静脈血と末梢血の比重, その落差に関する観察

日本ブラッド・バンク

北野政次 盛田光子

AN OBSERVATION ON THE DIFFERENCE BETWEEN SPECIFIC GRAVITIES OF VENOUS AND PERIPHERAL BLOOD.

by

Masaji KITANO and Mitsuko MORITA
The Blood Plasma Corporation of Japan

Abstract

According to Wintrobe, it has repeatedly been shown that there is no difference in counts made on venous blood as compared with capillary blood, if proper precaution to secure a freely flowing sample is taken in each instance.

We have found that the specific gravities of capillary and venous blood, using copper sulphate method for hemoglobin determination, are compared, the specific gravity of capillary blood from the ear lobe is about 0.004 higher than that of venous blood. Consequently, the percentage of donors qualified on the basis of copper sulphate specific gravity of 1.052 (venous blood) corresponds generally to that of donors to be accepted at copper sulphate specific gravity of 1.056 of capillary blood from the ear lobe.

Thus the difference between the specific gravities of venous and peripheral blood from the ear lobe is significant, and this fact is not to be ignored.

The average counts of leucocytes and red cells made on capillary blood from the ear lobe are slightly greater than those of venous blood. The plasma specific gravity (Gp) of capillary blood from the ear lobe, calculated from the nomogram based on blood specific gravity (Gb) and hematocrit (Ht), is also somewhat higher than that of venous blood.

It seems conceivable that stasis in the capillaries and subsequent changes in the blood composition may normally occur in the ear lobe than in the vein.

目次

まえがき

A. 研究の動機

B. 実験

a. 落差に関する冬期実験

b. 静脈血比重と毛細管比重の相関

1. 夏期の実験

2. 秋期の実験

C. 静脈血と毛細血管の比重差の原因に関する検討

a. 鬱血に関する実験

b. 毛細管血の特性に関する実験

c. 静脈血と毛細管血の差異に関する文献的考察
並に実験補遺

D. 考 接

a. 日本とアメリカの保存血液基準の比較

b. ヘモグロビン濃度を示すg/dlに関する検討

c. 浮沈比重計に関する意見

E. 結 論

あとがき

文 献

まえがき

静脈血と末梢血とは、諸注意を守り検査すれば、殆んど差異がないと見做され、硫酸銅法による血液比重検査に於て、静脈血、毛細管血はいずれもよいと認められていた。然るに最近静脈血と末梢血とでは、平均して約 0.004 の差のあることを確認するに至つた。この事実は一般臨床血液検査と異なり、血液銀行に於ては、供血者としての

適否に、直接関係するため、特に重要視すべきことである。又そのヘモグロビン濃度を示す g/dl についても、検査法によりその成績異なるため、国内的にも亦国際的に観ても、その検査基準を決める必要があると思惟する。

A. 研究の動機

厚生省は供血者貧血の直接の原因となり得る採血状況について、正確な資料を得るため、昭和34年1月27日から1月30日迄、4日間、全国34血液銀行の採血方法の一斉調査を行つた。日本ブラッド・バンク東京プラントに於ては、日常 *melangeur* による耳朶採血であつたが、厚生省の一斉調査の要領に従い、 $\frac{1}{3}$ 注射針で静脈採血を行つた。従来血液の比重測定には静脈血が適しているので、「採血は腕の静脈より行う」と明記した指針又は技術書もあるが、毛細管血も諸注意を守れば、よいとされていた。現在アメリカ血液銀行に於ては、血液は指頭又は耳朶の毛細管血で検査している。

又厚生省編纂衛生検査指針 V の血液検査指針中、一般採血法として、毛細管血と静脈血の採取法が認められている。殊に日本ブラッド・バンクに於ては作業指針に拠り、耳朶採血を行つていた。

調査期間の4日間は、 $\frac{1}{3}$ 注射針で静脈採血して検査したところ、その合格率は30.8%で、試みに調査前4日間の合格率を調べると48.4%即ち17.7%の落差を生じたるに驚き、その原因を考察するに、血液比重調査日と非調査日とでは、検査血液の採取部位が異なるほか、比重測定の条件は変わっていないので、採血部位による差異によるのではないかと想到し、早速実験に着手した。

B. 実験

a. 落差に関する冬期実験

新規供血者について実験を行つた。採血に関する諸注意は、厚生省編纂の血液検査指針に拠り、平素から教育しているので、日常通り実施し、*melangeur* は東京プラントで使用のもの、注射針は $\frac{1}{3}$ を使用した。

表1の如く正中静脈血と耳朶毛細管血との間に

は、著るしい差のあることを知り、この理由として、更に夏期その他の季節にも実験の必要を認めるが、当時は冬期のことゝて、寒冷のため耳朶が鬱血しているのが主因で、その結果毛細管内圧即ち流体静圧 (*hydrostatic pressure*) のため、液体成分殊に水が毛細血管内皮細胞を半透膜として、外の組織に濾出し、局所的に血漿の濃縮を来し、比重検査の適格率に影響したのではないかと考察し、厚生省より落差に関する説明を求められた時、一応上記見解を報告した。

