血球数算定用メランジュールの検定法 及び各種誤差の推定法

東京医科大学教授 小 宮 悦 造

講 師 宮坂五一郎・雨 宮 恒 久・小 峰 慶 三

On the Examination of Blood Diluting Pipettes and the Estimation of Various Errors in the Enumeration of Blood Cells and the Haemoglobinometry

Etsuzo Komiya,

Goichiro Miyasaka,

Tsunehisu Amemiya,

Keizo Komine,

Prof. Dr. Med. Tokyo Medical College.

Lecture. Dr. Med. and Dr. Eng. Tokyo Medical College.

Lecture. Dr. Med. Tokyo Medical College.

Assistant Lecture. Dr. Med. Tokyo Medical College

緒 言

ビキニ問題以来原爆、水爆及びそれらによって生ずる放射性雨や灰等に就て新聞紙上にも大々的に報道され、それらの脅威に対して、国民一般の関心が非常に高まって来ている。

一方原子力をそうした破壊的方面にのみ使わず、発電等に応用し、新しい動力源として平和的に利用しようとする企てを各国とも真剣に研究しているから、近い将来原子力時代の到来することは必至である。

然し原子力を平和的に利用する際でも、必ず放射性灰等は生ずるのであって、その灰を内輪に見積っても、年に最小限百トン以上が地上にばらまかれ、又、十万キロの原子力発電所を建てると東京都ぐらいの地域に亘って住民をたちのかせる必要があると云われている。

狭い国土に多数の人口をかかえている日本では、来るべき原子力時代に於て、その脅威にさらされる事は世界中で最も大である。従って原子力時代に先だつて、その放射能症の脅威に対して国民の健康を守る手段が講ぜられなければならない。

一方人体に於て、それら放射線に最も敏感に反応するものは血液及び造血組織であるから放射線障害予防及び早期発見は、血液検査に初まるべきである。

擬て正確な血液検査は医師の技術が優秀でなければならないことは勿論であるが、同時にその測定器具も正確でない事には、いくら血液検査を施行しても、斯界を混乱させ、患者をまどわすに止まり実際百害あつて一利もない。

血液学会が、測定器具の検定に意を用いている所以も此処にあるのである。

例えば或る外科手術患者の血色素量が60%であったので輸血及び貧血治療を施したが少しも好転しないので、他の教室で試みに血色素量を正確に測つた所、100%であつて、この患者はもともと貧血していなかった

とか、又、或る病院で白血球を数えた所3000以下で大騒ぎをして心配したが、正確に測つた所5000で普通であつたとか、当事者にして見れば笑話では済まされない問題が稀れではない、

我々は既に血色素計の検定に就ては本誌第24巻第10号に、血球計算板の検定に就ては本誌第25巻第1号に報告したので本号ではメランジュールの検定に就て述べる。

I) 白血球数算定用メランジュールの検定

白血球メランジュールに関する通産省の検定規格は

第1表 白血球メランジュールの検定成績 (1)

No.	$E_{0.5}$	$E_{1.0}$	No.	$E_{0.5}$	$E_{1.0}$
1	-3.5	+0.1	21	-3.5	-3.1
2	-1.2	-1.2	22	-4.5	-3.2
3	-2.1	-1.4	23	-1.4	-0.9
4	-1.8	-1.2	24	-3.8	-1.7
5	-2.0	-0.7	25	-2.0	-0.7
6	-2.8	-2.1	26	-2.5	-2.0
7	+0.2	-1.6	27	-1.1	-0.8
8	-1.6	-0.2	28	-0.8	-0.2
9	-1.9	+2.3	29	-2.9	-1.5
10	-2.2	-0.6	30	-0.9	-0.7
11	-1.0	-1.0	31	-2.0	-1.4
12	-1.9	-0.8	32	-4.7	-3.1
13	-3.5	-2.5	33	+0.7	+0.1
14	-3.2	-2.2	34	-1.9	-1.5
15	-2.4	-2.1	35	-3.2	-2.1
16	-1.3	-0.5	36	-0.8	-0.4
17	-2.7	-1.5	37	-4.9	-2.8
18	-1.6	-0.4	38	-1.8	-0.8
19	-1.9	-1.0	39	-2.3	-2.0
20	-3.3	-2.1	40	-1.7	-0.3

