、心房細動をもち、 ϕv , ϕn の測定し得ない圧波もあつた。

節 3 小 括

わたくしは、動脈内圧波から ϕ を算出するにあつて、Nusser ら (1953) の方法を吟味した。なお、わたくしの方法で得た結果を、つぎのようにまとめる。

1: 上腕動脈における ϕ の平均値は、 ϕv が 0.43, ϕn が 0.42 で、Nusser らのそれと、ほぼ一致した。なお、Nusser らの表によれば、0.5 (Ps + Pd) を採用した平均血圧は、全例において、実測値よりも高かつたが、わたくしの実測では、0.5 (Ps + Pd) よりも高いものが、 ϕv 30, ϕn 34 個所にあつた。

2: 上腕動脈の ϕv は 0.43, ϕn は 0.42 で、大腿動脈のそれは、それぞれ、0.38, 0.37 である。明らかに上腕動脈の ϕ が高く、推計学的に有意の差を認めた。

3: 尋常圧, 高血圧, ならびに、心疾患 (正拍, および、不正拍) をもつ 3 群の間には、 ϕ の平均値に、有意な差がなかつた。

章 3 血圧とその他の各循環因子の相関

聴診法による縮期圧, 弛期圧, 脈圧と、Wezler 法 (1949) の教室変法により求めた循環数値, すなわち、心拍出量, 分時送血量, 全脈管容積弾性率, および、全末梢脈管抵抗とを比較した。13~71 才の男性 87 名 (尋常者 8 名, 本高症 62 名, 気管支喘息 1 名, 若年性高血圧 13 名, 脳軟化症 1 名), 女性 58 名 (尋常者 3 名, 本高症 43 名, 悪性腎硬化症 1 名, 若年性高血圧 10 名, 慢性腎炎 1 名), 計 145 名について、435 回測定した。

節 1 縮 期 圧

項 1 心拍出量との相関 (図 17, 表 3)

縮期圧と心拍出量の相関係数 (r), および、その平均誤差 (r_m) は、0.13 ± 0.047 で危険率 1% において相関がある。表 2 は、血圧の変化による心拍出量の変化を数値で示したものである。100 mmHg

Fig. 17. Systolic Blood Pressure Value and Stroke Volume in Wezler's Method

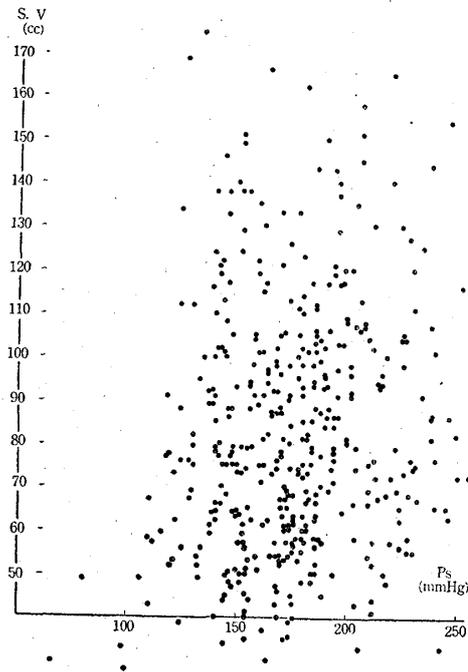


表 3

B. P.	n	M	σ	m
60~	1	29.5		
70~	0			
80~	1	49.4		
90~	1	32.5		
100~	2	38.5	14.4	10.1
110~	10	70.7	22.0	6.1
120~	13	72.1	26.2	7.2
130~	21	82.3	25.1	5.5
140~	50	85.2	28.1	4.1
150~	43	79.9	32.4	5.0
160~	40	80.6	25.6	4.0
170~	60	74.5	23.8	3.1
180~	56	79.4	21.3	2.8
190~	34	98.4	23.9	4.1
200~	24	98.3	31.4	6.2
210~	21	63.8	27.0	5.9
220~	18	85.7	27.0	6.4
230~	12	98.1	44.2	12.9
240~	8	82.6	34.9	12.3
250~	5	94.9	40.2	13.5
260~	0			
270~	0			
280~	1	80.5		

B. P.: Blood Pressure
n : Number of Samples

以下の群には、少なくとも、心拍出量の異状な増加はない。

項 2 分時送血量との相関 (図 18, 表 4)

Fig. 18. Systolic Blood Pressure Value and Minute Volume in Wezler's Method

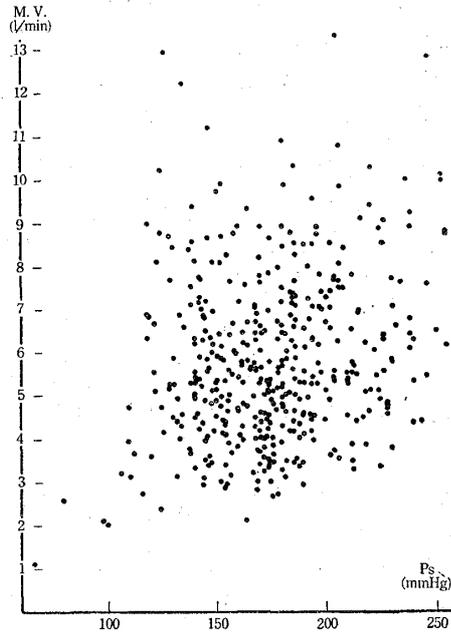


表 4

B. P.	n	M	σ	m
60~	1	1.10		
70~	0			
80~	1	2.60		
90~	1	2.10		
100~	2	2.60	0.84	0.59
110~	10	5.36	2.03	6.42
120~	14	6.11	2.35	0.63
130~	20	5.81	2.13	0.48
140~	49	5.52	1.50	0.21
150~	44	5.60	1.88	0.28
160~	41	5.35	1.53	0.29
170~	60	5.07	1.52	0.19
180~	59	5.85	1.87	0.24
190~	34	6.29	1.51	0.26
200~	24	6.66	1.90	0.39
210~	21	5.31	1.54	0.31
220~	18	6.40	1.93	0.46
230~	13	7.09	1.66	0.49
240~	7	6.28	2.80	1.14
250~	5	8.06	1.67	0.75
260~	0			
270~	0			
~280	1	6.68		

