

原 著

細胞電気泳動に関する研究

第1報 自動撮影装置による人血球易動度の測定

田 中 貴

信州大学医学部第一内科学教室 (主任: 戸塚忠政教授)

Studies on Cell Electrophoresis

I. Electrophoretic Mobility of Human Blood Cells Measuring with Automatic Camera

Takashi TANAKA

The 1st Department of Internal Medicine, Faculty of Medicine,
Shinshu University

(Director: Prof. T. TOZUKA)

緒 言

近年、癌に対する研究の進歩により、癌の細胞膜についても種々な面からその性状が解明されるようになった。その多くは形態学的なものであるが、一方では細胞膜の物理化学的性状についての研究もみられるようになり、細胞の表面荷電に関係する細胞電気泳動も広く利用されるようになった。癌細胞の泳動のみならず、血球の泳動も癌患者の異常血清の追求に用いられている。赤血球の吸着能を利用した研究は Rottino¹⁾により始められ、当教室の小松²⁾、松沢³⁾らにも支持されるに至った。一方、血液そのものの腫瘍性疾患としては白血病があるが、位相差顕微鏡をつけた泳動装置により、Ruhstroth-Bauer⁴⁾らがいわゆる Haemocytopherogram を作り、その泳動上の特徴を明らかにした。しかし彼らの方法は自家血漿中で泳動するため、多量の血液を必要とし、又血清蛋白による影響があるのではないかと考えられた。少量の血液で、血漿の代りに緩衝液中で泳動したら、より正確な易動度が出る可能性があり、また血小板の病的易動度の存在の可能性も追求しようと考え、血液疾患や leucocytosis を来した疾患について、赤血球・白血球・血小板の泳動を試み、若干の知見を得たので報告する。

検査対象及び実験方法

1) 検査対象

健康者として戸塚内科職員6例、患者として戸塚内科入院患者18例、他の病院入院患者2例の計26例である。各症例は表1に示す如く、白血病5例(うち1例

は骨髓穿刺液が対象)、骨髓腫2例、骨髓線維症1例、

表1 検査対象と末梢血の白血球数
(但し、症例26は骨髓穿刺液である)

症 例	性 別	年 令	病 名	白血球数
1	I. T.	♂ 28	健康者	6200
2	T. T.	♂ 29	〃	5300
3	F. I.	♂ 28	〃	4900
4	F. T.	♂ 27	〃	5300
5	N. Y.	♀ 27	〃	3600
6	T. S.	♀ 34	〃	4800
7	A. I.	♀ 27	急性骨髓性白血病	200000
8	N. Y.	♂ 31	〃	96000
9	M. M.	♀ 43	慢性骨髓性白血病	149900
10	M. E.	♀ 44	〃	20900
11	T. H.	♀ 65	骨髓線維症	43100
12	O. Y.	♂ 54	骨 髓 腫	5700
13	I. Y.	♀ 57	〃	5000
14	F. J.	♂ 30	Banti 症候群	1900
15	I. K.	♀ 22	失血性貧血	5000
16	O. E.	♂ 62	肝 癌	7700
17	K. T.	♀ 38	癌性肋膜炎	9100
18	K. T.	♂ 21	アレルギー性亜敗血症	58700
19	O. A.	♀ 63	慢性腎炎	16500
20	O. K.	♂ 43	肝 膿 瘍	10300
21	O. S.	♂ 32	肺胞微石症	13600
22	M. T.	♀ 43	子宮附属器炎	7800
23	I. K.	♀ 48	血管神経症	8600
24	I. T.	♀ 29	気管支喘息	10700
25	H. S.	♂ 69	肺 癌	18500
26	O. H.	♀ 38	非白血性骨髓性白血病	183000

Banti 症候群 1 例, 失血性貧血 1 例が血液・造血管疾患であり, 残りは検査日又は経過中に leukocytosis を来したことがある疾患を対象とした。

2) 実験方法

正中静脈より 5% EDTA・2Na 水溶液 0.1cc 加えて凝固を防ぎながら 5cc 注射器にて採血し, シリコン処理 (信越化学 KF 96) した小試験管に入れ, 200g 15 分間遠心分離した。その buffy coat を吸い上げ, 別の小試験管に入れ, その約 10 倍量の medium を加え, 再び 200g 15 分間遠心分離し上清を捨てて沈渣を泳動装置に入れた。以上の操作は室温で行った。骨髓液の採取は胸骨穿刺により, 採取後の操作は血液と同様である。medium の組成は Furchgott⁵⁾らに準じ, 5.4% ブドウ糖水溶液 75 容, 1% 食塩水溶液 22.5 容, 1/15M KH_2PO_4 水溶液 0.5 容, 1/15M Na_2HPO_4 水溶液 2.0 容であり, 最終 pH 7.2, イオン強度 0.043, 20°C での粘度 1.100 centipoise である。比電導度は 21°C で $36.4 \times 10^2 \mu\sigma$, 22°C で $37.8 \times 10^2 \mu\sigma$, 23°C で $38.5 \times 10^2 \mu\sigma$ で $22.0 \pm 0.5^\circ\text{C}$ で泳動した。泳動装置は Ruhenstroth-Bauer らの開発した Zeiss の cytopherometer を一部改造して, 顕微鏡倍率を 400 倍にし, Nikon のモータードライブ付カメラにオートタイマー及びストロボをとりつけ, 5 秒間隔で電流方向を切り換えながら 3 枚の連続撮影を行い, 約 2 倍に引き伸ばし焼付けて移動距離を測定した。cytopherometer の取扱いは, Zeiss の文献⁶⁾に依った。2mA で測定し, 結果を Haemocytopherogram に準じ易動度の近い値のものを集めた細胞群 (fraction) で示し, 最小 fraction の細胞数は 1, 最大で 20 個程度である。装置の外観を図