$E_{0.5}$: 膨大部と目盛0.5までの容積との比を20.0と比較した誤差の%値

$E_{1.0}$: 膨大部と目盛1.0までの容積との比を10.0と比較した誤差の%値

±3% となっているが、これを我々の所で調べて見た所、この規定は目盛り1.0までの容積と膨大部の容積に就いてのみにあてはまり、0.5までの容積に関しては検定されていないことが分った。それで前者での検定合格品を、後者で検定して見ると第1表に見るように入体1.8倍程度(30本の測定値を比較して)、後者の方が誤差が大きいことが分ったので、白血球数算定には、血液を1.0まで吸い、特に0.5で行う場合には各自で検定する必要がある。その方法としては

- (1) 水銀直接秤量法 (2) グリセリン直接秤量法
(3) Abbeの方法(後述)等があるが、ここでは(1)(2)の方法について述べ、その優劣を比較する。

因みにグリセリンは水より比重が大で蒸発が少く之にゲンチアナバイオレットで着色すれば測定に際して明瞭に見えて便利である上に後述するような利点がある。

第2表 (f)

白血球メランジュールの検定成績 (2)

番号	方法	a-M	C-b	C-b/ a-M	誤差 E 0.5%
1	Hg Gl	0.2278 0.0197	4.5114 0.3981	19.804 20.208	-0.98 +1.04
2	Hg Gl	0.2280 0.0200	4.4572 0.3943	19.549 19.715	-2.25 -1.43
3	Hg Gl	0.2330 0.0206	4.5082 0.3991	19.348 19.377	-3.26 -3.12
4	Hg Gl	0.2578 0.0225	4.9414 0.4354	19.167 19.355	+4.17 -3.23
5	Hg Gl	0.2037 0.0179	4.0636 0.3601	19.949 20.117	-0.26 +0.58
6	Hg Gl	0.1538 0.0135	3.0355 0.2693	19.737 19.948	-1.32 -0.26
7	Hg Gl	0.1493 0.0130	2.9234 0.2600	19.581 20.000	-2.09 0
8	Hg Gl	0.1829 0.0161	3.6483 0.3246	19.945 20.161	-0.28 +0.81
9	Hg Gl	0.2494 0.0195	4.8808 0.3852	19.574 19.662	-2.13 -1.69
10	Hg Gl	0.2243 0.0198	4.4369 0.4005	19.781 20.227	-1.09 +1.14
11	Hg Gl	0.2166 0.0190	4.2902 0.3803	19.807 20.079	-0.97 +0.40
*	Hg Gl	0.2535 0.0231	4.3671 0.3851	17.227 16.670	-13.87 -16.65

- 註 1) Hg, Gl. は夫々水銀直接秤量, グリセリン直接秤量の略
2) * は無銘品
3) a-M = 0.5までの水銀又はグリセリンの重量
4) C-b = 膨大部の //

第2表 (g)

方法	2%以下の誤差 を示すもの		3%以下の誤差 を示すもの		3%以上の誤差 を示すもの	
	個数	%	個数	%	個数	%
グリセリン法	9/11	81.8	9/11	81.8	2/11	18.2
水銀法	6/11	54.5	9/11	81.8	2/11	18.2

第2表 (h)

方 法	白血球メランジュール b/a	
	水銀直接秤量	グリセリン 直接秤量
平 均 値	19.658	19.895
理 想 値	20.000	20.000
平均値偏差	-1.71 %	-0.53 %
標準偏差σ	0.244	0.320
修正標準偏差	0.545	0.320
変動係数c.v.	2.78 %	1.65 %