縮期圧と分時送血量の $r \pm r_m$ は 0.21 ± 0.046 で、危険率1%において相関がある。100 mg 以下の群には、分時送血量の異常増加はない。表3、および、表4の平均値の変動を比較すると非常に近似した変化を示す。

項3 全脈管容積弾性率との相関 (図19, 表5)
縮期圧と全脈管容積弾性率の間には、前2者に比して、高い相関性がある。すなわち、 $r \pm r_m = 0.52 \pm 0.035$, 危険率1%である。100 mmHg 以下の群には全脈管容積弾性率の異常低下はない。

項4 全末梢脈管抵抗との相関 (図20, 表6)
縮期圧と全末梢脈管抵抗の $r + r_m$ は、 0.26 ± 0.039 で、危険率1%である。100 mmHg 以下の群には全末梢脈管抵抗の異常低下はない。表5、および、表6にみるように、全脈管容積弾性率、ならびに、全末梢脈管抵抗の平均値の血圧による変動は相似している。

なお、心拍出量の平均値の変動と、分時送血量のそれは、全脈管容積弾性率の平均値の変動と、および、全末梢脈管抵抗のそれと、線対称的である。

節2 弛期圧

項1 心拍出量との相関 (図21)

弛期圧と心拍出量の間には、相関性を認めがたい。すなわち、 $r \pm r_m = -0.07 \pm 0.048$, 危険率5%以上である。

項2 分時送血量との相関 (図22)

弛期圧と分時送血量の間には、相関性を認めがた

表5

B. P.	n	M	σ	m
60~	0			
70~	0			
80~	1	3210		
90~	1	2455		
100~	2	2262	420	298
110~	9	1842	282	96
120~	14	1845	704	190
130~	21	1935	487	106
140~	49	1988	636	91
150~	44	2278	651	98
160~	40	2418	807	127
170~	60	2803	776	100
180~	59	2721	713	93
190~	34	2420	557	96
200~	25	2661	846	162
210~	22	3471	797	170
220~	20	3238	937	210
230~	13	3110	872	241
240~	9	3167	862	287
250~	5	3080	924	417
260~	0			
270~	0			
280~	1	4163		

Fig. 19. Systolic Blood Pressure Value and Volume Elasticity in Wezler's Method

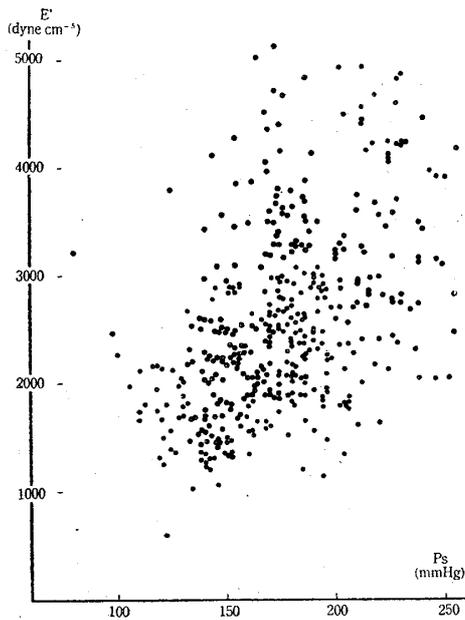


Fig. 20. Systolic Blood Pressure Value and Peripheral Resistance in Wezler's Method

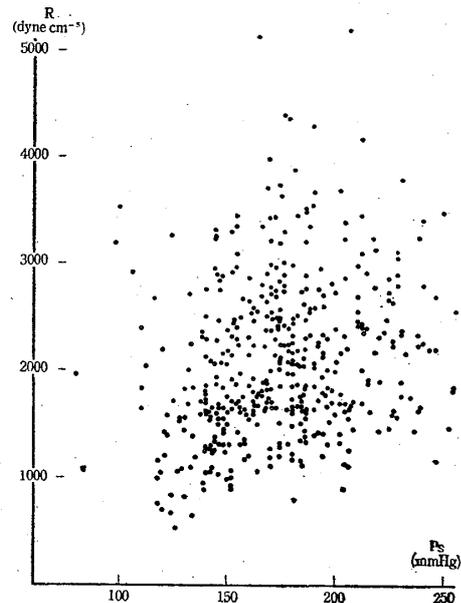
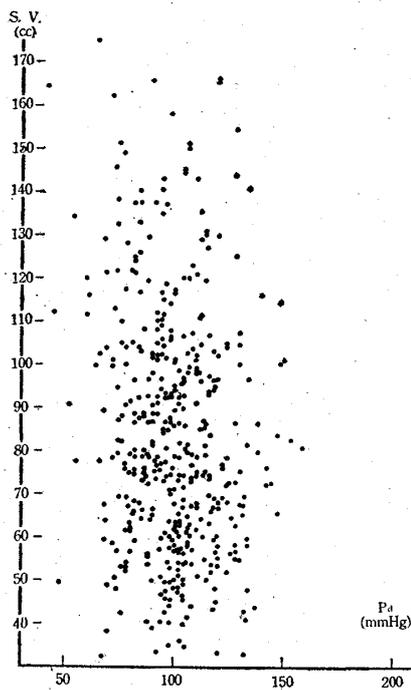


表 6

B. P.	n	M	σ	m
60	0			
70	0			
80	1	1956		
90	1	3176		
100	2	3214	426	302
110	9	1612	669	223
120	15	1521	689	178
130	22	1569	555	118
140	50	1784	574	81
150	45	1932	663	99
160	39	2112	648	104
170	59	2321	684	89
180	58	2198	694	91
190	34	1998	481	83
200	24	1911	679	139
210	22	2498	684	146
220	18	2398	561	132
230	12	2161	601	174
240	8	2521	746	264
250	5	2014	447	200
260	0			
270	0			
280	1	2630		

