年齢および性別からみた血圧, 全血比重 ヘマトクリット値の関係

森 下 敬 一 ・ 早 川 貞 夫 ・ 増 田 進 致
篠 島 敏 子 ・ 久 田 美 智 子
(東京都葛飾赤十字血液センター)

BLOOD PRESSURES, SPECIFIC GRAVITIES OF WHOLE BLOOD AND HEMATOCRIT VALUES OF BLOOD DONORS IN RELATION TO AGE AND SEX

by

Keiichi MORISHITA, Sadao HAYAKAWA, Nobuyuki MASUDA, Toshiko SHINOJIMA and

Michiko HISADA

(The Katsushika Red Cross Blood Center, Tokyo)

Blood pressures, specific gravities of whole blood and the hematocrit values of more than 4000 volunteer donors (male 2900, female 1300) who visited The Tokyo Red Cross Blood Center from January, 1965 till December, 1966, ranging from 16 to 60 years old, were tested. The correlation between the specific gravities of whole blood by copper sulfate method and the hematocrit values was investigated. The results obtained were summarized as follows.

1. Blood pressure: The systolic blood pressure was higher in young people, both men and women, than the standard value of the Japanese reported by Watanabe in 1947, whereas the diastolic blood pressure was the same as the standard. It is noteworthy that the systolic blood pressure of young people became higher than at 20 years ago.

2. Specific gravities of whole blood: Specific gravities of whole blood lay around 1.057 in male and around 1.053 in female.

3. Hematocrit values: Hematocrit values

obtained by using capillaries made of Panlite corresponded to the standard values, being 45% for male and 40% for female.

4. Some correlation existed between the specific gravities of whole blood and the hematocrit values. There was a tendency, however, that the latter showed a relatively wide range against one definite value of the former. For example, the hematocrit values of blood samples which have the same specific gravity of 1.052 had a range from 32% to 48%.

5. Judging from the specific gravities persons whose values are 1.051 or lower cannot donate blood. Judging from the hematocrit values, however, 89.3% and 62.5% of persons whose specific gravities are 1.051 and 1.050 respectively, can donate their blood for transfusion.

6. According to our opinion exclusion of prospective donors on the basis of specific gravities of whole blood does not seem superior than on the basis of hematocrit values.

はじめに

日本人の血液性状を示す生理的な諸数値についての研究は、けっして少くない。戦後におけるこの種の研究調査の中には、昭和29年末より32年をはじめにかけて調査された小宮ら¹⁾の報告をはじめとして、纏ったものがいくつみられる。これらの報告をみても、ヘマトクリット値 (Ht 値) については比較的良好に調査されているが、全血比重についての記載はごくすくない。また、Ht 値と全血比重の相関関係を、追究したものは見当らない。著者らは一応、健康人とみなされる献血希望者を対象として、Ht 値、全血比重および血圧を測定する機会に恵れたので、それらの資料に検討を加えた。

調査方法

東京都赤十字血液センター（武蔵野市境）に昭和40年1月から同41年12月までに、来所した献血希望者、年令

表1 年令別対象人数

年令層	男 (人)	女 (人)	年令層	男 (人)	女 (人)
16才-20才	663	344	41才-45才	161	107
21才-25才	687	251	46才-50才	97	76
26才-30才	532	144	51才-55才	57	35
31才-35才	370	135	56才-60才	36	19
36才-40才	297	125	計	2,900	1,236

16才から60才までの男 2,900名、女 1,236名、合わせて 4,000余名を対象とし、これを年令別16-20才、21-25才……、56-60才の9年令層に区分した上、つぎの項目について考察をおこなった。

- 1) 血圧……最高血圧、最低血圧
- 2) 全血比重
- 3) Ht 値
- 4) 全血比重と Ht 値との相関性
- なお、年令別対象人数は表1の如くである。

測定方法

血圧：血圧測定は Riva-Rocci 型聴診法²⁾を用いた。被検者の体位は坐位とし、マンシエットを上腕にまき、マンシエットの下縁に近い肘窩部で、A. brachialis 上に聴診器をあて、加圧したマンシエットの圧力を徐々に減圧しながら聴診をおこない、最高血圧（収縮期血圧）と最低血圧（拡張期血圧）を測定した。なお、この際、