1 に示す。易動度の単位は $\mu/\text{sec}/\text{V}/\text{cm}$ である。

成績及び症例

1) test parabola

test parabola は泳動槽の深さと易動度の関係をグラフにしたもので, 図 2 の如くきれいな放物線となり, 前静止面と後静止面での測定値がほぼ一致することから, 深さの位置が確実で, 又不規則な電流もないことがわかった。以後すべての測定は前静止面にて行った。

2) 健康者の血球易動度

実際の写真のうつりは, 図 3 の如くである。位相差顕微鏡による撮影であるが, 倍率が 400 倍であることと, 浮遊している細胞であることから, 赤血球と白血球の区別はつくが, 白血球が顆粒球カリンパ球かの区別は容易ではない。それ故白血球として一括して扱った。血球測定でむずかしいのは白血球であるが, 白血球数の多い症例は測定も容易であるのに反し, 白血球が少くなるにつれてむずかしくなり, 測定された白血球も少くなる。健康者 6 例の泳動結果は図 4 の如くである。図の三角形の意味は, 易動度値の近い細胞集団を一つの三角形で表わし, その頂点は mode の易動度を示し, 底辺は易動度のバラツキを表わす。高さは細胞の数を表わす。Ruhenstroth-Bauer⁴⁾らは mode の代りに平均値で, 底辺は標準偏差で示して Haemocytopherogram と呼んだが, 著者は測定細胞の数が少ない症例があるので, 図の如く表現した。

症例 4 が全体的に易動度が低いのが目につく。赤血球の症例別平均値は 1.388, 1.507, 1.466, 1.208,

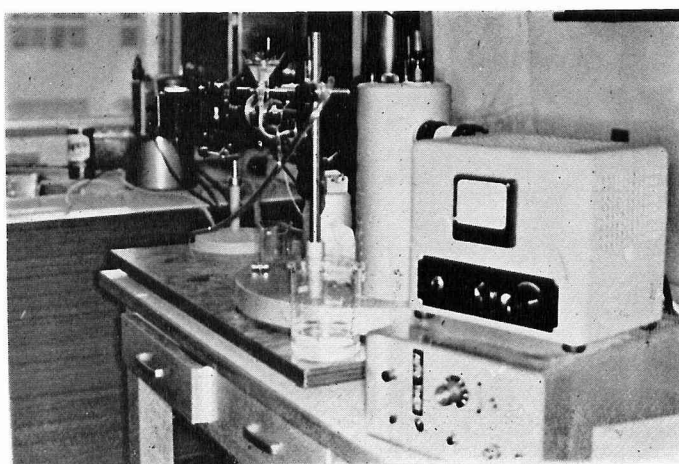


図 1. Cytopherometer

左より, 冷却装置, カメラ, 泳動装置, 電流計 (下が timer)

1.393, 1.329 で 1.208 は低すぎる。全赤血球の平均値は 1.371 であった。白血球の易動度もやはり個人差があり 0.7~1.3 の間に分布するが症例別平均値は、1.019, 1.133, 1.140, 0.822, 0.900, 1.093 であり、全白血球の平均値は 1.017 であった。血小板の易動度は症例別平均値で 0.990, 1.051, 1.014, 0.764, 0.737,

0.909 となり、全血小板の易動度の平均値は 0.948 であった。症例 4 が赤血球・白血球・血小板全部が易動度低く何か bias がありそうである。

3) 血液及び造血管器疾患の血球易動度

症例 7~15 が血液・造血管器疾患に当る。骨髄性白血病のうち急性型は 7 と 8 であるが、7 では図 5 の如く、赤血球の易動度は 1.460 ± 0.036 で、白血球は 1.347 ± 0.042 の細胞が多数出現した。1.200 以下の細胞は数がきわめて少い。血小板の平均値は 0.979 で健康者の値に近い。易動度 1.399 の白血球写真を図 6 に示す。症例 8 も白血球の多くが 1.277 ± 0.044 の易動度を示した。慢性型では症例 9 に於て白血球が大きく 2 つの fraction に分かれ、1 つは 1.346 ± 0.037 他は 1.223 ± 0.041 であるが、1.223 も高い値に属する。症例 10 は治療により白血球数がかなり減少した時期の測定で、赤血球易動度が 1.207 と低下し、白血球も速い fraction が症例 9 に比しても数が減少している。症例 10 の全白血球の平均値は 1.089 で健康者と変りはないが、赤血球の易動度と比較すると赤血球の 90.2% となり、赤血

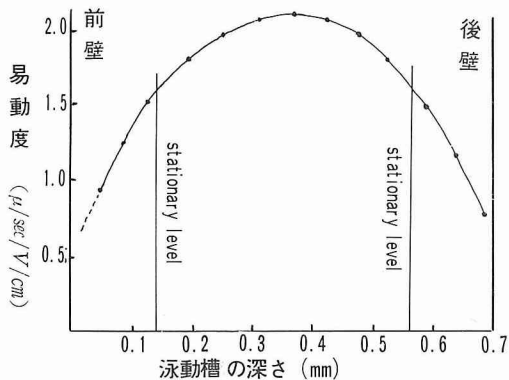


図 2. test parabola (赤血球を使用)