Fig. 21. Diastolic Blood Pressure Value and Stroke Volume in Wezler's Method



い。すなわち, $r \pm r_m = -0.06 \pm 0.047$, 危険率 5% 以上である。

項3 全脈管容積弾性率との相関 (図 23, 表 7) 弛期圧と全脈管容積弾性率の間には, 明らかに, 相関性を認める。すなわち, $r \pm r_m = 0.48 \pm 0.037$,

Fig. 22. Diastolic Blood Pressure Value and Minute Volume in Wezler's Method

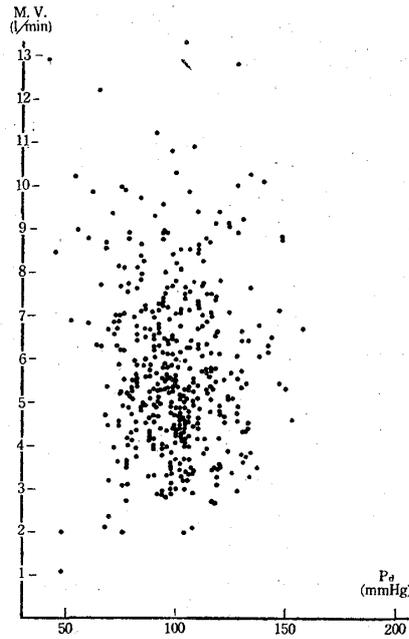


Fig. 23. Diastolic Blood Pressure Value and Volume Elasticity in Wezler's Method

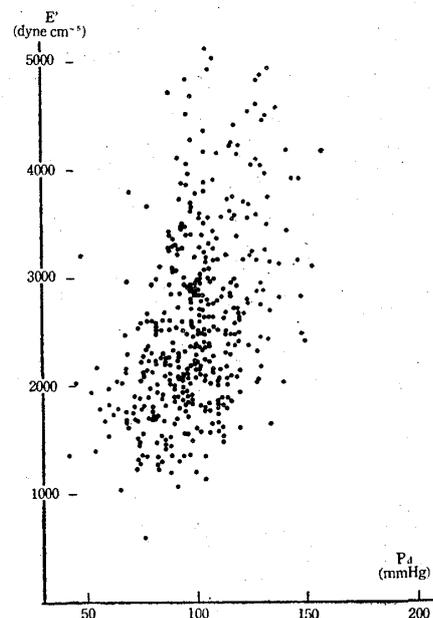


表 7

B. P.	n	M	σ	m
40~	3	2195	938	542
50~	5	1787	290	129
60~	14	1900	493	132
70~	43	2067	785	121
80~	57	2093	579	77
90~	93	2662	903	94
100~	92	2658	694	72
110~	60	2599	780	101
120~	29	3111	957	177
130~	21	3441	972	212
140~	8	3236	757	268
150~	3	3219	890	514

表 8

B. P.	n	M	σ	m
40~	4	991	655	328
50~	2	875	158	112
60~	14	1446	712	190
70~	43	1702	693	105
80~	57	1679	404	53
90~	93	2042	585	61
100~	93	2304	602	62
110~	59	2138	661	86
120~	29	2356	643	119
130~	20	2614	576	129
140~	8	2152	387	137
150~	3	2962	287	166

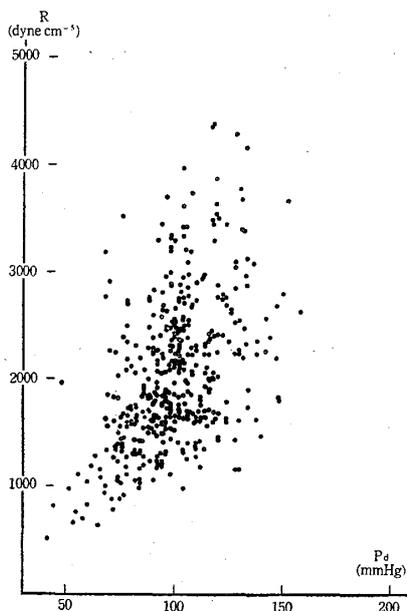
危険率1%である。表7にみるように、その平均値は、弛期圧の上昇に伴なつて、著明に上昇する。

項4 全末梢脈管抵抗との相関(図24, 表8)

弛期圧と全末梢脈管抵抗の $r \pm r_m$ は 0.48 ± 0.037 , 危険率1%である。全脈管容積弾性率と同様、弛期圧の上昇に伴ない、著明に増加する。

全脈管容積弾性率の平均値の変動と、全末梢脈管抵抗のそれは、ほど、近似している。

Fig. 24. Diastolic Blood Pressure Value and Peripheral Resistance in Wezler's Method

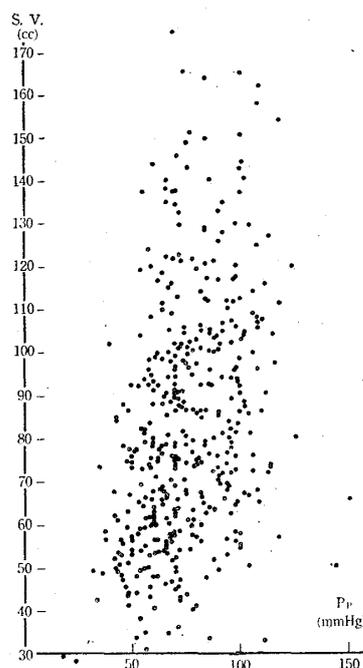


節3 脈 圧

項1 心拍出量との相関(図25, 表9)

脈圧と心拍出量の間には相関をみとめる。すなわ

Fig. 25. Pulse Pressure Value and Stroke Volume in Wezler's Method



ち、 $r \pm r_m = 0.68 \pm 0.026$, 危険率1%である。脈圧の上昇に伴なつて、心拍出量は増加する。

項2 分時送血量との相関(図26, 表10)