表1 採血部位による適格率の比較

検査 回数	検査 人員	硫酸銅 液比重	耳 朶 血 適格者	耳 朶 血 適格率	静 脈 血 適格者	静 脈 血 適格率	落 差 %
I	526	1.052	214	40.7 %	87	16.5 %	24.2
II	235	1.052	131	55.7 %	68	28.9 %	26.8
計	761	1.052	345	45.3 %	155	20.4 %	24.9

この種の実験は夏期その他に於ても、数回に亘り実施し、調査母集団により適格率に差はあるが、採血検査部位の静脈と耳朶とでは常に著しい差のあることを確認した。従つて厚生省発表の落差を観察するに方りては、日常静脈血を検査していた血液銀行の真の落差と、日常耳朶血で検査し、調査日静脈血を検査した血液銀行の所謂落差については、実験方法の異なるための差異を区分し、観察することが望ましい。

b. 静脈血比重と毛細管血比重の相関

採血検査部位により適格率に著るしい差のあることを確認し、その理由について研究を重ねた。その実験方法の概要は表2の通り、実験に使用した *melangeur* は図1に示した。尙比重は浮沈の状況による細部（小数点以下4位）の区分をせず、又推計学的処理の場合、便宜上水の比重を1000とした。

1. 夏期の実験

夏期に行つた第1回実験の結果は、次の通りである。新規供血者を選び、正中静脈血比重と耳朶毛細管血比重の関係を観ると、図2のように、両者の間には相関関係が考えられたので分析を行つた。

表2 実験方法の概要

実験 回数	時期	調査母集団 区分(総数)	採血時間 採血人数	硫酸銅 液比重	使用器具 ビヤ外	器具 注冊針	採血の 諸注意
I	3/ VII- VII	新規供血者 (389)	325	1.046- 1.060の 15種	BBankの Melargue	1/3	厚生省血 液検査指 針に拠る
II	13/ X- XI	新規供血者 (180)	163	1.046- 1.064の 19種	アメリカ式 31号付 毛細管	1/2	全上
III	2/ XI- XI	従業員 (男 31 女 8)	30	全上	全上	1/2	全上
IV	19/ XI- XII	新規供血者 (33)	31	全上	Sakli式 Melargue	1/2	全上

図 1

図2 正中静脈血比重と耳末毛細管血比重との関係

その際硫酸銅比重液は 1.046-1.060 の15種類で調査したため、正中静脈比重の 1.045以下を示すもの22名を、成績から除外した。従つてそれによるかたよりが生れて来る。正中静脈血比重 1.045以下のものの、耳末毛細管血比重の最高は、

1.050であるので、そのかたよりをなくするために、耳末毛細管血比重 1.051以上のものについて調べた。一方耳末毛細管血比重 1.061以上のもの40名も除外してあるが、耳末血液比重 1.060までのものは、凡て正中静脈血比重も 1.060以下の値を示しているの、それによるかたよりは考えなくともよい。

危険率1%で両比重の間には、一次回帰式が想定されたので、この回帰式を求めた。

毛細管血比重をX、正中静脈血比重をYとすれば、両者の間には、

$$Y = 90.46 + 0.91X$$

の関係があり、図2の実線は之を示している。

回帰係数の99%信頼限界を求めると、0.998 と 0.822の間にあつた。回帰係数が1.00近く、また対象が 1.046から 1.060までという非常に狭い範囲にあるので、比重の差の分布を調べた。これは表3の通りで、図示すると図3のようになる。

検定の結果これは正規分布することがわかつたので、更にその平均値と標準偏差を求めると、平均値は99%の信頼度で、

$$4.11 \pm 0.28$$

であり、また標準偏差は99%の信頼度で、2.16と 1.76の間にあつた。

即ち寒冷による鬱血のない夏期に於て、採血部位により約 0.004の差異を確認した。この事は血液銀行に於ては看過できない。

表3 比重差による分布

差	人数
-3	2
-2	0
-1	2
0	4
1	18
2	37
3	48
4	83
5	61
6	37
7	19
8	9
9	5

図3 比重差による正規分布

図4 正中静脈血比重と耳朶毛細血管血
比重との関係

表4 比重差による
分布

比重差	人数
0	8
1	9
2	21
3	51
4	46
5	19
6	5
7	4

図5 比重差による正規分布

2. 秋期の実験

寒冷のみならず、暑熱も発汗が甚しくなれば血漿の濃縮が起り比重に影響する故、秋期の実験を行った。尙アメリカ式のゴム帽付毛細管ピペットで、更に確認する必要を認め、又新規供血者のみならず、東京プラントの従業員についても実験を行った。