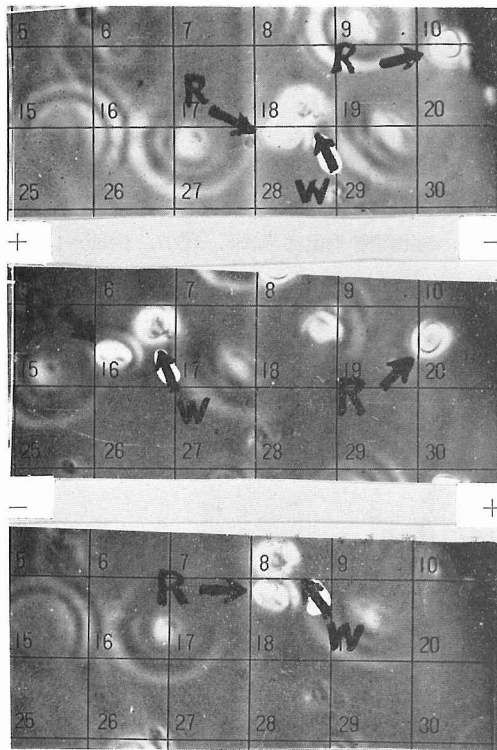


図 3. (a) 赤血球と白血球 (症例 2)
矢印 R が赤血球, W が白血球
撮影間隔は 5 秒間

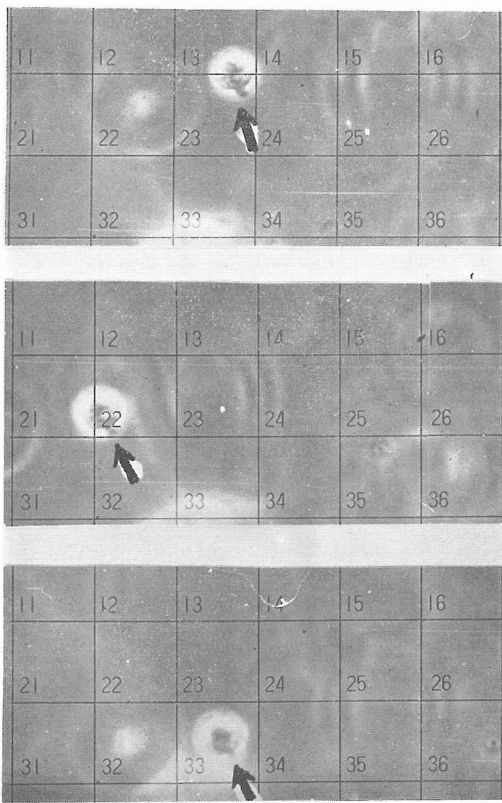


図 3. (b) 白血球 (症例 2)
易動度 $1.065 \mu/sec/V/cm$

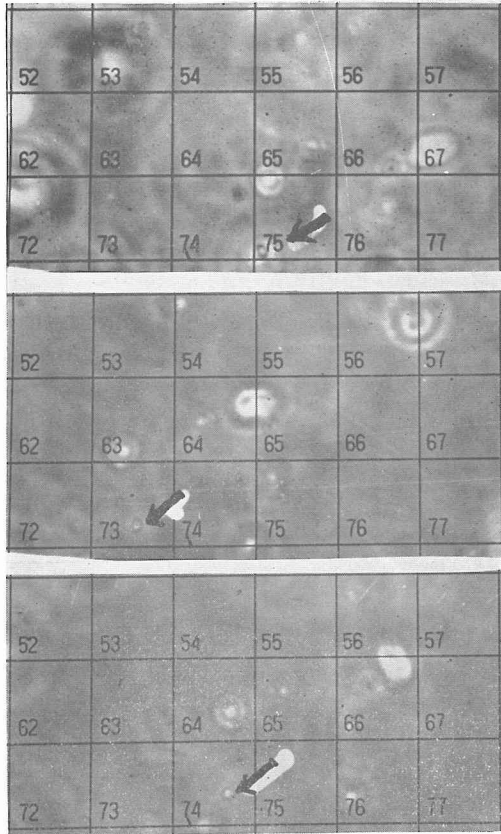


図3. (c) 血小板 (症例2)
矢印の先

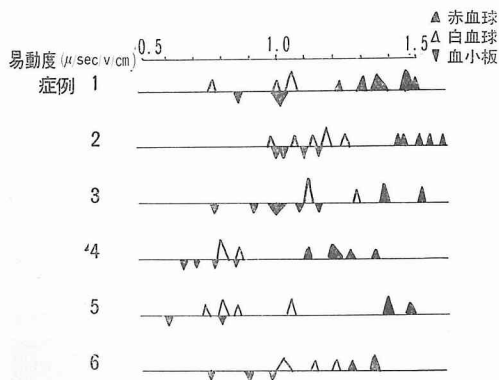


図4. 健康者の血球易動度

血球易動度に近い白血球が多いということがいえる。血小板は1.017であって測定数が少ないが、測定視野に現れる血小板数が少なかったことと、白血球を優先的に撮影したことによる。以上4例の骨髄性白血病より、慢性型は急性型に比し、正常値に近い易動度の白血球も出るのが特徴といえる。