脈圧と分時送血量の $r \pm r_m$ は 0.38 ± 0.042 , 危険率1%である。図25, および、表10に示すように、脈圧の上昇に伴なつて、分時送血量の増加をみる。

項3 全脈管容積弾性率との相関(図27, 表11)

脈圧と全脈管容積弾性率の $r \pm r_m$ は 0.36 ± 0.042 , 危険率1%である。かなりの相関があることを示す。

表 9

B. P.	n	M	σ	m
10	1	29.5		
20	1	28.3		
30	7	51.6	12.9	4.9
40	29	62.0	16.1	3.0
50	56	71.3	23.9	3.1
60	76	78.0	24.7	2.8
70	90	84.4	27.5	2.9
80	50	90.1	25.4	3.6
90	59	88.2	22.1	2.9
100	38	100.8	30.3	4.9
110	14	75.7	33.3	8.9
120	2	100.3	28.0	20.0
130	0			
140	1	50.4		

表 10

B. P.	n	M	σ	m
10~	1	1.10		
20~	1	2.00		
30~	7	3.61	1.49	0.57
40~	29	4.86	1.43	0.27
50~	55	4.94	1.45	0.19
60~	76	5.28	1.80	0.21
70~	92	5.92	1.72	0.18
80~	50	6.04	1.65	0.23
90~	59	5.99	1.39	0.18
100~	38	7.24	1.96	0.32
110~	14	6.79	1.71	0.45
120~	2	6.88	0.28	0.20
130~	0			
140~	1	4.49		

Fig. 26. Pulse Pressure Value and Minute Volume in Wezler's Method

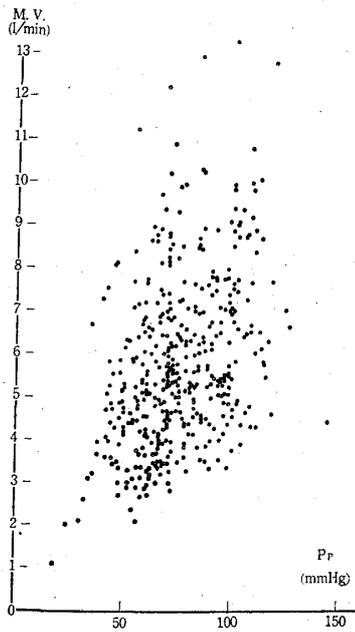
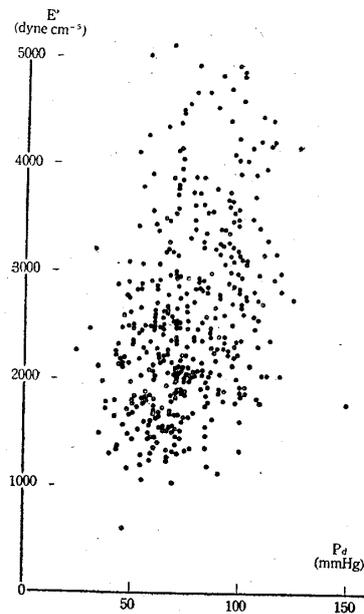


Fig. 27. Pulse Pressure Value and Volume Elasticity in Wezler's Method



項 4 全末梢脈管抵抗との相関 (図 28)

脈圧と全末梢脈管抵抗の間には、相関性を認めがたい。すなわち、 $r \pm r_m = -0.05 \pm 0.049$ ，危険率 5% 以上である。

以上の観察は、血圧値の高低を問わず、被検者の循環状態がいずれも比較的一定の状態にあるもののみを選んだ。言いかえれば、高血圧群においては“Hypertone Regulation”⁽¹⁰⁾，低血圧群においては“Hypotone Regulation”⁽¹⁰⁾に、しかも、持続

にある例のみを選んだ。しかるに、血圧高が短時間に急激に変化する場合には、教室の稲垣、佐瀬⁽¹⁰⁾が述べたように、血圧高の homeostasis にたいする全末梢脈管抵抗、全脈管容積弾性率、および、心拍出量の対応のしかたは、かならずしも、上記の観察どおりではない。

例 K. K. 56 年，□，本高症 (K. W. III)。

左下肢の不全麻痺と、めまい感を主訴として入院。入院時の血圧は 200/120 mmHg で、安静と食

表 11

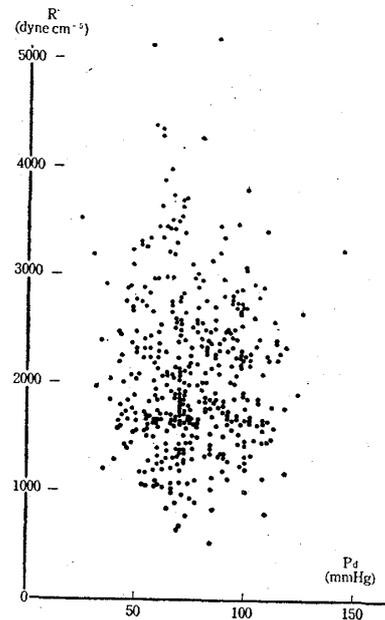
B. P.	n	M	σ	m
20~	1	2259		
30~	8	2231	653	231
40~	27	2102	481	93
50~	55	2218	768	103
60~	76	2281	705	81
70~	91	2573	885	93
80~	52	1567	782	108
90~	60	2991	810	105
100~	39	2930	960	154
110~	14	2993	744	119
120~	2	3454	1003	711
130~	0			
140~	2	2998	1721	1221

塩制限で、190/90 mmHg となつた。この患者に臥位で、Chlorpromazine のテスト量 (25 mg) を筋注したところ、45 分後、急に、心拍数は 40、血圧は 66/48 mmHg となり、あくびを頻発し、顔面は蒼白となり、胸部に絞扼感を訴えた。たゞちに Thérapigne 2 cc を静注したところ、5 分後自覚症はとれた。このさいの循環数値を表 12 に示す。血圧低下時には、心拍出量、分時送血量の異常な減少と、全脈管容積弾性率、全末梢脈管抵抗の異常な増加を見た。