その手技は

(i) メランジュールのみの重量≡M

(ii) 目盛り0.5まで水銀又はグリセリンを吸引した
ときの重量≡a

(iii) // 1.0 // ≡b

(iv) // 11.0 // ≡c

(V) (ii)より(i)を引いた値≡a-M

(iii)より(i)を引いた値≡b-M

(Vi) (iv)より(iii)を引いた値≡c-b

(Vii) (Vi)を(V)で割った値 即ち $\frac{c-b}{a-M} = 20$,

$\frac{c-b}{b-M} = 10$ になれば理想的メランジュールであ

る。第2表にその検定成績を示す。

(1) 水銀直接秤量法とグリセリン直接秤量法の優劣に

ついては、メランジュールの毛細管に於ては水銀、グリセリン共に硝子によくなじみ毛細管内を完全に満たすが、膨大部に於ては水銀はその内部に存在する硝子の小片になじまない為に空間を残す懸念がある。この事は(i)c-b/a-Mの値がグリセリンの方(平均値19.895)が大きく、水銀の方(平均値19.658)が小さいこと、(ii)修正標準偏差及変動係数が前者に於て(-0.320; C.V.=1.65)小さく、後者に於て(-0.545; C.V.=2.78)で大きいことから、グリセリン法の方が優秀で、真の値により近い値を示すものと推察される。(iii)但し第2表の測定成績に於て、水銀法は測定値の変動が大きい為に5回の測定の平均値をとってあるので見掛けの標準偏差は0.244で、グリセリン方法より優れている様に見えるが、測定回数による修正を施すと0.545となり、グリセリン法より大きな値となる。

(2) 検定成績に就いて(第1表、第2表参考)

(f) 目盛り 0.5 までの容積と膨大部との容積比

c-b/a-M

理想値は 20.0 であるが、検定した製品では、その平均値=19.63 誤差=-1.83% 標準偏差=0.308 変動係数=1.54% 誤差 2%以内によるもの 58%, 3%以内のもの 73% 従って検定済のものにして 3% を超えるものが 27% もあり無銘品には 10% 以上の誤差を示すものがあることは注意すべきである。

(g) 目盛り 1.0 までの容積と膨大部との容積比

c-b/b-M

理想値は 10.0 で検定製品の平均値=9.87 誤差=-1.3% 標準偏差=0.105, 変動係数=1.06% 誤差 2% 以内のもの 72%, 3% 以内のもの 93%, 検定済にして 3% を超えるもの 7% 程度あり注意すべきである。

II) 赤血球用メランジュールの検定

通産省の検定規格は±6% であるので、我々はこれを±3% にする様陳情したが、現在はそのままになっているので、精密な検査の場合には各自で検定するより他はない。

最近業者が持参した製品を検定した結果を第3表に示す。白血球と違い 1.0 までの容積と膨大部の容積の比でも、0.5 までの容積と膨大部の容積の比でも両者の

第3表 赤血球メランジュールの検定成績 (1)

No.	$E_{0.5}$	$E_{1.0}$	No.	$E_{0.5}$	$E_{1.0}$
1	-1.4	-1.3	21	+0.4	-0.2
2	+1.0	+0.2	22	-1.7	-1.8
3	+1.8	+0.9	23	+3.4	+0.2
4	-1.0	-1.3	24	-0.4	-0.9
5	-1.6	-1.3	25	+0.4	-0.6
6	-0.7	-0.5	26	-0.9	-0.6
7	-0.4	-1.1	27	+0.4	-1.1
8	+0.2	-0.8	28	-0.9	-0.4
9	-1.6	-1.7	29	-1.5	-1.0
10	-1.5	-1.4	30	-0.4	-0.4
11	+0.1	-0.4	31	-0.7	-0.8
12	+1.4	+0.2	32	-2.1	-1.5
13	+2.2	-0.1	33	+0.1	-0.5
14	-0.1	-0.3	34	-1.2	-0.5
15	-1.5	-0.9	35	+0.7	+0.1
16	+0.5	-1.1	36	-0.9	-1.1
17	+2.2	+0.6	37	+0.4	-0.5
18	+0.1	+0.4	38	-0.6	-0.6
19	+0.6	-0.2	39	-1.4	-1.3
20	-1.1	-1.1	40	-0.2	-0.8