表2中第Ⅱ実験の成績の毛細管血比重をX、正中静脈血比重をYとすれば、両者の間には、

$$Y=197.28+0.81X$$

の関係があり、図4の実線は之を示している。回帰係数の99%信頼限界を求めると、 0.81 ± 0.072 即ち 0.817と 0.803の間にあつた。

比重の差の分布を調べると、表4の通りで、図示すると図5のようになる。

検定の結果比重の差が正規分布することがわかつたので、更にその平均値を求めると、

$$3.32\pm0.825$$

即ち 3.605と 3.035の間にあつた。

検定の結果調査母集団により差異があることがわかつた。ⅡとⅢの実験は同一人が実施したが、技術上異なる重要な点は、Ⅱの実験の時は熟練度Ⅲの時に及ばず、比重決定に耳朶血を1～2滴多く要した。

表2中第Ⅲ実験の成績

毛細管血比重をX、正中静脈血比重をYとすると、両者の間には、

$$Y=185.96+0.82X$$

の関係があり、図6の実線は之を示している。回帰係数の信頼限界を求めると、99%の信頼度で 0.82 ± 0.195 即ち 1.015から 0.625の間にあつた。

図6 正中静脈血比重と耳朶毛細血管血比重
との関係

比重の差の分布を調べると表5の通りで、図示すると図7のようになる。

検定の結果これも正規分布していることがわかつたので、更にその平均値を調べて見ると、

$$4.73\pm0.748$$

即ち 5.478と 3.982の間にあつた。

本実験成績によれば 0.005近くの差異を示している。寔に注目すべき事実である。

表5 比重差による分布

比重	人数
2	3
3	4
4	4
5	9
6	7
7	3

図7 比重差による正規分布

表2 中第Ⅳ実験の成績

Sahli 式 melangeur は耳朶毛細管血採取によく用いられるので、新規供血者についてこの melangeur を使用して調査した結果、矢張り静脈血と耳朶毛細管血比重は 4.742 の差を示した。

上記各種実験には図1の如き melangeur を使用したが、アメリカ式ゴム帽付毛細管ピペットが使用し易く最適である。注射針は 1/2 と 1/3 とでは比重に差がないが、同時に採血した血液で、梅毒のスクリーニングテストとして、迅速ガラス板法を実施している東京プラントとしては、1/2 が能率的である。

以上夏秋期に於て、静脈血比重と毛細管血比重の相関関係を研究し、調査母集団により差はあるが、平均して約 0.004 或は 0.005 近くの差のあることを明にした。尙指についても実験を行い、確認する方がよいが、日本では指頭からの採血は行われず、専ら耳朶から採血されており、先ず変化はないか或は少ないものと考え省略した。併し指は耳朶より血液循環がよく、沢山の血液がとれるので、耳朶血に近いが静脈血との中間の成績が予想される。

C. 静脈血と毛細管血の比重差の原因に関する検討

静脈血と毛細管血の差異を考究するに方つては、予め誤差を起し易い基本的な問題をよく認識

する必要がある。以下実験を補遺し検討を加えたい。

a. 鬱血に関する実験

一般に鬱血により比重の増すことは、夙に注意されていることで、耳朶でも静脈でも鬱血をさけることは特に必要である。長い間鬱血させると血管の内圧が高まるため、液が血液から組織の方へ濾出し、そのため血液が濃厚となつて赤血球数が 30%~40% も増加することがある。従つて採血に方り諸注意を守ることが必要で、特に耳朶血検査の際、最初に流出する血液は拭除して、次からの 1 滴を検査の目的に使用することゝ、静脈血採取に方り上膊部の緊迫は 1 分以内とし、注射針に血液が入れば、直ちにゴムバンドの緊迫をとることが必要である。供血者中には鬱血せしめて、比重検査に合格せんと企てるものがある。鬱血した血液を検査すれば、假令静脈血であつても、保存血液の比重と差を生ずるは自明の理である。

表6 正中静脈の鬱血に因る比重の増加

被検者 No.	静脈血の 血液比重	鬱血時		鬱血させた 静脈の血液比重	差
		mmHg	分		
△1	1.051	80	5	1.060	9
2	1.055	80	5	1.063	8
△3	1.050	70	5	1.057	7
4	1.059	75	5	1.064 ^{×1}	5 ^{×1}
5	1.061	80	7	1.064 ^{×1}	3 ^{×1}
6	1.059	75	5	1.063	4
7	1.060	75	5	1.064	4
8	1.061	90	3	1.063	2
9	1.060	75	5	1.062	2
10	1.058	配血時	5	1.062	4

備考 1. 年令は19才~28才、△印は女子、
2. 7と8は同一人で検査日を異にす

表6は静脈を鬱血せしめ、如何に比重が高くなるかを確認した実験成績である。

b. 毛細管血の特性に関する実験

Bの実験で明かな如く静脈血は毛細管血に比し、平均して約 0.004 の差がある。血液比重は血漿と有形成分特に赤血球によつて決まるもの故、当然この差を証明し得るものがある筈である。毛細管血と静脈血に於ける白血球数と赤血球数とに