節 4 小 括

循環状態が比較的一定の状態にある被検者 145 名、435 回測定の間では、弛期圧は心拍出量、および、分時送血量と相関なく、脈圧は全末梢脈管抵抗と相関がないほかは、危険率 1% において、相関

Fig. 28. Pulse Pressure Value and Peripheral Resistance in Wezler's Method



をみとめた。しかし、縮期圧は、全脈管容積弾性率と ($r \pm r_m = 0.52 \pm 0.035$)、弛期圧は、全末梢脈管抵抗、および、全脈管容積弾性率と ($r \pm r_m = 0.48 \pm 0.037$)、脈圧は、心拍出量と ($r \pm r_m = 0.68 \pm 0.026$) もつとも明らかな相関を示した。

章 4 考 案

節 1 測定装置について

electronic pressure transducer には、いろいろの型があるが、いずれも、膜のうごきを、a) resistance, b) inductance, および、c) capacita-

表 12

Date		Ps	Pd	Pp	S. V.	M. V.	F'	R
17/11' 55		194	108	86	76.4	4.46	2993	2698
29/17 "		186	98	88	63.5	3.52	3683	3203
30/11 "		160	94	66	50.6	3.81	3475	2652
8/12 "	Chlorpromazine 25 mg	164	108	56	29.7	2.10	5016	5117
	15'	154	98	56	34.9	2.09	4265	3334
	30'	144	92	52	33.6	2.90	4111	3296
	45'	66	48	18	29.5	1.10	10829	14882
Therapigne 2 cc →	90'	98	68	30	32.5	2.10	2455	3176
	110'	100	76	24	28.3	2.00	2259	3515
	145'	120	78	42	52.2	3.60	2142	2191
	190'	110	76	34	42.6	3.10	2123	2390

nce に変えるようになってくる⁽⁸⁾⁽¹⁴⁾。

resistance wire strain gauge manometer (statham 型) は、圧の変化が strain sensitive wire の伸展の度合として表れ、電流の流れにたいする抵抗の変化として反応する。膜のかわりに用いられた小さなフイゴは、圧の増加によつて、chamber の中に圧縮される。variable inductance pressure gauge は、コイルの磁場内にある鉄しんの位置を変えることによつて、inductance を変えるようになってくる。この inductance の変化は、圧が変動するあいだ、膜の変位する量を示す。variable capacitance manometer は、硬い金属板が非常にせまい空間をもつてエレクトロードとはなれ、膜自身がコンデンサーとなつてくる。エレクトロードと関係した膜のうごきが、capacitance を変える。capacitance は radio frequency 回路を用いて測定される⁽¹⁴⁾。sanborn manometer はこの改良型である。この装置の膜偏位は、きわめて小さく、容量変位は 100 mmHg にたいして 0.000001 cc とされている。これは、口径の細い長い管をとつて振動する圧を記録するとき、優れている。Sanborn manometer は、strain gauge 型、および、inductance 型のそれよりも、感度が高く、圧較正曲線もより直線的で、圧にたいするふれは、大いに忠実である。

こうしたおのおのの装置の価値を判断するには、それらの器械について経験を持たなければならぬ。この点いかんで、いろいろな意見の不一致がこりうる。わたくしは、教室における経験から、つぎのことを指摘したい。

光学的カプセルを使うには、かなり太い動脈針を必要とし、これを導管を通して、カプセルにつなぐ、導管はヘパリン加生食水でみたく。この方法の改良を、教室の稲垣がおこなつた。かなり正確に記録はできるが、その測定値は、器械の Rigidity に制約される。strain gauge は、もつとも簡単に用いるものであり、細い屈折自由なナイロンカテーテルによつて動脈腔につなぐ。しかし、その個有振動数は小さく、縮期圧とされ、弛期圧とされる値の正確度が、いずれも、中枢動脈において、いちじるしいものとは考えられない。

直接記録法は、いずれも、デリケートな装置を必要とするから、細心の注意を必要とする。このことだけでも、器械そのものの研究は、今後、なお、続けられるであろう⁽¹⁴⁾。

節2 ヒトの動脈圧を、直接、測ることについて

はじめて、ヒトの動脈圧を直接測つたのは Faible⁽⁴⁾(1856) である。氏は Poisselle の manometer を用い、大腿動脈で1例、上腕動脈で2例、測定し、平均血圧は、およそ、120 mmHg であるといつた。Otto Frank⁽⁵⁾は、縮期圧、および、弛期圧をはかる目的で、可動部分の転位が少なく、しかも、高頻度の血圧計を作つた。これが氏の segment capsule manometer で、ゴム膜のうごきを光学的に記録した。Broemser, Ranke⁽³⁾は、ゴム膜のかわりに、きわめてうすいガラス膜を用い、Hamilton et al.⁽⁷⁾はうすい金属膜を使つた。これから発展した electronic pressure transducer は、前節で述べた。

古いところはさておき⁽¹⁷⁾、近年になつて、直接法で測つた値を、間接法のそれと比較したいくつもの業績がある⁽¹³⁾⁽¹⁶⁾⁽¹⁸⁾。その多くは、上腕動脈を用い、一側には、生食水をみたした鉛管をいれ、Broemser のガラス膜マノメータを用い、光学的に測るか、または、電気的マノメータでおこない、他側では、聴診法(血管音描記を含む)、または、presinotonometer を用い、直接法の前中後で、間接的に測つた。これらの人たちは、こうして測つた2種の値にかなりの差をみた。たとえば、間接法による縮期圧と弛期圧は、検例の $\frac{1}{2}$ 以下ではあるが、直接法の値の 5 mmHg 以内で一致した。なお、これらの人たちは、間接法が血圧の位置をかなり正しく示すけれども、小さな差(やく 5 mmHg)を有意とするほどには、正確でないと考えた。この方法は、左右差の問題、マンシエット加圧による直接圧の影響、などが顧慮されていないが、直接法と間接法を、かように粗大な条件でしらべても、かなりの一致をみる点では、わたくしのいうところと同じである。