$E_{0.5}$: 膨大部と目盛り 0.5 までの容積との比を 200.0 と比較した誤差の%値

$E_{1.0}$: 膨大部と目盛り 1.0 までの容積との比を 100.0 と比較した誤差の%値

誤差の間に余り違いはない様である。

方法としては、このメランジュールは毛細管部が極めて細い上に、グシセリンは粘稠度が高く吸引が困難で、赤血球用メランジュールの検定には用いられないので、次に述べる方法を用いた。(1)水銀時計皿法及び(2)アッベ法(メランジュールの毛細管部に水銀、膨大部に水を充す方法)を行った。

(1) 水銀時計皿法は前述の水銀直接秤量法と大体同じであるが、唯次の二点が異なる。

(f) 個々のメランジュールの重量を秤する代りに時計皿の重量を秤する。これは秤量回数を少なくする便利がある。

(g) 吸引した水銀は時計皿の上に排出して重量を秤する。

尙一般に水銀を用いる方法はメランジュールの目盛りまで正確に吸引する事が難しく、それによって生ずる誤差のために、兎角精度が悪い様に云われているが、後述する第1図のようなスポイトを用いれば容易に而も正確に目盛りに一致させることが出来る。

(2) Abbe の方法は (f) 容積比で (g) 膨大部を水銀の代りに蒸溜水で充し、水銀の前述の欠点を補う点で前者より優れている。この方法は後述する如く他の方法に比して最も正確であるからだれでも実施出来る様にその手技を詳しく具体的に述べて見よう。

附) 水のみで検定を行う時は天秤の精度が影響して、正確に秤量出来ない為に誤差を生ずる。Abbe の方法は水銀と水との併用に妙味がある。又分銅の補正も一応考量する必要がある。

(f) 扱て Abbe の方法に使う水銀は精製したもの、蒸溜水は一度煮沸したものを用い、共に前日から天秤室に置いて室温と同温度にしておく。因みにメランジュールは予めクローム硫酸で清浄する。それには吸いゴム管をメランジュールの先端につけ、メランジュールの尻からクローム硫酸を吸うと抵抗が少く容易にメランジュールを充すことが出来る。クローム硫酸を充したものは大型のシャーレまたは試験管に入れて一昼夜おく。急ぐ場合には温めると数十分で清浄となる、それから水で洗い、型の如くアルコールとエーテルとを通して乾燥し、天秤室にしばらく置いて室温と同温度とする。次に水銀をメランジュールの細管部の劃線まで吸い上げるには、我々が考案した毛細管ピペットを用いると容易に、而も正確に行うことが出来る。

(g) 毛細管ピペットの作り方=ガラス管をブンゼン燈で焼いて引き伸し、赤血球用或は白血球用メランジュールの細管部に夫々自由に挿入し得るような毛細管を作る。これを約 12cm の長さ切る。近頃メランジュールを新しく買うと先端を保護するために、ゴム製

の小キャップがついているが、このキャップの先に針で孔を開け、前述のガラス毛细管を約 1cm 刺し込む。次に外径約 4~5 mm のガラス管を約 2cm の長さに切り、その一端に前述の毛细管の刺してある小キャップを被せる。他端に駒込ピペットに用いる普通のゴムキャップを附ける。(第 1 図参照)。