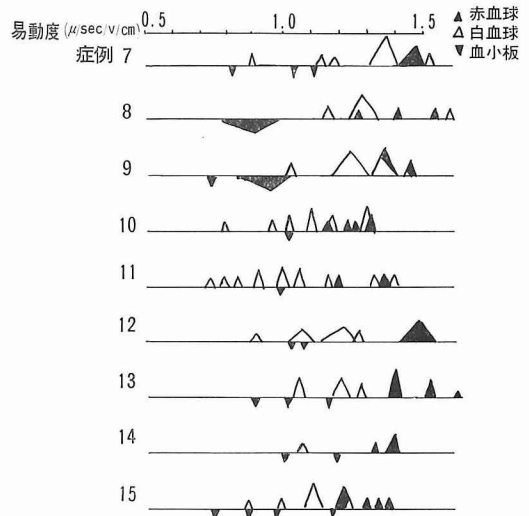


図5. 血液・造血器疾患の血球易動度

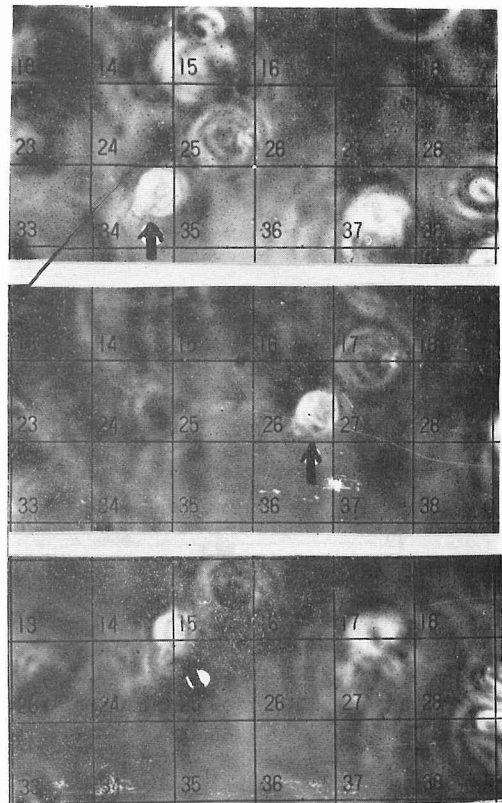


図6. 白血病細胞 (症例7)
易動度 1.399 $\mu\text{sec}/\text{V}/\text{cm}$

症例11は骨髄線維症であって、臨床的に末梢血には幼若白血球の出現が認められていた。赤血球の易動度は

1.311 でやゝ低く、白血球では少数の 1.3 をこえるものを認めた。それ以外の白血球の平均値は 0.951 である。血小板は 0.976 であった。症例12と13は骨髓腫で2例ともほぼ同様な易動度で、赤血球が 1.454 と 1.452、白血球が 1.111 と 1.115、血小板が 1.037 と 1.018 であり、白血球で 1.3 をこえたものはみられなかった。末梢血中の骨髓腫細胞の数は少く、又泳動写真でもとられなかった。症例14は Banti 症候群であるが、leukopenia のため白血球の易動度は測定し難い症例であり、測定しえた白血球も少い。赤血球は 1.359、白血球は 1.065、血小板は 1.085 で、血小板の方が易動度が高いが健康者とほぼ同じである。症例15は測定前約2カ月前より性器出血があつて、血色素31%、赤血球数 187×10^4 の失血性貧血となつた患者である。赤血球の易動度が 1.245 と低く、白血球は 1.083 と健康者に等しい。血小板は 0.930 で、赤血球だけ低下しているように見える。

4) leukocytosis を伴つた疾患の

血球易動度

炎症性疾患や腫瘍性疾患で leukocytosis が起き、場合によっては leukemoid reaction となることがある。結果は図7に示す如く、白血病とは異つた像を呈した。症例16・22・23は測定日には leukocytosis はみられなかったが、検査日に比較的近い病日に leukocytosis が認められた症例である。症例16は赤

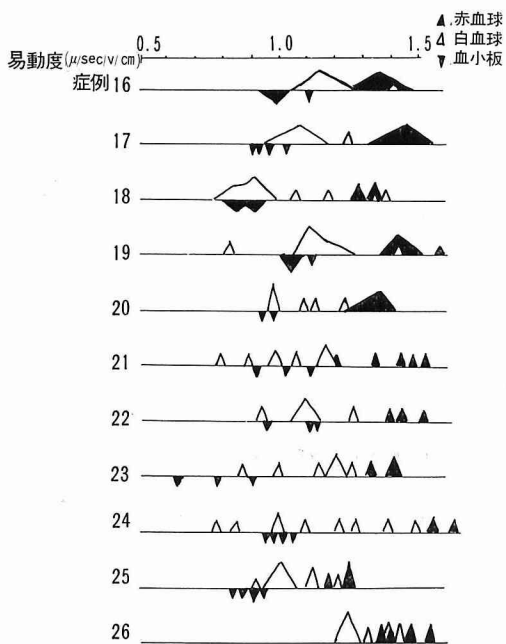


図7 leukocytosis があつた疾患の血球易動度

血球 1.366、白血球 1.162、血小板 1.020 と健康者と変らない易動度を示した。症例17も赤血球 1.433、白血球 1.104、血小板 0.978 と大きな変動はない。症例18は著明な leukocytosis を示したアレルギー性重敗血症であるが、速い白血球は少数で大部分は 0.882 ± 0.062 で、どちらかというはやゝ低い易動度の白血球が多かつた。末梢血液像でも幼若白血球は認められていなかった。赤血球の易動度も 1.272 とやゝ低く、血小板は 0.897 と白血球とほぼ等しい値であるので、上述の症例4と同様 bias がありそうである。症例19はステロイド使用中の慢性腎炎で、赤血球 1.444、白血球は 1.152 を中心とする fraction が主で、1個の白血球のみ速い易動度を示した。その速い白血球を図8に示す。やゝ大型の細胞であるが、何の細胞か推定はできない。血小板は 1.087 で変動はない。症例20は肝臓瘍で赤血球 1.319、白血球 0.988、血小板 0.958 と赤血球の易動度のみ低い傾向にある。症例21は赤血球 1.453、白血球 1.077、血小板 1.051 と健康者と同じ易動度である。症例22は赤血球 1.445、白血球 1.097、血小板 1.038 とやはり大きな変化はない。症例23は血管神経症であるが、腎盂腎炎も疑われた患者で白血球数