室温に留意したほか、測定値の個人差をさけるために、その測定者は同一人とした。

比重：全血比重で、硫酸銅法³⁾による。20℃において調製した硫酸銅比重液 1.050、1.051、1.052…1.059、1.060 を用い、肘窩静脈より採血した静脈血を一定の高さ（液面より1 cm）より滴下して、その血液を懸垂せしめる硫酸銅液の比重数値を読み取った。

Ht 値：Ht 用高速遠心器による毛細管法⁴⁾を用いた。また、これに使用する毛細管は改良型（ヘマトクリット毛細管変法——森下法：近日公表の予定）のものを使用した。すなわち現在使用されている Ht 用毛細ガラス管の多くは、管内に凹凸がみられ、内径はかならずしも一定ではない。また、その一側の開放端を、封ずるのにガス火炎を用いるため、この管底を水平ならしめるのが困難である。このような事情によっておこる誤差をなくするため、本報告者の1人森下によって考案されたパンライト毛細管を用いた。パンライト毛細管の素材はポリカボネート樹脂で、毛細管内は技術的に均一化されおりしかも開放端の封鎖には特別な電熱シーラー（森下考案による）を用いて管底を水平にシールすることが可能である。かくして、従来のガラス製毛細管の短所は解決された。

このパンライト毛細管を用い、比重測定時に採血した血液を、この管中に²/₃程度吸引し、Ht 用高速遠心器にセットし、11,000rpm で5分間遠心する。しかる後、計測盤によって Ht 値を読む。

測定結果

血圧：各年令層を40年、41年度測定に分類し、それらの総平均値を求めたところ、図1（男）および図2（女）をえた。

まず男では、最高血圧は図1上に示すようにⅠ（16-20才）からⅤ（36-40才）の年令層（各年令層を、ⅠからⅨの記号で示す、以下同じ）では、125 - 130 mmHgで、比較的平坦に推移しているがⅥ（41-45才）年令層より急激に最高血圧は上昇しⅦ（46-50才）年令層で 145 mmHgを示している。また最低血圧でも（図1下）年令による上昇度は最高血圧と類似した曲線となり、ⅠからⅤ年令層で70-80 mmHgを、そしてⅥ年令層以上になると、90 mmHg程度の上昇をみせている。

女の最高血圧（図2上）は、男のそれに比べる

と全般的にみて、大約10 mmHg程度低い。すなわちⅠからⅢ年令層では、男が152 mmHg以上で、あるのに対して、120 mmHg以下であり、またⅣおよびⅤ年令層では男よりやや低目を行し、そしてさらにⅦ年令層においては男のそれとほぼ同程度になる。一方最低血圧においては(図2下),Ⅰ,ⅥおよびⅦ年令層で男よりも低値を示しているが、しかし他の年令層ではむしろ高値をとっており、

-○- : 40年度測定, -●- : 41年度測定, × : 渡辺氏の日本人血圧(男)の標準値, △ : Faughtの血圧基準値

図1 男の年令層別血圧

おしなべていえば大差はないといえよう。

全血比重：男では図3に示すごとく、ⅠからⅩ年令層で1.057前後の値を保つ。

女においては、男に比べてかなりの低値を示す。すなわち若年令層で1.053を上回るが、ⅢからⅦ年令層ではやや低下をみせる。そしてⅦ年令層より再び上昇し、高年令層で1.054に近づく。

ヘマトクリット値(Ht値)：男では、図4にみられるように、各年令層とも44-46%の範囲にあり、45%を中心として推移する。すなわち、Ⅱ年令層の45.5%をピークにⅤ年令層の44.4%まで徐々に下降するが、Ⅶ年令層では上昇をみせ、その後ふたたび下降というようなジグザグ曲線となる。