差異があるかに関し、幾多の調査研究があるが、今日尙決定的な業績がない。その理由を考察するに方り、最も重要なことは、毛細管血の特性を充分認識して実験を行わぬためと思考する。尙血液の成分は常に多少の生理的動揺を示すものであるから、如何なる条件の下に採血したかを明記すべきである。

第1の特性 静脈血と毛細管血は、平均して約0.004の差はあるが、個人により、ばらつき即ち著しい差がある(表3図3、表4図5、表5図7参照)。従つて無作為に小数例を検査した場合、白血球数及び赤血球数の成績が区々となり易い。

第2の特性 同一人について検査すると、静脈血は殆んど変らぬが、耳朶血は検査する滴により逐次比重下り、遂には静脈血と同様となり、更に検査すると組織液等混り、静脈血より却つて低くなる。表7は毛細管血の検査回数による比重の変動を示す実験である。図2、表3及び図3に数例静脈血の方が却つて高いものがあるのは、比重決

まるか、5〜6滴で決まるかによつて、比重に0.001〜2の差を生ずることは心すべきことである。

c. 静脈血と毛細管血の差異に関する文献的考察並に実験補遺

一般臨床血液検査に於て、欧米では主に指又は耳朶が使用せられ、日本では専ら耳朶が使用せられ、最近中央検査室が設けられた所では、静脈血が使用されることが漸く多くなつた。

従来静脈血と毛細管血の差異に関し幾多の研究はあるが、尙解明されていない事が多い。Wintrobeはその著書に於て“*It has been repeatedly shown that there is no difference in counts made on venous blood as compared with capillary blood, if proper precautions to secure a freely flowing sample are observed in each instance*”と記載している。加藤教授も「毛細血管と静脈からの血液には若干の相違はあるが、多数の観察者の報告によると、充分の注意をもつて行えば、いずれも大差はない」との見解であり、長村は昭和30年日本医事新報の質疑応答欄で「静脈血を使用して行つた場合の血液成分の値は、いろいろの注意事項がよく守られておれば、耳朶からの血液の成績と全く一致するといわれている。却つてある場合には耳朶の血液は血色素量が多く出たり、白血球数の変動が多いということである」と述べ、又昭和31年同じく日本医事新報に採血部位の差による血液像の変動については、小宮教授を班長とする本邦人正常血液像調査班に於ても、2〜3の研究室で検討され、白血球数については大体一致して、耳朶よりも肘静脈の方が少い成績が得られている。

赤血球数については一定せず、或る人は減少するといふ、或る人は変化がないといつている。

これ等の血液像の変動についての理由は未だ明かでないが、肘静脈血の場合のように大きい血管では、遊走性を有する白血球は血管壁について多数集合しており、血流の中心部には少ないのではないかと考えられる。自己運動のない赤血球の場合には、血漿の粘調度によつて血管壁に近い部分と

表7 同一人耳朶血の採取回数による変動

被検査 No	耳朶毛細管血液比重の変動				静脈血 比重	落差
	I	III	V	VII		
1	1064			1063	1062	1
2	1064		1064	1061	1060	1
3	1058		1055	1053	1052	1
4	1061	1060	1057	1056	1056	0
5	1060	1057	1056	1054	1056	-2
6	1058	1056	1054	1053	1054	-1
7	1059	1058	1057	1056	1056	0
8	1063			1057	1058	-1
9	1064	1062	1062	1061	1058	3
10	1064		1060	1061	1061	0

備考 1. Sahli 式メラジュール使用。
2. I, III, V, VIIは採取回数

定に多数の滴を要したためで、実験的誤差である。表7をよく観察すれば、これらの実験的誤差のおこる理由が判明する。又ある基準の比重に対する適否を決めるのは、例えば血液銀行に於ける検査に於ては1滴で可能であるが、その比重が幾何であるかを決めるに方り、2〜3〜4滴で決

中心部では血流の速度が異なり、従つて濃度が変化することも考えられるが、この点については更に検討を要する」と述べ、天木は静脈血と末梢血の白血球の差に関し、「Wintrobe によれば有意の差はないが、静脈血が 1,000位少いことがある。それでよく慣れた技術者が数10人について調べたところ、1回目は殆んど差がなく、2回目は静脈血の方が 1,000位少く出た。やはり2回やりその平均値で調べると 1,000位少く出ることがある。併しこの程度は誤差範囲で、問題にしないでよい。それが少く出るのは、矢張り技術の下手なことによるので、静脈採血の時には技術が下手だと少く出る。melangeur で末梢血から採ると、技術が下手だと多く出る。それで差が開いて来る」と述べている。

併し本実験はよく慣れたものが、特別に数10人についての実験であるから、推計学的に検討すれば白血球の正常値6,000 ~7,000 に対する平均値1,000 の差は有意の差である証明が出来るのではなからうか。

斯の如く白血球数と赤血球数に於ても、未だ如何なる差異があるか、判然としていない現状である。

前記の毛細管血の特異性より考察するに、無作為にとる時は、多数の実験を行い平均値を求めることが必要であるので、予め男子新供血者の静脈血と毛細管血の比重に約 0.005の差異あるものを選び実験を行った。