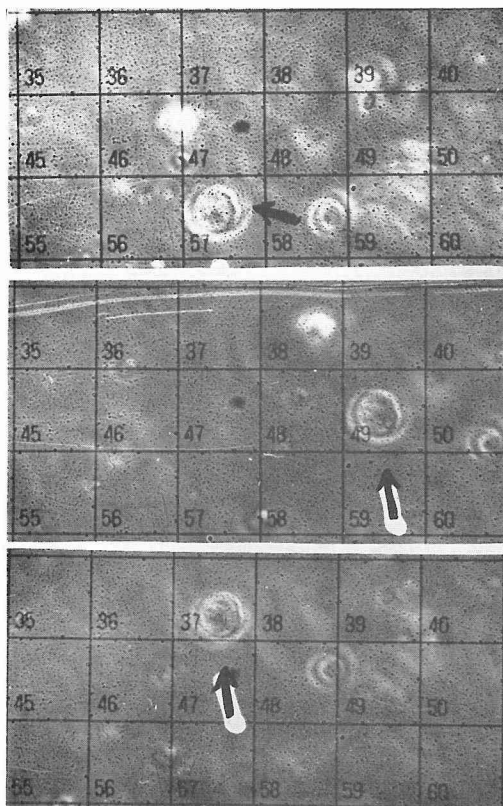


図8 炎症性の速い白血球 (症例19)
易動度 $1.432 \mu\text{sec}/V/\text{cm}$

が多かった。赤血球 1.386, 白血球 1.102, 血小板 0.766 と変化は少い。症例24は気管支喘息にてステロイド使用中の患者で、それが leukocytosis と関係があるように考えられた。易動度は赤血球 1.568, 白血球 1.179, 血小板 1.014 で白血球に速い易動度のものが少数みられた。それを図9に示す。症例25は発熱が著しい肺癌で、赤血球の易動度が 1.232 と低く、白血球も大部分は 1.017 ± 0.034 の正常の値であるが、少数の赤血球の値に近いものが認められた。血小板は 0.904 でそう低くもなく、赤血球だけ易動度低下しているようにみえる。症例26は非白血性骨髄性白血病で、血液の易動度測定に失敗し、骨髓液を胸骨穿刺により採取し行ったものである。赤血球は 1.448, 有核細胞は 1.305 で易動度高く、この1例だけでは結論が出せない。

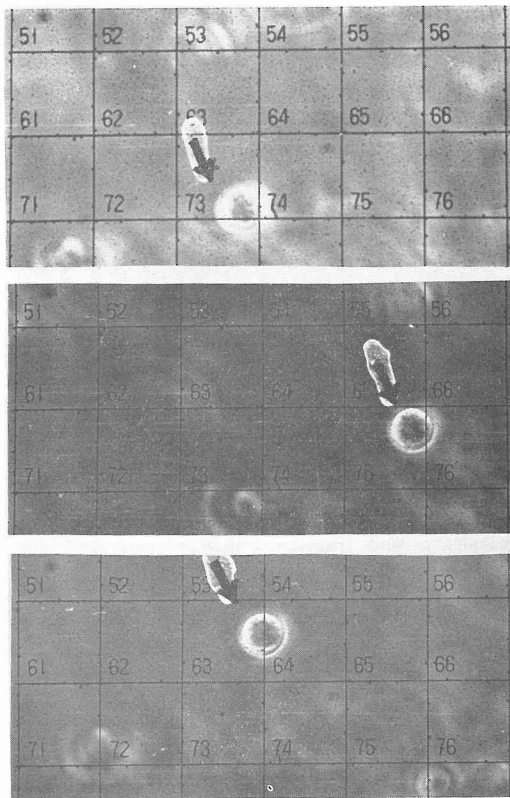


図9. 炎症性の速い白血球 (症例24)
易動度 $1.395 \mu/sec/V/cm$

以上すべての症例の易動度を示したが、症例4・10・15・18・25のように赤血球の易動度が低い例に対し、白血球・血小板も同様に低いのかどうか検討するため、各症例につき赤血球の易動度に対する白血球・血小板の相対易動度を計算してみると、表2の如くに

なった。症例4は相対易動度にては、白血球の 68.0% は症例5の 64.6%より高く、血小板においても高くなる。従って細胞の異常ではなく、全体的な bias が考えられる。症例10は相対易動度が白血球では 90.2%, 1.128 の値の fraction で 93.5%, 血小板 84.3% と高くなることから、赤血球の易動度に似た白血球の存在と、赤血球自体の易動度の低下が考えられる。症例15は赤血球のみ易動度が低下していると考えられ、症例18は、血小板の易動度を中心に考えると、赤血球易動度の低下も考えられる。症例25は赤血球のみ易動度低下といえよう。白血病については、白血球の相対易動度が症例7・8・9・10共に90%以上を呈していることが特徴である。

表2 各血球の易動度と赤血球に対する白血球・血小板の相対易動度 (%)
(△印は1つのfractionの平均値)