Hamilton et al.^(7a)(1936) は、上腕動脈で、光学的カプセルを用い、直接法で測つた値と聴診法のそれを比較した。第4点法をとり、縮期圧では、聴診法値が平均 3~4 mmHg 低く、弛期圧では、平均 9 mmHg 高かつたという。マンシエットで加圧した末梢部分の動脈圧に後述する“Staudruck”⁽¹⁹⁾のかゝることを考えるだけでも、直接法の縮期圧が高くであることを理解しうる。弛期圧を4点法で実測する場合の確からしさについては章1節2項2でとりあげた。章1の例に述べたように、マンシエットで加圧したときの直接値、開放したときの直接値を、お

のおの測定し、マンシエツト値と比較しなければならぬ。さらに、氏は、新生児の臍動脈から直接法で、上腕動脈から間接法で、両者を比較した(1938)⁽⁷⁾。この直接値は、4~6 cm のマンシエツトを使つた間接値よりも高く、2~5 cm のそれを使つた間接値によく合うことをみた。これは当然であつて、マンシエツトの巾を12~13 cm とすることについての数多い研究から、十分に領解しうる。教室では、目下、それよりも、比較に用いた両動脈圧波の形がことなることを、むしろ、問題としている。筋にかこまれた動脈の圧波における、縮期の峰は、筋外にあるそれよりも、なだらかである。比較するには、同じ動脈でなければならない。

マンシエツトを加圧する前後で、マンシエツトから末梢にある動脈圧波が変形することは、“Staudruck”を中心とする一連の問題を討議するさい、重要なことである。かような種類の研究にたいして、まとめていえば、動脈針から distal で、マンシエツトを膨張させると、きわめていちじるしく、圧波が変り、縮期圧も、弛期圧も亢進すること、しかるに、他側のマンシエツトを膨張させても、かような効果のないことを中心として、批評すべきであろう。また、マンシエツトの巾を変えれば、当然、圧波はちがひ、したがつて、直接値と間接値の差がいちじるしくなりうる。(節3参照)

氏ら⁽⁷⁾(1939)は、一側の上腕動脈より Hamilton の manometer で直接圧を、他側のそれでは、13~20 cm のマンシエツトを巻き、間接圧を測定した。この研究方法の欠点は前述のとおりである。しかし、平均して、細い腕では、間接法が低すぎ、太い腕では高すぎる傾向を実証した点は、理論的にも、考えうる。

このような成績にたいして、Laszt⁽¹³⁾(1949)は、20~27才のヒトについて、同側の上腕において、直接法、聴診法、および、振動法で血圧を測定した。しかるに、聴診法(Korotkow法)できめた縮期圧と弛期圧は、直接法、および、振動法よりも、本質的に、高いことを認めた。わたくしの成績も、氏のいうところに近い。たゞし、直接値と間接値の差が、生理的動揺範囲にある点では、わたくしの成績も、Hamilton および Laszt の所説も一致する。

節3 章1にかんする考案

実験成績を検討するさい、まず、注意すべきは、針の太さ、マンシエツトの巻きかた、および、巾で

ある。針があまりに細いときは、慣性によつて、圧の変動を忠実に伝えがたくあまりに太いときは、血流をさまたげる。マンシエツトをゆるく巻けば、外圧(側圧)の読みが高く出る。また、マンシエツトの巾がせまいと高く、広すぎると低い読みが出る。これについて、Bordley 氏⁽²⁾(1951)は、マンシエツトの巾が、測定部位、たとえば、上腕の直径より、20%大きくなければならぬこと、また、成人の上腕で測定するには、12 cm が適当であるとした。さらに、検者の聴覚の鋭さいかんによつて、Korotkow 値は影響される。この点につき、Gitting J. C.⁽⁶⁾(1910)、Bordley 氏⁽²⁾(1951)は、とくに、弛期圧の決定時には5点が4点よりも均一な値を示すといつた。

Bazett⁽¹⁾(1933)氏は、イヌの大腿動脈において、外圧を Riva-Rocci 変法で、内圧を光学的に測定し、これらを比較して、つぎのように述べた。“血圧の変化は、おそらく、cuff の膨張によるものであり、一部は広範囲の機械的閉塞に由来し、一部はこの閉塞にたいする反射的調節に由来する。急速に圧をさげると、cuff の下のからの血管に高速度に拍動がはいることによつて、圧エネルギーが吸収され、間接法による側圧(外圧)は低く示される。中等度にゆつくり圧をさげるときのうつ血は重大な誤差をおこさない”，と。

わたくしのデータは、生理的動揺範囲内とはいえ、Hamilton 氏のそれと、縮期圧においては相反し、弛期圧においては一致した。これについて、2, 3の考案をする。

マンシエツトを巻き、圧を加えてゆくと、はじめはそこから出る静脈血がおさえられ、動脈血ははいつてゆく。ついで、動脈血が、ほとんど、はいりにくくなる。これが縮期圧に相当するマンシエツト圧である。圧迫によつて、静脈、細小静脈、および、毛細血管の中には、血柱のとゞこおりがおこり、腕にはいる圧は、このために、多少とも、高くなる。これが Wezler の“Staudruck”であり、また、Frank の“Schlauchsdruck”である。したがつて、マンシエツトの血圧値は、本来あるべき血圧値(または、マンシエツトを用いない観血値)に“Staudruck”(または、“Schlauchsdruck”)の加わつたものである。この意味では、マンシエツトを用いない Sanborn 値のほうが低いわけである。しかし、Korotkow 法と、同側、同時に、直接内圧測定法を行なうときは、Staudruck によつて、“San-