表 8 に示すが如く、赤血球数は 6 例中 5 例に於て耳朶血の方が多く、白血球は全例とも耳朶血の方が多く、ヘマトクリット値は 5 例中 1 例を除き毛細管血の方が多い。

ヘマトクリットに就ては遠心器不調のため3000回、30分に一定出来なかつたので、後日更めて例数も増し、再検討の予定である。

Van Slyke のノモグラムで、上記 5 例について試みに血漿蛋白の比重を計測すると、5 例中 4 例静脈血の方が比重が高い。本表中 No. 2 はヘマトクリット値と赤血球数に矛盾があり、実験的誤差と思われる。No. 5 の耳朶血のヘマトクリッ

ト管は溶血があり削除した。

本実験は静脈血と毛細管血の原因を考察するに方り重要であるので、更に例数を増し検討中である。

Wintrobe はその著書に、静脈血と毛細管血の間には、血球数に於て no difference と記載しているが、仔細に観察すれば僅かに差がある。

静脈血と毛細管血とは酸素の飽和度は素より差はあるが、静脈血比重と毛細管血比重とは相関関係があり、平均して約 0.004の差がある。白血球数は耳朶血の方がわずかに多いが、白血球は1,000毎にヘマトクリット値約 0.1mm程度のもの故、比重の差は赤血球数と血漿比重によるもので、両者とも耳朶血の方が僅かに多いと考えられる。若し赤血球数が少く全血比重の高いときは、理論上血

表 8 耳朶血と静脈血の
血液比重、赤血球数、白血球数、ヘマトクリット 値検査成績比較

被験者 No.	採血部位	血液比重		赤血球数		白血球数		ヘマトクリット値		備 考
		数値	差	数値(万)	差	数値(万)	差	数値(%)	差	
1	耳 朶 血	1.064		481		7400		52	2400	1.0238
	静 脈 血	1.059	5	474	7	6900	5	48	45	1.0246
2	耳 朶 血	1.063		394		8300		53	3000	1.0254
	静 脈 血	1.057	6	410	16	7100	12	44	30	1.0262
3	耳 朶 血	1.063		480		8700		49	3000	1.0308
	静 脈 血	1.057	6	472	8	7500	12	46	30	1.0235
4	耳 朶 血	1.064		590		7500		48	2700	1.0341
	静 脈 血	1.059	5	510	80	7300	12	49	30	1.0236
5	耳 朶 血	1.064		621		6500				2.700
	静 脈 血	1.054	5	486	135	5400	11	45		1.0282
6	耳 朶 血	1.064		632		7000		53	2700	1.0274
	静 脈 血	1.054	5	610	22	5800	12	51	2	1.0200

- (註) 1. ビュルケル・チュルク氏計算板使用
2. エルマ加療式ヘマトクリット血液微量管使用
3. ヘパリン使用。

漿比重が特に高くなっている場合である。
尙表 8 中のヘマトクリット値は、加藤微量管の最下の赤血球層の全血に対する%即ち赤血球容積を出し、更に血球の間に残つた血漿による補正係数として0.98或は0.96をかけた hematocrit 値ではなく、全血に対する有形成分の%である。

D. 考按
a. 日本とアメリカの保存血液の基準の比較
アメリカの最低基準 (1958年 6 月発行) は硫酸銅液比重は 1.053 (12.5 g/dl) で、わが国の は

1.052 (12 g/dl) である。一見日本の方が低いようであるが、現在薬務局長通牒で採血検査部位を前膊静脈と指導されており、近く正式に保存血液基準で規定せられる筈であるから、之を毛細血管血に換算すれば、少くとも 1.056 に相当する。

1956年発行のアメリカ血液銀行協会編 **Technical Methods and Procedures** には「指または耳朶を70%アルコールで清拭して乾燥後、適当な刺絡針で穿刺し、ヘモグロビンは信用できる手技(硫酸銅法)で決定する。採用の最低限は男子 13.5 g % (硫酸銅液比重 1.055), 女子 12.5 g % (硫酸銅液比重 1.053)。責任ある医師の判断で、ある人には 1.053 の基準を代用してもよい」となっている。疑問を生じ、アメリカの予防衛生研究所に留学中の横山博士に調査を依頼したところ、アメリカと日本とは国情も異なり、基準判定の手順も趣を異にしている事情を述べ、「1955年4月発行の基準は上記の如くであつたが、**Regulation** ではそうした区別は、法的に矛盾があり、又アメリカの地域により **Hb** にも相当の差があるということで、結局1958年版では 1.053 の1本だけになった。アメリカでは学問的には、いくつかの問題があつても、法律家がこれを法として外に出す以上、法的に解釈可能の範囲のことで **Minimum Requirement** は規定され、**Regulation** となる」由(原文の儘)。