女では男のそれと比べて4-5%低値をとり、全血比重と同様に若年令層(Ⅰ,Ⅱ)と高年令層(Ⅶ,Ⅷ)では40%代であるが、中年令層ではや

-●- : 40年度測定, -○- : 41年度測定, × : 渡辺氏の日本人血圧(女)の標準値

図2 女の年令層別血圧

や低値をとり40%を割る。

血液比重とHt値：図5(男),図6(女)は、全血比重とHt値の相関関係を示した図で、縦軸に全血比重を、そして横軸にHt値をとり、両者の関係を調べてみた。この図からも伺われるように、この両者は基本的には直線相関を示すが、その幅は比較的広い。すなわち、どの全血比重値を

図3 年齢層別による男女の全血比重

みても Ht 値の最大値から最小値に至る幅は10%以上にもおよんでいる。このことは、ある一定の全血比重値を示す血液といえども、その内容(質)は同一視されるべきものではなく、たとえ Ht 値においても、その上限と下限との差は想像以上

×: 小宮氏らの成績, △: Snell の成績,
□: 日比野氏らの成績

図4 年齢層別による男女のヘマトクリット値

図5 ヘマトクリット値と全血比重の相関図(男)

に大きいことを教えている。

考察

血圧：著者らの測定した最高血圧においては、それをFaughtの式から算出した標準値²⁾や渡辺⁵⁾による日本人の正常血圧基準値と比較すると、男女とも若年層でやや高値をみせている(表2)。

ことに20年前に調べられた渡辺の正常血圧基準値と比較するとⅠからⅢ年令層ではおよそ5 mmHg程度の差がある。渡辺も述べているように、この程度の差であれば正常範囲を越えないものと思われるが、しかし高年令層での両者の数値は、ほぼ一致の傾向にある事から考えると、この若年令層

かし、そのようなケースはごく少ない。したがって、正確な平均値は、ここで示されるものよりも僅かに高いものと考えられる。

女の健康者においては1.052-1.060が正常といわれて¹⁾いるが、著者らの調査によると、Ⅰ、Ⅱ年令層とⅦ年令層以上で、平均1.053を上回り、また、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ、Ⅵの中年令層で1.053を下回っている。これは女特有の生理的機能を考慮するならば当然至極の現象と理解されよう。前述の男の場合と同様に、1.050以下の場合には、数は少ないけれども、この値(1.050)に含めてあるので、正確な平均値は僅かではあるが、ここで

表 2

年 令	Faught の 標準値 (最高血圧) mmHg	渡辺の日本人正常血圧値				著者らの平均値				年令層 (才)
		男		女		男		女		
		高最血圧	最低血圧	最高血圧	最低血圧	最高血圧	最低血圧	最高血圧	最低血圧	
20	120	120	75	114	71	126	75	119	71	16-20
25	122.5	121	76	115	72	126	73	120	72	21-25
30	125	123	77	116	73	128	75	117	75	26-30
35	127.5	125	79	118	75	128	72	125	77	31-35
40	130	127	82	122	77	129	78	127	81	36-40
45	132.5	131	84	126	80	135	84	127	80	41-45
50	135	135	86	131	82	144	90	135	85	46-50
55	137.5	143	88	138	86	137	90	142	93	51-55
60	140	145	89	145	90	142	80	137	83	56-60
65	142.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—

での比較的高値は、無視できない意味をもっている。今後、10年、20年後に、この若年令層の最高血圧がどのように推移していくかは、大いに注目される場所である。

最低血圧は、男女とも、渡辺の数値にほぼ一致していた。

全血比重：健康者の全血比重は、男で1.055-1.063といわれ¹⁾ており、著者らの測定でも、各年令層とも平均1.056-1.057程度で、年令による差は余りみられなかった。ここで、一応は考慮さるべき問題点として、調製された硫酸銅比重液の上限が1.060であるため、それ以上の高比重を示したケースも、この1.060に包含させた点がある。し

示されたものよりも、低値をとるように考えられる。

前述の如く、現代日本健康人の全血比重は男で平均1.057前後、女では1.052-1.053と考えられる。

Ht 値：日本人の正常 Ht 値については戦後、小宮らの報告¹⁾、日比野らの報告⁶⁾および F.M. Snell の報告⁷⁾がある。Ht 値測定法はいずれも Wintrobe 法⁸⁾なので著者らの毛細管法とは多少の相違は、あるものと思われるが、図4に比較図示したように、年令別による傾向はおおよそ一致している。一般に毛細管法は、Wintrobe 法より3-5%程度低値をとる²⁾といわれているが、先人