born”値も、また、マンシエツト値も高められ、かえつて Sanborn 値のほうが高いことがありうる。一方、組織圧が高ければ、それだけ、マンシエツト値は、マンシエツトを用いない Sanborn 値よりも高い。例 (P 357 参照) でみるように、マンシエツトを開放すると、“Staudruck” がとれるため、縮期圧も、弛期圧も、ともにさがる。要約すれば、組織圧はマンシエツト圧を高め、“Staudruck” は、マンシエツト圧迫と同時に測つた Sanborn 値を、より高める傾向がある。したがつて、組織圧がそれほど高くなく、“Staudruck” が高いと、Korotkow 法と同時に測定した Sanborn 値が、マンシエツト値よりも高くなつてもさしつかえない。“Staudruck” の増しかたは、全血行系の部分現象であるから、個々によりことなる。組織圧も、また、筋、脂肪、結合組織の弾性が個々によりことなるので、腕の太さのみでは規定できない。この変数を含むから、その組合せにより、Sanborn 値、マンシエツト圧による Korotkow 値、および、Korotkow 法と同時の Sanborn 値は個々によつて変る。しかし、この変化は、まず、とくに腕が太いとか、また、とくに細いとか、または静脈硬化症などがなければ、それほど有意な差はない。弛期圧に4点をとるか、5点をとるかについては、理論的にいうと、4点が正しい。(Smirk)⁽²⁰⁾。しかし、4点は、5点に比較して、測定者間の誤差が大きく、しかも、4点値、および、5点値の平均した中間値は、Sanborn の弛期圧値のそれと比較すれば、実際には、あまり差はない。したがつて、測定者間の誤差が小さく、容易に測定できる5点が、実際の価値をもっている。

以上のことから、日常、臨床における血圧測定にあつては、聴診法で充分であると結論できる。なお、弛期圧には第5点を採用したい。

Korotkow 法による脈圧の $\frac{1}{3}$ を、5点時弛期圧に加えて算出した平均血圧は、内圧波より計算した力学的平均血圧に近い。しかし、章2で述べたように、上腕動脈からえた〔力学的平均血圧 (Pm) - 弛期圧 (Pd)] ÷ 脈圧 (Pp) の値は、0.41 ~ 0.44 で、 $\frac{1}{3}$ より大きい。これは、マンシエツトの縮期圧が、Sanborn のそれよりも高く、弛期圧は、ほぼ、等しいこと、それゆえ、マンシエツトの脈圧が、Sanborn のそれより大となり、 $Pd_5 + \frac{1}{3} Pp$ mmHg が、力学的平均血圧に近い値をうるものと思われる。

節4 章2にかんする考案

Nusser らの式から計算すると、比較的均一な ϕ をうるが、Wezler の式で示された ϕ とは明らかにことなり、正しい ϕ を示すものとはいえない。すなわち、氏らが、きわめて小部分であるとして、 ϕ の算出に除外した圧波の後部 (B の部分) は、とくに不正拍では前述のように、重要な部分であることが多く、無視しえない。さらに、正拍においても、B の部分を無視することは、個々の圧波を観察する場合でも、平均値を求める場合でも、かえつて煩雑であり、利点を見出しがたい。これにたいして、わたくしの方法は、1つの圧波が2つの ϕ をもち、不便のようであるが、かえつて、個々の圧波を理解するのに役立つ、正、不正拍にかゝらず用いられ、算出するのに容易である。弛期圧の測定に、圧波のたちあがりの点をとるか、圧の最も低い点をとるかについては、つぎの点を考慮した。圧波のたちあがりの直前は、同時性にはかつた心容積曲線からすれば、等長収縮の相にあたり、すでに大動脈弁は閉じている。大きい動脈の血液は、理論的に、静水力学的圧を生じる。すなわち、Sahli のいう “Staudruck”⁽¹⁹⁾ を生じ、これが、圧波たちあがり直前の圧を、いろいろの程度に左右する。しかし、この “Staudruck” を、完全に、測定する方法がないゆえ、わたくしは、さしあたりもつとも圧の低い点を採用した。

節5 章3にかんする考案

聴診法でえた縮期圧、弛期圧、および、脈圧と、Wezler (1949) 法の教室変法により求めた他の循環因子との相関を、男性87名、女性58名、計145名について検討した。こゝでは、年齢因子を度外視し、総括的に数値の吟味を行つた。若年・中壮年・老年性高血圧症にかんする循環因子の特徴は教室の神保⁽¹¹⁾、勝呂⁽¹²⁾が報告した。

Wezler, Frank, Broemser, Ranke らの示したように、血圧は他の循環因子の函数であり、血圧高を導入して、他の循環因子を算出すべく、いろいろな近似式を作ることができる。しかし、近似的にもせよ、血圧値にかんする一次式のえられないことはいうまでもない。こゝでは、日常の臨床の参考になる程度で、血圧の各数値から循環諸因子の大きさをうかゞえるか、どうかをしらべる目的で、相関性をみた。そして、この意見においては、縮期圧よりも、弛期圧がより多くのことを示唆する点を明らかにした。

章 5 ま と め

I Sanborn 製 Electromanometer を使つて上腕動脈内圧を測り、同時に Korotkow の聴診法による同側の外圧を定め、被検者 26 名について、57 回測定し、つぎの結果を得た。

1) 縮期圧について: Sanborn 値 50~99 (10 例), 100~149 (33 例), 150~199 (8 例), および、200~249 (18 例) mmHg の 4 群にわけ、マンシエット圧との差の平均値 (M), その標準偏差 (σ), および、平均誤差 (m) をみると、それぞれ、 19.1 ± 12.0 ($m = \pm 3.80$), 11.7 ± 13.3 ($m = \pm 2.61$), 17.5 ± 14.0 ($m = \pm 3.30$), 13.2 ± 20.3 ($m = 4.97$) であつた。この観察様式では、Laszt のところと一致し、Hamilton のそれと、生理的範囲内とはいえ、相反した。その理由を“Staudruck”に注意しながら、考案した。