(イ)毛细管ピペットの使い方は先づ空のメランジュールの重量 (M) を量る。次に画線 0.5 まで水銀を充したまゝのメランジュールの重量 (a) を量る。この場合水銀は長さ 5cm 程の小試験管に約 0.5cc 入れておき、メランジュールをほぼ水平に保ちながら水銀を画線より少し多めに吸い上げる。次にメランジュールを水平に保ったまゝで、試験管の外に出し、メランジュールの先端を左手の拇指の腹で押え、示指と中指で管部を挟んで垂直に立てる。次に吸ゴム管を外して前述の特製毛细管ピペットをメランジュールの尻から挿入し、過剰の水銀を吸い取って水銀柱を正確に画線に一致させて後、静かに天秤の皿の上に載せて量る。同様にして水銀を画線 1.0 まで充たしたまゝのメランジュールの重量 (b) を量る。次に水銀を残りなく吹き出し、蒸留水を膨大部の上の画線まで充たしてその重量 (C) を量る。以上により秤量は終る。次に容積比を計算する。それには基準温度 15°C に対する水銀、水及びガラス器の温度による膨脹を次の計算式により補正し、メランジュール内腔の各画線までの真の容積を求めねばならない。

(ロ)量容器容積の温度による補正式

度量衡施行細則によれば量容器の基準温度は 15°C であるから、量容器、外気及び水又は水銀の夫々の温度が 15°C である場合の標識線まで満たす水又は水銀の重量を 15°C の水の密度で割った値が量容器の真の容積である。然し容器、外気、水 (水銀) の温度を常に 15°C に保つことは常用的に不可能であるから、容器及び水 (水銀) の温度による膨脹等を考慮して修正せねばならない。水銀及び水に対する補正係数は次の様にして求められる。

記号

Pt, PHgt, = t°C の室温に於て天秤で水銀と分銅とが釣合った場合の分銅及び水銀の重量。

Pt, PHgt, Pot = t°C に於ける分銅 (P₁₅ = 8.4), 水銀 (PHg₁₅ = 13.5585) 及び水 (Po₁₅ = 0.99913) の密度

V₁₅ = 基準温度 15°C に於ける量容器の真の容積。

Vt = t°C に於ける量容器の見掛けの容積。

α_{Hg}, α₀ = 水銀及び水の体膨脹係数 (α_{Hg} = 0.1818 × 10⁻³) (α₀ = 0.150 × 10⁻³) (但し 10~20°C)

β = 硝子 (1 + 16''') の線膨脹係数 = 0.081 × 10⁻⁴

λt = 空気の密度 (15°C 760 mmHg 湿度 80% に対して 1.226 × 10⁻³ g/cm³)

○水銀に対する補正係数 K_{Hgt};

天秤の釣合いの式

$$\left(\text{PHgt} - \frac{\text{PHgt}}{\text{PHgt}} \lambda t \right) = \left(\text{Pt} - \frac{\text{Pt}}{\text{Pt}} \lambda t \right) \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{一方 } \text{PHgt} = \text{Vt PHgt} \dots \dots \dots (2)$$

$$\text{Vt} = \text{V}_{15} [1 + 3\beta (t - 15)] \dots \dots \dots (3)$$

$$\text{PHgt} = \text{PHg}_{15} [1 - \alpha_{\text{Hg}} (t - 15)] \dots \dots \dots (4)$$

以上の 4 つの式より

$$\text{V}_{15} = \frac{\text{Pt} \left(1 - \frac{\lambda t}{\text{Pt}} \right)}{\text{PHg}_{15} \left(1 - \frac{\lambda t}{\text{PHgt}} \right)} \cdot \frac{1}{[1 + 3\beta (t - 15)] [1 - 2\alpha_{\text{Hg}} (t - 15)]} = \text{Pt K}_{\text{Hgt}}$$

$$\text{K}_{\text{Hgt}} = \frac{\text{Pt}}{\text{PHg}_{15}} \left[1 + (\alpha_{\text{Hg}} - 3\beta) (t - 15) - \left(\frac{1}{\text{Pt}} - \frac{1}{\text{PHgt}} \right) \lambda t \right]$$

同様にして水に対する補正係数 K_{H₂O}t;