実際問題としてアメリカの基準は低くなつたが、日本は内容的には耳朶血の 1.056 に相当するので、高くなつたわけである。因みに日本人の正常値は **Phillips, Van Slyke** の値より低く、柳沢等は日本人 200人について 1.0576 ± 0.0028 , 男子青壮年 100例の平均 1.058 ± 0.0023 , 女子青壮年 100例の平均 1.0549 ± 0.0021 の数値を報告している。

b. ヘモグロビン濃度を示す g/dl に関する検討

純粋の血色素をとり出して、秤量するのが確かであるが容易でない。そこで含有されている鉄を測定するか、**Van Slyke** の検圧法によつて、血色素の含量を計算するのが、正確に近いとされて

いる。これらの方法も臨床的には用い難いので、一般には分光光度計で、比色する方法によつてゐる。その際シアンメトヘモグロビンに変えて測るのがよいとされているが、測定した値に一定の係数をかけて g/dl を得るのである。又その係数の決め方にも、いろいろ議論があり、どの係数を採用するかによつて、多少の差を示す。これも正しい光度計で、正しく使うことが前提となつてゐる。市川博士によれば英国で単離精製されたヘモグロビンを基準として、幾何 g/dl をチェックしている血液銀行がある由。

1. 血液比重の標準値決定の重要性

血液比重は調査母集団により異なる故、国民の正常値又は標準値を決めるには、慎重を要し、先ず正常値をよく検討の上、最低基準を決める必要がある。

Wintrobe は男 16.0 ± 2.0 g/dl, 女 14.0 ± 2.0 g/dl を正常値とし、1936年ドイツ内科学会 (**Heilmeyer**) は 16 g/dl, 黒田他は男 16.01 ± 0.92 , 女 12.88 ± 0.94 , 沢口は男 15.59 g/dl, 女 13.49 g/dl, 鴨谷は男 16.32 , 女 15.18 , 小宮は 15.89 g/dl を正常値と決めた。アメリカでは標準値を 14.5 g/dl としているものが多い (**Van Slyke** 等の健康男子20人の平均値は 15.90 ± 1.00 でノモグラムの基準となつてゐる)。

厚生省編纂の血液検査指針には標準値を 14.5 g/dl としているが、保存血液基準の 12 g/dl か標準値を日本内科学会の決めた 16 g/dl を基準としたものか、アメリカ式の 14.5 g/dl を標準値としたものであるか疑問を生ずる。これ国内的にも検討の要ある所以である。

2. 特記すべき採血検査部位

従来硫酸銅液比重で示した数値が、静脈血と毛細血管とは、殆んど差異がないとの前提の下に示されている。今回の研究にて静脈血 1.052 は、耳朶血の概ね 1.056 に相当し、約 0.004 の差があり、看過出来ぬ事実であるから、今後は混同せざるよう、保存血液基準に採血検査部位を明記すべきである。

第2次大戦時硫酸銅法を創案したアメリカが、

この問題に関し、現在如何なる見解であるか横山博士を通じ調査したところ「耳朶、指頭、正中静脈のHbの差のことですが、厳密なことはいざしらず、耳朶か指頭の細静脈からの採血では、穿刺して出る血液ですから、a)出てきた初めと、いくつca dropしたあとの血液では比重が異なること、b)しぼり出せば非常に違ってくることなどの問題もあり、検査の手順で違ってくるから、細かい規定の問題であり、これの規定には難があるとして問題にされていない」由。吉川教授は終戦後硫酸銅法を日本に紹介され、その著書に「採血は静脈からするのがよいが、毛細血管の血液をとつてもよい」と記載されているが、毛細血管では成績が一定せぬため、昭和30年1月発行の第4版臨床医化学（実験篇）には、「採血は腕の静脈で行う」と記載された。

硫酸銅法は第2次大戦中、Rockfeller 医学研究所の附属病院内のアメリカ軍部の研究班が、完成した方法であるが、アメリカ保存血液基準も学問的には、この点即ち採血部位を一定すべきではないかと思う。

一般に硫酸銅法に依り、比重を検査した時は採血部位を明記する必要があると思う。

3. 各国における正常値 100%に相当するヘモグロビンの g/dl

Sahli 値は広く使用されているが、その正常値 100%は何 g/dl に相当するか、今もつて世界で一致していない、表9に示すが如く、13.77g/dl から17.2g/dl に及び極めて区々である。

表9 血色素 100%に相当する g/dl

<i>g/dl</i>	氏 名
13.77	
13.8	
14.5	
14.5	
15.0	
15.6	
15.8	
16.0	
16.92	
17.0	
17.2	

英国の Haldane 式血色素計の規準が7%の誤差をもつていたために、英国における正常値ヘモグロビン濃度が、常に米国、ドイツ、オーストラリアの正常値より低かつたという嘘のような事例がある。これ国際的にも検討を要する所以である。