2) 弛期圧について: Sanborn 値 50~99, および、100~149 mmHg の 2 群に分け、それぞれを 4 点、および、5 点に分けて、縮期圧の場合と同様に、その $M \pm \sigma$, および、m をみると、50~99 mmHg 群の 4 点時 (27 例) のそれは、 2.7 ± 15.5 ($m = \pm 2.98$), 5 点時 (40 例) のそれは -1.5 ± 14.2 ($m = \pm 2.25$), 100~149 mmHg 群の 4 点時 (7 例) のそれは 10.6 ± 22.6 ($m = \pm 8.58$), 5 点時 (13 例) のそれは 4.9 ± 12.4 ($m = \pm 3.44$) であつた。

3) Korotkow 法による脈圧の $\frac{1}{3}$ を、5 点時弛期圧に加えて算出した平均血圧は、内圧波より計算した力学的平均血圧に近い。14 例中 8 例にこれを見とめた。

II 動脈内圧波から ϕ (P 357 参照) を算出するにあつて、Nusser ら (1953) の方法を吟味した。なお、わたくしの方法で、つぎの結果を得た。

1) 上腕動脈における ϕ の平均値は、 ϕ_v が 0.43, ϕ_n が 0.42 で、Nusser らのそれと、ほぼ、一致した。

2) 上腕動脈の ϕ_v は 0.43, ϕ_n は 0.42 で、大腿動脈のそれは、それぞれ 0.38, 0.37 である。明らかに上腕動脈のそれが高く、推計学的に有意の差を見とめた。

3) 尋常圧、高血圧、ならびに、心疾患 (正拍、および不正拍) をもつ 3 群の間には、 ϕ の平均値に有意な差がなかつた。

III 血圧とその他の循環因子の相関を、循環状態

が比較的一定している被検者 145 名 435 回測定からつぎの結果を得た:

1) 弛期圧は心拍出量、および、分時送血量と相関がない。

2) 脈圧は全末梢脈抵抗と相関がない。

3) 縮期圧は、全脈管容積弾性率と、高い相関性がある ($r \pm r_m = 0.52 \pm 0.035$)。

4) 弛期圧は、全末梢脈抵抗、および、全脈管容積弾性率と、高い相関性がある (ともに $r \pm r_m = 0.48 \pm 0.037$)。

5) 脈圧は、心拍出量と、高い相関性がある ($r \pm r_m = 0.68 \pm 0.026$)。

いずれも危険率 1% である。

稿を終るにあたり、終始、御懇篤な御指導と厳正な御校閲を賜つた恩師齋藤十六教授に厚く御礼申し上げます。また、御援助下さつた協研者諸氏に謝意を表します。

本論文の要旨は、第 20 回日本循環器学会総会 (昭和 31 年 3 月) および、第 1 回高血圧対策委員会で報告した。

本論文の一部は、昭和 30 年度文部省科学研究費、および、昭和 30 年度厚生省科学試験研究費によつたことを附記する。

文 献

- 1) Bazett, H. C., Laplace, L. B.: Am. J. Physiol., **103**, 48, 1933.
- 2) Bordley, J. III., Connor, Charles A. R., Hamilton, W. F., Kerr, W. J., Wigger, C. F.: Circulation, **4**, 503, 1951.
- 3) Broemser, Ph., Ranke, O. F.: Z. Biol., **90**, 467, 1930. Z. Kreisf.forsch., **25**, 11, 1933.
- 4) Faible, J.: Etudes expérimentales sur les lésions organiques du coeur Gaz. Med. Paris P. 726-729 (1856) cited by Arthur Ruskin "Classics in arterial Hypertension" (1956) Springfield
- 5) Frnk, O.: Z. Btol., **32**, 370, 1895, **37**, 483, 1899. **89**, 263, u. 289, 1929.
- 6) Gitting, J. C.: Arch. Int. Med, **6**, 109, 1910.
- 7) a. Hamilton, W. F., Woodbury, R. A., Harper, H. T.: J. A. M. A., **107**, 853,

- 1936.
- b. **Hamilton, W. F., Woodbury, R. A., Robinow, M.:** *Am. J. Physiol.* **122**, 472, 1938.
- c. **Hamilton, W. F., Robinow, M., Woodbury, R. A., Nolpitto, P. P.,** *Am. J. Dis. Childr.* **58**, 102, 1939. cit. by G. W. Pickering "High Blood Pressure" (1955) P. 19
- 8) **Hansen, A. T.:** *Compt. rend. d. IIe Congrès internat. D'angéiologie* (1956) P. 83-100, Fribourg
- 9) 稻垣義明: 日内会誌, **45**, 1161 (昭 32)
- 10) 稻垣義明, 佐瀬富士夫: 呼吸と循環, **4**, 9, 687 (昭 31)
- 11) 神保 鎮: 千医会誌, **33**, 325 (昭 32)
- 12) 勝呂 清: 千医会誌, **33**, 312 (昭 32)
- 13) **Laszt, L., Müller, A. u. Pircher, L.:** *Verh. Dtsch. Ges. Kreisl.forsch.* **15**, 93 (1949)
- 14) **Noble, F., Ballard, W. C.:** Factors regulating blood pressure, Transaction of the third conference May 5-6, 1949 N. Y. P. 133-177
- 15) **Nusser, E., Wyatt, D. G.:** *Z. Kreisl. forsh.*, **42**, 817, 1953.
- 16) **Roberts, L. N., Smiley, J. R. a. Manning, G. W.,:** *Circulation*, **8**, 232, 1953.
- 17) **V. Recklinghausen, H.:** *Blutdruckmessung und Kreislauf in in den Arterien des Menschen* (1941) Dresden
- 18) **Van Bergen, F.H., Weathernead, D. S., Treloar, A. E., Dobkin, A. B., a. Buckley, J. J.:** *Circulation* **10**, 481, 1954.
- 19) **Sahli, H.:** *Dtsch. Arch. Klin. Med.*, **18**, 493, 1904.
- 20) **Smirk, F. H.:** *High Arterial Pressure* 1957. P. 5, Oxford
- 21) **Wezler, K.:** *Verh. Dtsch. Ges. Kreisl.forsch.*, **15**, 18, 1949.