症例	赤血球	白血球	相対易動度	血小板	相対易動度
1	1.388	1.019	73.4%	0.990	71.3%
2	1.507	1.133	75.2	1.051	69.8
3	1.466	1.140	77.8	1.014	69.2
4	1.208	0.822	68.0	0.764	63.2
5	1.393	0.900	64.6	0.737	52.9
6	1.329	1.093	82.2	0.909	68.4
7	1.460	△1.347	92.3	0.979	67.1
8	1.395	△1.277	91.5	0.895	64.2
9	1.375	△1.346	97.9	0.955	69.5
10	1.207	△1.128	93.5	1.017	84.3
11	1.311	0.951	72.5	0.976	74.4
12	1.454	1.111	76.4	1.037	71.3
13	1.452	1.115	76.8	1.018	70.1
14	1.359	1.065	78.4	1.085	79.8
15	1.245	1.083	87.0	0.930	74.7
16	1.366	1.162	85.1	1.020	74.7
17	1.433	1.104	77.0	0.978	68.2
18	1.272	△0.882	69.3	0.897	70.5
19	1.444	△1.152	79.8	1.087	75.3
20	1.319	0.988	74.9	0.958	72.6
21	1.453	1.077	74.1	1.051	72.3
22	1.445	1.097	75.9	1.038	71.8
23	1.386	1.102	79.5	0.766	55.3
24	1.568	1.179	75.2	1.014	64.7
25	1.232	△1.017	82.5	0.904	73.4
26	1.448	1.305	90.1	-	-

考 按

細胞電気泳動は最近かなり普及してきているが、そ

の装置・medium・技術にはいろいろな方法があり、未だ一定化されていない。装置には大きくわけて、泳動槽の形より円筒のガラス管を用いる cylindrical chamber と、直方体形の箱を用いる rectangular measuring cuvette がある。それぞれの利点と欠点は Cell Electrophoresis⁷⁾にまとめられている。戸塚らの使用した装置⁸⁾は簡便で精密な装置ではあったが、細胞の投入から測定迄を短時間に行わないと、細胞が沈澱して視野から消失するという欠点があった。又一般に cytopherometer はストップウォッチで泳動時間を測定し、電流方向の切り換えも手動で行われてきたので、時間の誤差が生ずる可能性があった。著者の使用した cytopherometer は rectangular 型で位相差顕微鏡がついているが、電極がかなり複雑である。しかしオートタイマーとモータードライブ付カメラによる撮影装置をつけた結果、測定時間が正確になるばかりでなく、同一視野にあるすべての細胞が同時に測定でき、後で形態観察ができるようになった。写真撮影は山田⁹⁾により試みられているが、電流切り換え自動撮影は著者が創始したものである。800 倍の倍率を 400 倍にしたことは、形態観察に不利となったが、撮影と測定は容易となった。

赤血球の易動度は健康者の平均値が 1.371 であったが、Ruhstroth-Bauer¹⁰⁾らは装置は異なるが同じ medium にて 1.43 を得ている。著者の結果は全体に症例別に大きな差があるが、原因は血漿成分の吸着と、medium に対する血球数の比が一定しないことによると考えられる。medium に対する血球の濃度を一定にすることは血球が少い場合には困難となる。血漿成分の影響は、Abramson¹¹⁾らにより赤血球の易動度が性・年齢・貧血等に関係なく一定と報告され、否定的であったが、Rottino¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾、小松²⁾、松沢³⁾は赤血球が癌患者などの血清成分を吸着し、易動度が低下することを認めた。Angers¹⁵⁾らによれば同一人でも測定日によりわずかに変化したという。血清のコレステロール量と赤血球易動度の関係については、Davies¹⁶⁾らは関係がないと報告している。血漿・血清中での泳動は、粘度がそれぞれ異なるのでその補正を必要とし、多量の血液が必要になるのが欠点である。Seaman¹⁷⁾らは人の血清は 25°C で比粘度が 1.53~1.78 の範囲で個人差があり、粘度補正しても赤血球易動度の個人差は約 6% あると報告した。赤血球の易動度低下因子の追求には抗体の吸着に関するものもあり、Sachtleben¹⁸⁾¹⁹⁾らが溶血性貧血の血清や、AB 抗体、MN 抗体は易動度を下げ、Rh 抗体は下げないことをみている。本実験については、輸血を受けたことのある患者以外

は、抗体は関係がない。血球の蛋白吸着度については、Piper²⁰⁾らが赤血球について調べ、medium に蛋白がある場合、イオン強度と pH が低い程、蛋白濃度が高い程吸着が強いことをみたが、pH 6 以上では、イオン強度が一定ならば、5mg% のアルブミンの存在は易動度に影響しなかったようである。従って血球の泳動には、充分血漿成分を洗うことが望ましいが、白血球は洗う操作中に凝集し始め、3 回も洗うと肉眼的な凝集塊を作るために 1 回しか洗えなかったのが、赤血球易動度変動の 1 因と考えられる。しかし赤血球のみ易動度低下している場合は、上述の諸因子の存在も考えられる。貧血患者の赤血球易動度が変化しないことを裏づけるように、Kuhn²¹⁾らは各種貧血患者の赤血球シアル酸を測定し、乾燥赤血球 100mg 中のシアル酸量に変動がないことをみているが、100mg 中の赤血球数は一定していないので、更に検討を要するものと考えられる。赤血球易動度に対する抗腫瘍薬等の治療が及ぼす影響は、Rottino¹³⁾らによれば、nitrogen mustard, X線, 輸血, 脾摘等による血清の変化による影響は少いといわれ、Rauen²²⁾らは、ラット赤血球は NH-Lost 注射後 30 分で易動度低下し、Endoxan 注射後は易動度が上昇したと報告した。本実験にも Mitomycin C や Busulfan 使用中の症例 (10, 25) があるが、その影響については不明である。