図6 ヘマトクリット値と全血比重の相関図(女)

図7 ヘマトクリット値および全血比重による採血可能関係図

A : 全血比重および Ht 値のいずれにおいても採血可能な群 81.2%

B : 全血比重および Ht 値のいずれにも採血不可能な群 5.6%

C : 全血比重では採血可能なるも Ht 値では不適格な群 1.7%

D : 全血比重では採血不可能なるも Ht 値では採血可能な群 11.5%

諸氏と著者らの測定値との間には、大差がなく、この報告では1%ばかり低くなっている。

著者らの測定では、男が平均45%前後で、Ⅱ、Ⅲ年令層において比較的高い値がみられる。小宮らの報告では44%-46%、Snellの報告では44%-45%、日比野らの報告では44%である。また女ではⅡ年令層で40.4のピークをみるが、総じて40%をやや下まわる。前記の他の報告では、それぞれ40%-42%、40%-41%、38%であった。

つぎに外国の文献から、その数値を列挙するとつぎの如くである。

研究者		男(%)	女(%)
E.E. Osgood ⁹⁾	1935	45 (40—50)	41 (36—45)
Wintrobe ¹⁰⁾	1951	47.0±7.0	42.0±5.0
E.C. Albritton ¹¹⁾	1952	47 (40—54)	42 (37—47)
H. Schulten ¹²⁾	1953	46	40
G. Discombe ¹³⁾	1954	42	48
J.V. Dacie ¹⁴⁾	1956	40—54	36—47

全血比重と Ht 値の相関性：全血比重と Ht 値との相関性について、検討したところ、男女とも基本的には直線相関を示した(図5, 図6)。しかしこの相関関係は、前述の如くかなり幅の広いもので、たとえば、血液比重 1.052を示すものの中には、男で Ht 値が37%から47%のものまで含まれている。

現在、献血や預血者に対する採血基準の1つとして、血液比重に関しては男女とも 1.052以上とするよう指示されている¹⁵⁾。しかし、もしも Ht 値(これをヘモグロビン量に換算して)によって、その適否が検討されるということになると、相当異なった事情が展開することになるであろう。

Ht 値を基準とする場合、その数値の、どこに限界を求めるかは、検討を要する問題の1つである。アメリカ血液銀行協会では、女における採血可能な最低基準をヘモグロビン量 12.5g% (ただし、男は 13.5g%) に置いているが、このヘモグロビン量に相当する Ht 値は37%である (ただし、この換算は Philips の資料による)。

そこで、著者らは、Ht 値による採血可能な最低基準を一応37%とみなし、この見解を図6にあらわしてみると、図7のごとくである。この図7においては、全血比重によるボーダー・ライン(横線)と Ht 値によるボーダー・ライン(縦線)を引き、献血希望者群をA, B, CおよびDの4群に分けてみた。その内訳はつぎの通りである。

A. 全血比重および Ht 値のいずれにおいても採血可能な群。

B. 全血比重 および Ht 値 のいずれにも採血不可能な群。

C. 全血比重では採血可能なるも、Ht 値では不適格な群。

D. 全血比重では採血不可能なるも、Ht 値では採血可能な群。

以上A, B, CおよびDの4群のうち、AおよびBは、論議の余地なく“採血可能”と“採血不可能”群で問題はないが、しかしCとD群にはさらに吟味が必要である。

比重 1.052を基準とした場合、むしろ 1.051および 1.050は不採血となるが、これら不採血の中に Ht 値37%以上の採血可能なものが(つまりD群)がどれだけ含まれているかを調べてみた。その結果、1.051の中には89.3%、また、1.050の中には62.5%も、Ht 値を基準とした場合の採血可能者が含まれていることを知った。

逆に、全血比重 1.052以上の採血可能者の中に、Ht 値を基準とした場合の採血不能者(つまりC群)がどれだけいるかを調べた結果、0.02%にしか過ぎなかった。

以上の理由から、現在、採血基準として使用されている全血比重測定は、むしろ、Ht 値測定に改善されるべきものと思ふ。なお、全血比重測定のために硫酸銅液を調製し、使用することについての数々のマイナスの面は、ここではあえて触れないことにした。