4. 日本に於ける正常値 100%に相当するヘモグロビンの g/dl

日本に於ける Sahli 値も同様永く混乱の状況にあつた。小宮法により改善されたが、宮坂の調査によれば、100%が14.0 g/dl から16.0 g/dl に至る10種の製品が市販され、その誤差の範囲も30%に達する程度の粗悪品が横行し、この種血色素計による測定値は信頼されず、最近日本内科学会はドイツに倣い、16g/dl を正常値としたが、これを100%とする新式ザーリ氏血色素計が市販されている。併しこの国家検定合格品といつても、信用がおけないので（例えば採血用ビペットは±1%以内の誤差範囲でなければならないのに、通産省検定の誤差の許容範囲は±25%）、財団法人日本血液器械検定協会が生れた実情で、この検定が必要であると思う。

5. 国際的に検査法が一定せぬための不都合の事例

最近アメリカライツ製光電比色計のアルカリヘマチンによる血色素量の測定値が小さく出過ぎるということで、宮坂が検定したところ、シアン法（吸光係数 14.6×10^{-2} 鳴谷・雨宮）に準拠した日本血液検定検査協会の血色素計による16 g/dl の血液は、同器に附属した換算曲線から血色素量を求めると、14.7g/dl に出ることがわかつた。

吸光係数を河内の 15.3×10^{-2} にすればライツ製との差は一層大きくなり、何れが正しいか国際的に検討を要する問題であると思う。

c. 浮沈比重計に関する意見

硫酸銅比重は比重びん（pycnometer）を使用し、正確に調製の要あるは、言を俟たないが、之をチェックするため、元来浮秤（hydrometer）は±0.001 までの正確さで十分なときに利用されるものであるが、監視の際又は日常血液銀行に於

て屢々使用される現状である。

1. 市販の比重計は 0.001~0.003 の誤差あるものが多い。小数点以下3位で供血者の採否を決定する血液銀行に於ては、多数の市販のものより更に適否を検討し選ぶ必要がある。

2. 市販の浮秤は温度の記載がないが、15°Cで規正し検定されたものである。日本薬局方はアメリカに倣い、比重の検査は25°Cを標準（硫酸銅法は相対比重 d_{25}^{25} ）としている。硫酸銅液は温度により比重変化する故、浮秤でチェックする場合は、日本ブラッドバンクに於けるが如く15°Cに於ける補正の図表を準備すると便である。特製の25°Cに於ける補正表が必要である。

3. 浮沈比重計の見方の誤り

わが国の浮秤は独逸製のと異なり、被検液に浮べたとき、毛細管現象で浮秤の軸に上つた液の上端の目盛を読むよう製作されているが、この教育を受けぬものが多い。

E. 結論

1. 静脈血と耳朶毛細管とは平均して約 0.004 比重の差がある。乃ち採血検査部により合格率に著しい差を生ずる。

2. 厚生省の調査はまことに意義深いものとなった。しかし落差を観察するに方りては、日常耳朶血で検査し、調査日静脈血を検査した血液銀行の所謂落差については、実験方法の異なるための差異を区分し、観察することが望ましい。

3. 基準の通り 1.052比重液を用い耳朶血で検査した場合、保存血液は静脈採血のため、予期せぬ低比重のものがあつたことが釈然とする。従つて血液銀行に於て、採血部位として、比重検査上誤差の少い肘正中静脈に一定することは合理的である。

4. 静脈血比重 1.052 (12g/dl) は、概ね耳朶毛細管血の 1.056 (14g/dl) に相当し、アメリカの基準の 1.053 (12.5g/dl) に比し 0.003高い。乃ち新供血源を開拓せざる限り、医療用の要求を充足することは至難の現況である。

5. Wintrobe は諸注意が守られれば、静脈血と毛細管血には差異がないと述べているが、両

者には僅かながら差異がある。両者の比重には相関関係があり、耳朶血の方が高い。白血球数も耳朶血の方が少し多い。比重の稍々高い原因は平均して赤血球数が稍々多く、ノモグラムより血漿比重も稍々高いように察せられる。之等については更に例数を重ね検討中である。

6. 保存血液基準中ヘモグロビン量を示す g/dl も、検査法によりその成績を異にする。従つて国内的にも国際的にも準拠すべき検査法を一定するがよい。尙ヘモグロビンの単離精製したものを国際的の基準に利用するのも一案である。

輸血学上、血液型と同様、重要なヘモグロビンの問題は、国際血液学会及び国際輸血学会に於ける好個の検討テーマであると思う。

あとがき

静脈血と毛細管血の差異については、未だ不明の点があるが、注意して検査すれば殆んど同じであるという考えが、臨床方面に於ける主流であつた。今回採血部位により血液比重に著しい差異のあることを実証し、血液銀行に於て硫酸銅法の応用上看過できぬ事実を指摘した。尙今後のため基準となるべきヘモグロビン量を示す g/dl についても亦生化学者と協力し、国際的に検査法の基準を確立すべき秋であると思う。