白血球の易動度は Ruhstroth-Bauer¹⁰⁾²³⁾²⁴⁾らによれば、血漿中で泳動し、リンパ球 1.000 ± 0.027 , 顆粒球 0.840 ± 0.025 で正常値は安定であるとし、急性骨髄性白血病では顆粒球は消失して、赤血球の易動度に近い速い fraction とリンパ球のみになったという。又慢性型では顆粒球は消失し、赤血球とリンパ球の易動度の間に、別の fraction が出現したと述べている。著者もほぼ同様の成績を得たが、症例 10 の如く正常易動度の白血球もかなり認めたことが、治療効果と関係あるならば、興味深いと考えられる。リンパ球と顆粒球と合せて平均値を出したが、健康者の平均値は 1.017 であって、Thierfelder²⁵⁾らも緩衝液にて泳動し、赤血球 1.05, 白血球 0.81~1.0, 血小板 0.77 を人の正常値としているのと近い値である。炎症やその他の leukocytosis でも速い fraction が出ることは Ruhstroth-Bauer²⁶⁾らも認めている。易動度の高いことは表面荷電 (ζ 電位) が高いことを意味する。 ζ 電位と易動度との関係は Helmholtz-Smoluchowski²⁷⁾により $U = \zeta D / 4 \pi \eta$ が妥当すると考えられている。U は易動度、D は medium の誘電率、 η は粘度である。この式は Debye-Hückel 定数を K とする時、泳動粒子の半径 a の場合 $Ka > 100$ でないと使えないと

されている。著者の medium の D は比電導度が高く、実測できないが、血小板でも Ka は $6.05 \times 10^3 / \sqrt{D}$ となり $U = cD/4\pi\eta$ と考えて良いようである。c 電位は細胞膜の構造と medium によって決まり、赤血球や肝癌細胞については、シアル酸が主役であることは Piper²⁸⁾, Eylar²⁰⁾, Ponder³⁰⁾, Fuhrmann³¹⁾, Seaman³²⁾³³⁾, Cook³⁴⁾, Ruhenstroth-Bauer³⁵⁾ らにより認められている。シアル酸の役割については、Glick³⁶⁾ が L1210 白血病細胞について調べ、蛋白分泌能に関係することをみている。一方リンパ性白血病でも速い fraction が出ることを Ruhenstroth-Bauer⁴⁾ らがみているが、Cook³⁷⁾ らはマウスでは低下していると述べ、Mehrisi³⁸⁾ らは人のリンパ性白血病では正常リンパ球と同じであったと報告しているの、一致をみていない。

白血球に対する抗原・抗体反応も易動度が低下することは、Sundaram³⁹⁾ らによりラットのリンパ節細胞で、又 Thierfelder²⁵⁾ らが人白血球と血小板について認めている。著者の成績では、健康人より易動度が低下した症例はみられなかった。

血小板の易動度は健康者平均 0.948 であったが、上述の Ruhenstroth-Bauer らは 1.120 ± 0.050 と報告し、Abramson⁴⁰⁾ らはウマの血小板は血漿中で顆粒球と同じ 0.45 であったといひ、上述の Thierfelder は 0.77 ± 0.13 と、報告者により差異がある。赤血球・白血球同様に抗体の作用による易動度の低下は、Seidl⁴¹⁾ らが特発性血小板減少性紫斑病患者血清において認めている。血小板は多量のシアル酸を保有しているが、膜にもシアル酸があり、Jerushalmy⁴²⁾, Madoff⁴³⁾ らによりノイラミニダーゼ処理後に、易動度の低下が観察されている。著者の成績では、疾患による血小板易動度の変化はみられなかった。血小板の表面荷電は血液凝固に関係して興味を持たれ、Ross⁴⁴⁾, Dawber⁴⁵⁾ らにより、諸種物質の吸着又は medium 中の存在により著しく変化することが報告され、諸家の報告の不一致もうなづかれる。

結 語

自動撮影装置つき cytopherometer にて健康者 6 例、患者 19 例の血球と、患者 1 例の骨髄穿刺液を泳動し、血球易動度の変化を知った。

1. 健康者の赤血球易動度の平均値は $1.371 \mu/sec/V/cm$ で、白血球はリンパ球・顆粒球を合せて平均値は 1.017 であり、血小板は 0.948 であった。

2. 急性骨髄性白血病では、易動度が赤血球に近い 1.25 以上の白血球が多数出現し、慢性骨髄性白血病で

は、速い白血球群の他に、正常の易動度の白血球もかなり出現した。

3. 炎症その他の leukocytosis では、速い白血球群は少数みられた。

4. 赤血球の易動度も悪性腫瘍性疾患では低下する症例があり、慢性骨髄性白血病の 1 例で 1.207、肺癌の 1 例で 1.232 であった。

5. 血小板の易動度は、白血球に等しいか、それよりやや低いが、疾患による変動は認められなかった。

稿を終るに臨み、御懇篤なる御指導御校閲を賜りました恩師戸塚忠政教授に深甚なる謝意を表すると共に、種々御助言御教示頂きました松岡正俊博士、草間昌三助教授、松沢良昭博士並びに、試料採取に協力頂いた方々に感謝の意を表します。