第 4 表 ガラス器に盛つた水または水銀の見掛けの重量より 15°C におけるガラス器の内容量を計算するために乗すべき係数

t°C	水 (K _{H₂O})	水銀 (K _{Hg})	t°C	水 (K _{H₂O})	水銀 (K _{Hg})
0	1.0016	0.07357	18	1.0024	0.07378
1	15	59	19	25	80
2	14	60	20	27	81
3	14	61	21	29	82
4	14	63	22	31	83
5	13	64	23	33	84
6	13	65	24	35	85
7	14	66	25	37	86
8	14	67	26	40	88
9	14	68	27	42	89
10	15	70	28	45	90
11	15	71	29	47	91
12	16	72	30	50	92
13	17	73	31	53	93
14	18	74	32	56	94
15	19	75	33	59	96
16	21	76	34	62	97
17	22	77	35	66	98

$$KH_2O = [1 + (\alpha_{ot} - 3\beta)(t - 15)] - \left(\frac{1}{P_t} - \frac{1}{P_{ot}} \right) (\Delta t)$$

上式を略算し表にすれば第4表が得られる。

(例) 真の容積比は、上表を参考にして次の様にして求められる。

即ち、劃線 0.5 までの容積と膨大部の容積との比は
 $co/A = [(C - M) KH_2Ot - (b - M) KHgt] / (a - M)$

KHgt この値を 200 と比較し、

第5表 (イ)

赤血球メランジュールの検定成績 (2)

番号	方法	0.5迄の 重量又は 容積(a)	膨大部の 重量又は 容積(b)	b/a	誤差
1	Hg Abbe	0.0791 0.00583	15.8441 1.16497	200.30 199.82	+0.15 -0.09
2	Hg Abbe	0.0579 0.00427	11.3604 0.84133	196.20 197.03	-1.90 -1.48
3	Hg Abbe	0.0632 0.00466	12.5442 0.92614	198.45 198.74	-0.77 -0.63
4	Hg Abbe	0.0664 0.00489	13.2000 0.97446	198.80 199.06	-0.60 -0.47
5	Hg Abbe	0.0751 0.00553	14.8825 1.09798	198.17 198.55	-0.92 -0.73
6	Hg Abbe	0.0557 0.00411	11.0305 0.81390	198.03 198.03	-0.98 -0.98
7	Hg Abbe	0.0592 0.00436	11.5961 0.85490	195.88 196.08	-2.06 -1.96
8	Hg Abbe	0.0668 0.00493	13.0693 0.96667	195.64 196.17	-2.18 -1.91
9	Hg Abbe	0.0584 0.00431	11.5816 0.85720	198.32 198.89	-0.84 -0.56
10	Hg Abbe	0.0549 0.00405	10.8004 0.79783	196.72 196.98	-1.64 -1.51
11	Hg Abbe	0.0348 0.00273	6.9823 0.51650	200.64 200.97	+0.32 +0.49
12	Hg Abbe	0.0406 0.00300	8.1559 0.60572	200.88 201.10	+0.44 +0.55
13	Hg Abbe	0.0383 0.00283	7.5970 0.56681	198.35 198.26	-0.83 -0.87
14	Hg Abbe	0.0392 0.00289	7.6521 0.56625	195.20 195.92	-2.40 -2.04
15	Hg Abbe	0.0372 0.00275	7.3410 0.54282	197.33 197.39	-1.34 -1.31
16	Hg Abbe	0.0386 0.00285	7.5831 0.56097	196.45 196.83	-1.88 -1.58
*	Hg	0.0586	10.3295	176.27	-11.87

- 註 1) Hg, Abbe は夫々水銀時計皿法, Abbe の方法の略
 2) Abbe の方法の際には (a), (b) は共に容積をとる
 3) * は無銘品

第5表 (ロ)

方 法	赤血球メランジュール b/a	
	水銀時計皿法	Abbe の方法
平均値	197.83	198.27
理想値	200.00	200.00
平均値偏差	-1.13 %	-0.86 %
標準偏差 a	1.77	1.53
変動係数 c.v	0.89	0.77