文 献

- 1) Phillips, Van Slyke et al: Copper sulfate method. Bull. U.S. Army Medical Dept., No. 71, 66, 1943.
- 2) Phillips, Van Slyke et al: Measurement of specific gravities of whole blood and plasma by standard copper sulfate solutions. J. Biol. Chem., 183 (1): 305—347, 1950.
- 3) Van Slyke, Phillips et al.: Calculation of hemoglobin from blood specific gravities. J. Biol. Chem., 183: 349—360, 1950.
- 4) 吉川春寿: 硫酸銅法, 昭23年.
- 5) 加藤勝治: 輸血学, 昭和26年.
- 6) 吉川春寿: 臨床医化学 I 実験編, 昭和30年.
- 7) 厚生省編纂衛生検査指針 V 臨床検査指針 (血液検査指針 71頁) 昭和28年.
- 8) 厚生省生物学的製剤基準, 1959.
- 9) 蟻田, 小堺: わが国の輸血事業の現況とその問題点—供血者貧血問題—を中心として—医学のあゆみ, 30(4): 249, 1957. 日本輸血学会

- 雑誌, 第6巻別冊(供血者問題特集) 1959.
- 10) Wintrobe: *Clinical Hematology*. Fourth Edition.
 - 11) 小宮悦造: 改訂臨床血液学, 訂正第5版, 1959.
 - 12) 小宮悦造: 東医大誌, **13**: 316, 1955.
 - 13) 三沢, 沖中, 美甘, 田坂監修: 臨床検査の実際, 1955.
 - 14) 斎藤, 小酒井, 竹内: 臨床検査技術提要, 改訂第14版, 1959.
 - 15) 北野, 内藤, 横山訳: アメリカ血液銀行協会編: 採血・検査と輸血—血液銀行作業必携一, 6頁, 1957.
 - 16) *Technical Methods and Procedures of the American Association of Blood Banks*. 1956.
 - 17) 養輪善藏: 密度および濃度, 1957.
 - 18) 宮坂五一郎: 血液検査器械の使用法, 医学シンポジウム, 第22輯, 血液疾患.
 - 19) 上代, 中尾監修: 血色素の生理と臨床, 医学書院, 1958.
 - 20) 中尾, 高橋, 三輪訳 Hans Behrendt 著: 赤血球の化学, その臨床面, 1958.
 - 21) 日本医事新報, 第1653号質疑応答欄(静脈血による血球計算) 1955.
 - 22) 日本医事新報, 第1690号質疑応答欄(毛細血管と静脈血との差異) 1956.
 - 23) 日本医事新報, 第1774号, 質疑答欄(血色素の%とg/dl) 1958.
 - 24) 福武他6名: 欧米の血液学と臨床検査, 臨床病理, **7**(3): 263, 1959.
 - 25) 斎藤他9名: 採血検査の諸問題臨床検査, **3**(5): 276, 1959.
 - 26) Wintrobe: Blood of normal young women residing in a sub-tropical climate. *Arch. Int. Med.*, **45**: 289, 1931.
 - 27) Duke & Stofer: A comparison of capillary and venous blood in pernicious anemia. *Arch. Int. Med.*, **30**: 94, 1922.
 - 28) 養島高編: 日本人人体正常数値表, 技報堂,
 - 29) 柳沢, 山嵜, 水木: 硫酸銅法に関する理論並に実験的考察, 生体の科学, **2**(1): 1950.
 - 30) 黒田他17名: 日本人血液の正常値, 四国医学雑誌, **104**: 252—257, 1957.
 - 31) 高橋, 土肥: 医学及び生物学研究者のための推計学入門, 1956.
 - 32) 東京大学出版会編: 推計学への道, 第6版1957.
 - 33) 横山三男: personal communication
 - 34) 加藤勝治: personal communication
 - 35) 吉川春寿: personal communication
 - 36) 市川洋一: personal communication
 - 37) 佐藤, 福山, 酒井: 血液の血球比重(硫酸銅法) 厚生科学, **6**: 24, 1947.
 - 38) 加藤勝治監修: ポケット臨床検査法, 1956.
 - 39) 第6改訂: 日本薬局方, 改訂第4版, 1959.
 - 40) 志賀達雄: 衛生統計, 1955.
 - 41) 鶴飼, 伊集院, 中野: 全血比重, 血漿比重からみた東北地方自衛隊志願者・入隊者の血液性状について. 防衛衛生, **6**(6): 1959.
 - 42) 小宮, 長村, 梅原, 勝沼, 宮坂: 血液学の展望—日本人正常血液像の予報—, 日本医事新報, 1863, 1956.
 - 43) Lucey, H.C.: Fortuitous factors affecting the leucocyte count in blood from the ear. *J. Clin. Path.*, **3**: 146, 1950.
 - 44) Brückmann, G.: Blood from the ear lobe. *J. Lab. & Clin. Med.*, **27**: 487, 1942.
 - 45) Andresen, M. & Murage, E.R.: Venous and peripheral red blood cell values. *Am. J. Clin. Path.*, **8**: 46, 1938.