本文の要旨は昭和43年10月5日第19回電気泳動学会総会において発表した。

文 献

- 1) Rottino, A., Angers, J. and Dool, A.: Proc. Soc. exp. Biol., 111: 699, 1962.
- 2) 小松正裕: 日内会誌, 53: 1533, 1965.
- 2) 松沢良昭: 信州医誌, 16: 897, 1967.
- 4) Ruhenstroth-Bauer, G., Straub, E., Sachtleben, P. und Fuhrmann, G. F.: Münch. med. Wschr., 15: 794, 1961.
- 5) Furchgott, R. F. and Ponder E.: J. gen. Physiol., 24: 447, 1941.
- 6) Cytopherometer, Carl Zeiss Oberkochen/Wuertt.
- 7) Ambrose, E. J.: Cell Electrophoresis, pp 16-19, 1965, J. & A. Churchill Ltd., London.
- 8) 戸塚忠政・松岡正俊・甘利正哉・小松正裕: 生物物理化学, 9: 61, 1963.
- 9) 山田 喬・荒井裕子・馬場恒男: 医学のあゆみ, 64: 656, 昭43.
- 10) Ruhenstroth-Bauer, G. und Piper W.: Klin. Wschr., 34: 9, 1956.
- 11) 黒田嘉一郎・吉川春寿・中尾喜久・脇坂行一: 血液化学, p 280, 昭38, 朝倉書店.
- 12) Rottino, A. and Grace, W. J.: Ann. intern. Med., 58: 414, 1963.
- 13) Rottino, A. and Angers, J. W.: Blood, 20: 750, 1962.
- 14) Rottino, A. and Angers, J.: Cancer Res., 21: 1445, 1961.

- 15) Angers, J. and Rottino, A. : *Blood*, 17 : 119, 1961.
- 16) Davies, D. F. : *Clin. Sci.*, 18 : 263, 1959.
- 17) Seaman, G. V. F., Kok, D. A. and Heard, D. H. : *Clin. Sci.*, 23 : 115, 1962.
- 18) Sachtleben, P. : *Immunology*, 11 : 41, 1966.
- 19) Sachtleben, P. und Ruhenstroth-Bauer, G. : *Med. exp.*, 6 : 183, 1962.
- 20) Piper, W. und Ruhenstroth-Bauer, G. : *Klin. Wschr.*, 34 : 11, 1956.
- 21) Kuhn, D., Grässlin, D. und Weicker, H. : *Klin. Wschr.*, 45 : 1029, 1967.
- 22) Rauen, H. M., Golovinsky, E. und Norpoth, K. : *Klin. Wschr.*, 46 : 276, 1968.
- 23) Ruhenstroth-Bauer, G., Fuhrmann, G. F., Granzer, E., Kübler, W. und Rueff, F. : *Naturwissenschaften*, 49 : 363, 1962.
- 24) Rueff, F., Fuhrmann, G. F. und Ruhenstroth-Bauer, G. : *Münch. med. Wschr.*, 24 : 1242, 1963.
- 25) Thierfelder, St. und Pichlmayr, R. : *Klin. Wschr.*, 45 : 528, 1967.
- 26) Rueff, F. : *Die Zellektrophorese in der klinischen Diagnostik*, pp 27-45, 1964, J. F. Lehmanns Verlag, München.
- 27) Bier, M. : *Electrophoresis*, pp 427-492, 1959, Academic Press Inc., New York.
- 28) Piper, W. : *Acta haemat.*, 18 : 414, 1957.
- 29) Eylar, E. H., Madoff, M. A., Brody, O. V. and Oncley, J. L. : *J. biol. Chem.*, 237 : 1992, 1962.
- 30) Ponder, E. : *Blood*, 6 : 350, 1951.
- 31) Fuhrmann, G. F., Granzer, E., Bey, E. und Ruhenstroth-Bauer, G. : *Z. Naturforschg.*, 19 : 613, 1964.
- 32) Seaman, G. V. F. und Uhlenbruck, G. : *Klin. Wschr.*, 40 : 699, 1962.
- 33) Seaman, G. V. F. und Uhlenbruck, G. : *Arch. Biochem.*, 100 : 493, 1963.
- 34) Cook, G. M. W., Heard, D. H. and Seaman, G. V. F. : *Nature*, 188 : 1011, 1960.
- 35) Ruhenstroth-Bauer, G., Rueff, F., Straub, E., Kübler, W. und Fuhrmann, G. F. : *Naturwissenschaften*, 48 : 670, 1961.
- 36) Glick, J. L., Goldberg, A. R. and Pardee, A. B. : *Cancer Res.*, 26 : 1774, 1966.
- 37) Cook, G. M. W. and Jacobson, W. : *Biochem. J.*, 107 : 549, 1968.
- 38) Mehrishi, J. N. and Thomson, A. E. R. : *Nature*, 219 : 1080, 1968.
- 39) Sundaram, K., Phondke, G. P. and Sundaresan, P. : *Immunology*, 13 : 433, 1967.
- 40) Abramson, H. A. : *J. exp. Med.*, 47 : 677, 1928.
- 41) Seidl, S. und Holtz, G. : *Klin. Wschr.*, 45 : 588, 1967.
- 42) Jerushalmy, Z., Kohn, A., André de Vries : *Proc. Soc. exp. Biol.*, 106 : 462, 1961.
- 43) Madoff, M. A., Ebbe, S. and Baldini, M. : *J. clin. Invest.*, 43 : 870, 1964.
- 44) Ross, S. W. and Ebert, R. V. : *J. Clin. Invest.*, 38 : 155, 1959.
- 45) Dawber, J. G. and Roberts, J. C. : *Thrombos. Diathes. haemorrh.* 19 : 451, 1968.

(昭和44年9月13日 受付)