また、劃線 1.0 までの容積と膨大部の容積との比は
 $C/B = [(C - M) KH_2Ot - (b - M) KHgt] / (b - M)$
 KHgt この値を 100 と比較して、夫々の誤差を求めれば良い。

(イ) 検定成績を第5表に示す

(1) 水銀時計皿法と Abbe の方法の優劣

(i) $C-b/a-M$ 又は C/A の値が前者の方 (平均値 = 197.83) が後者 (平均値 = 198.27) よりも常に小さい。このことは水銀は膨大部を完全に満たさない恐れのあることを示す。

(ii) 標準偏差, 変動係数は前者の方が ($\sigma = 1.77$

$C.V = 0.89$ 後者 ($\sigma = 1.53$ $C.V = 0.77$) よりも大きい。

これ等の事から Abbe の方法が優れていると云い得る。

(2) 検定成績に就いて (第3表, 第5表参照)

(イ) 目盛り 0.5 までの容積と膨大部との容積比 C/A

理想値は 200.0 検定製品の平均値 = 198.88

誤差 = -0.56%, 標準偏差 = 1.96, 変動係数 = 0.99%

誤差 2% 以内にあるもの 90% 3% 以内のもの 96%
 3% を超えるものは 4% 程度である。無銘品には 12% のものがある注意すべきである。

(ロ) 目盛り 1.0% までの容積と膨大部との容積比 B/A

理想値は 100.0 検定製品の平均値 = 99.38

誤差 = -0.62%, 標準偏差 = 0.41, 変動係数 = 0.42%

製品 (40個) の全部が誤差 2% 以内にあり非常に優秀である。後述する如く誤差の推定計算より、我々は検定標準を 2% 又は 3% に引上げることを提唱しているが、この提案も決して無理な要求でないこともこの事実から証明される。但し無銘品には 10% 以上の誤差を示すものがある。この事は購入に際して注意すべきである。尚毛細管が太きに過ぐれば血液又は混合液が落下し、誤差が大きくなり、細きに過ぎれば血液が凝固し易いと云う事実がある。

(3) 秤量法によらない他の方法として発色性の液体を

各劃線まで充たし、之を適当に稀釈して光電比色計で吸光度を比較する方法もあるが、光電比色計の精度と途中の操作による誤差が問題であって(1)(2)の秤量法に劣ると思われる。

Ⅲ) 誤差の推定法

以上により血色素計、血球計算板及び各種メランジュールの検定法、市販製品の精度を論じたのであるが、次にこれらの血液測定器具を用いて測定した値にはどれ程の誤差が見積られるかを述べて見よう。

(1) 血球数に対する誤差推定式

次式は 1mm^3 の血液に含まれる白血球数 N_w 及び赤血球数 N_R に対する算定式である。

$$N = n \times \frac{1}{d_1} \times \frac{1}{Z \times d_2^2} \times d_3 \quad (1)$$

但し $N = 1\text{mm}^3$ の血液に含まれる血球総数

n = 計算板の目盛面に於て、 Z 小区劃内に含まれる血球数

(顕微鏡下に於て数えられた血球数)

Z = 血球数を数えるべき小区劃 (0.05mm)² 又は (1.0mm)² の数

d_1 = 計算板の平均の深さ = 0.100mm

d_2 = 標線目盛間隔 (0.05mm 又は 1.0mm)

d_3 = 血球用メランジュールの稀釈倍数

$$(1) \text{ より } \log N = \log n - \log d_1 - \log Z - 2 \log d_2 + \log d_3 \quad (2)$$

$$\text{微分して } \frac{\Delta N}{N} = \frac{\Delta n}{n} - \frac{\Delta d_1}{d_1} - 2 \frac{\Delta d_2}{d_2} + \frac{\Delta d_3}{d_3}$$

であるから

$$\frac{\Delta N}{N} = \text{算定された血球数の総誤差}$$

$$\frac{\Delta n}{n} = \text{顕微鏡下で実際に数える血球数による誤差}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{N}}$$