それに対して、Ht 値の測定は、術式それ自体がより科学的であるために、えられる数値に正確さを期待することができる。そして、遠心分離し

た上清（血漿）はGMメーター（森下考案による）によって血漿（血清）蛋白量，比重が一目で測定できる利点をもっている。

とにかく全血比重の測定値には，数々の要因がはいり過ぎて，その測定値自体不確実なものになりやすいし，また，血液中の赤血球数やヘモグロビン量を評価する手段としては Ht 値よりも適確性が薄い。そしてさらに，この方法が貴重な供血源を人為的に縮小させているとするなら，それは極めて重大な問題というべきであろう。採血基準に学術的な再考が加えられねばならぬゆえんである。

むすび

昭和40年，41年に東京都赤十字血液センターに來所した献血者年令16才から65才までの男 2,900名，女 1,300名，計 4,000余名を対象に，血圧，全血比重，Ht 値および全血比重と Ht 値の関連性について述べた。

1) 血圧：最高血圧は20年前の渡辺の報告による日本人正常血圧基準値よりも男女とも若年令層でやや高く，高年令層ではおおよそ一致をみる。最低血圧は男女とも基準値にはほぼ一致する。若年令層で20年前より高値をみるのは，今後注目に価しよう。

2) 全血比重：全血比重は，男では 1.057前後，女では 1.053前後の値をみせた。

3) Ht 値：パンライト毛細管法を用いたが，男では45%前後，女では40%前後の値を示した。

4) 全血比重と Ht 値の関係：両者は直線相関を示すが，その幅は比較的広い。たとえば，全血比重 1.052を示す血液の中には，Ht 値32%から48%（女），37%から48%（男），までのものまで含まれている。

5) 全血比重 1.051および 1.050の失格者の中には，Ht 値を基準にすると，それぞれ89.3%お

よび62.5%の採血可能者が含まれている。

6) 全血比重測定法を用いての採血基準は，あらゆる角度から検討して，Ht 値測定法より優れているとはいいい難い。

親しくご高見，ご考察をいただいた武蔵野赤十字病院院長兼東京都赤十字血液センター所長・神崎三益先生に感謝の意を表する。なお本論文の要旨は第4回日本赤十字医学会に誌上発表した。

文献

- 1) 小宮悦造編：日本人の正常血液像。南山堂，1962。
- 2) 金井泉著：臨床検査法提要。金原出版，1964。
- 3) Phillips, *et al.*: Measurement of specific gravities of whole blood and plasma by standard copper sulfate solutions. *J. Biol. Chem.*, 183: 305, 1950.
- 4) McGovern, *et al.*: The hematocrit of capillary blood. *New England J. Med.*, 253: 308, 1955.
- 5) 渡辺定：日本人の血圧。最新医学，2: 267, 1947。
- 6) 日比野進，他：日本血液学全書，1: 116, 丸善出版，1963。
- 7) Snell, F.M.: Observations on the hematologic values of the Japanese. *Blood*, 5: 89-100, 1950.
- 8) Wintrobe, M.M.: Macroscopic examination of the blood. *Am. J. Med. Sci.*, 185: 58, 1933.
- 9) Osgood, E.E.: Normal hematologic standards. *Arch. Int., Med.*, 56: 849, 1935.
- 10) Wintrobe, M.M.: Clinical Hematology. Lea & Febiger, Philadelphia, a) 120, 1956.
- 11) Albritton, E.C.: Standard values in blood. Sanders, Philadelphia and London, 1952.
- 12) Schulten, H.: Lehrbuch der Klinischen Haematologie. Georg Thieme, Stuttgart. 1953.
- 13) Discombe, G.: The normal blood count. *Brit. Med. J.*, 1: 326, 1954.
- 14) Dacie, J.V.: Practical Haematology. 2nd Ed., Churchill, London, Philadelphia, 1956.
- 15) 厚生省告示：第 115号 IV—1, (3), 1960.