(但し誤差論上 $\Delta n \approx \sqrt{n}$ と見做される)

$$\frac{\Delta d_1}{d_1} = \text{計算板の深さによる誤差}$$

$$\frac{\Delta d_2}{d_2} = \text{計算板の標線間隔による誤差}$$

$$\frac{\Delta d_3}{d_3} = \text{メランジュールの稀釈倍数の誤差}$$

$$\alpha = \text{測定個人差による誤差}$$

とすれば

$$\frac{\Delta N}{N} = \frac{\Delta n}{n} - \frac{\Delta d_1}{d_1} - 2 \frac{\Delta d_2}{d_2} + \frac{\Delta d_3}{d_3} + \alpha \quad (4)$$

従って推定されるべき誤差として現在の製品及び計算方法に従えば

(i) 白血球数に対して

$$\frac{\Delta n}{n} = \frac{1}{\sqrt{300}} \approx 6\%$$

但しメランジュールの稀釈倍数に関係なく顕微鏡下で300個程度を数えるものとする。

$$\frac{\Delta d_1}{d_1} = \pm 3\% \quad \frac{\Delta d_2}{d_2} = \pm 0.2\% \quad \frac{\Delta d_3}{d_3} = \pm 3\%$$

$$\text{故に } \left[\frac{\Delta N}{N} \right]_{\max} = 6.0 + 3.0 + 0.4 + 3.0 \approx 12.5\%$$

が推定されるべき最大誤差である。なお前述した如く白血球用メランジュールは0.5区劃まで吸った場合は器具の誤差が大きいから、1.0区劃まで吸う方が良い。

(ii) 赤血球数に対して

$$\frac{\Delta n}{n} = \frac{1}{\sqrt{n}} = \frac{1}{\sqrt{500}} = 4.5\%$$

$$\frac{\Delta d_1}{d_1} = \pm 3\% \quad \frac{\Delta d_2}{d_2} = \pm 0.2\%$$

$$\frac{\Delta d_3}{d_3} \text{ に関しては検定規格は } \pm 6\% \text{ となっているが、}$$

誤差論の立場からは、測定器具による誤差項 $\frac{\Delta d_1}{d_1} +$

$$2 \frac{\Delta d_2}{d_2} - \frac{\Delta d_3}{d_3} \text{ は計算による誤差 } = \frac{\Delta n}{n} \text{ より小又は精々同}$$

程度である事が望ましい。従って $\frac{\Delta d_3}{d_3} = \pm 6\%$ はこの

見地からも不適である。即ち少なくとも $\frac{\Delta d_3}{d_3} = \pm 3\%$ で

あるべきであり、この提案は第3表及び第5表の検定成績からも決して無理ではない。

$$\text{扱て } \frac{\Delta d_3}{d_3} = \pm 3\% \text{ とすれば}$$

$$\left[\frac{\Delta N}{N} \right]_{\max} = 4.5\% + 3\% + 0.4\% + 3\% \approx 11\%$$

が推定される最大誤差である。

(v) なお血球数の誤差に関しては上述の如く $\frac{\Delta n}{n} =$

$\frac{1}{\sqrt{n}}$ 項が決定的役割を示すからこれについて少しく述

べて見よう。即ち顕微鏡下で血球数を一体何個又は何区劃数えれば良いか。更に何個数えればどの程度の誤差が生ずるかに就いて屢々質問を受けるが、これに関しては誤差論的に次の第6表に示す様な関係がある。

(この表は白、赤血球数に共通に使用される。)これによれば数える血球数が1000個の場合には計数による誤差は $\pm 3.2\%$ 500個の場合には $\pm 4.5\%$ になり、300個以下では誤差が大きくなりその意義が失はれる。従って赤血球に対しては兎も角として白血球に対しても300個以上を数えることをおすすめする。150個程度では8.5%程度の誤差を生ずることは銘記すべきである。

第 6 表

数えた血球数	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1.000
誤 差 %	10.0	7.0	5.8	5.0	4.5	4.1	3.8	3.5	3.3	3.2