

原 著

輸血用スクリーンマイクロフィルターについて

井上義純¹⁾ 金丸敬¹⁾ 清野誠一²⁾
村田長芳³⁾ 仙石陽二⁴⁾

¹⁾ 信州大学医学部附属病院手術部

²⁾ 信州大学医学部麻酔学教室

³⁾ 鹿児島大学医学部解剖学教室

⁴⁾ 日科機(株) (東京)

THE EVALUATION OF BLOOD SCREEN MICROFILTER

Yoshizumi INOUE¹⁾, Kei KANEMARU¹⁾, Seiichi KIYONO²⁾,
Fusayoshi MURATA³⁾ and Yoji SENGOKU⁴⁾

¹⁾ Centralized Operative Section, Shinshu University
Hospital

²⁾ Department of Anesthesiology, Faculty of Medicine,
Shinshu University

³⁾ Department of Anatomy, Faculty of Medicine, Kago-
shima University

⁴⁾ Nikkaki Co., LTD. (Tokyo)

INOUE, Y., KANEMARU, K., KIYONO, S., MURATA, F. and SENGOKU, Y. *The evaluation of blood screen microfilter.* Shinshu Med. J., 27: 175-184, 1979

The microaggregates, when infused in large volumes into the circulation, have the potential hazard to produce microemboli in many organs. It is recommended now that filters should be employed when stored blood is administered. The purpose of this study is to evaluate the efficiency of the polyester mesh filter with a pore size of 40 μ m (Pall filter).

Method: In clinical studies, measurements were performed on heparin fresh blood (in the extracorporeal circulatory system) and on stored ACD whole blood, before and after filtration.

- 1) Samples of blood were analyzed for hemoglobin, erythrocyte, leucocyte, hematocrit, and platelet count with a Coulter counter Model S.
- 2) Volume, wet and dry weight, of microaggregates were measured.
- 3) The materials on the microfilters were examined by scanning electron microscopy.

In experimental studies, measurements were made on the out-dated ACD whole blood, before and after filtration.

- 4) The net wet weight of microaggregates and the flow rate of blood across the 40 μ m microfilter were measured.
- 5) The number, size, and distribution of microaggregates contained in the samples were analyzed using a Coulter counter Model TA II equipped with a 280 μ m aperture.

Results are summarized as follows:

- 1) Hemoglobin, erythrocyte, and hematocrit counts altered considerably: in some samples the

counts increased and in others they decreased. The leucocyte count showed no change. The platelet count showed a tendency to decrease, but there was no significant change.

- 2) There was no significant relationship between microaggregate weights (wet and dry) and blood volume run through the microfilter.
- 3) Weights of microaggregates in Heparin fresh blood were larger than in ACD whole blood after filtration.
- 4) The 40 μ m grid microfilter can tolerate the passage of 2400ml out-dated ACD whole blood without reduction in flow rate and occlusion.
- 5) In the range between 40 and 101 μ m, the number, size, and distribution of microaggregates were not significantly reduced.

These data suggest that previously retained materials may have been discharged from the filter elements. It is quite questionable that the 40 μ m grid microfilter is valuable in the removing of microaggregates; therefore, more arguments should be made for extending the use of surface type microfilters.

(Received for publication; January 18, 1979)

Key words: スクリーンマイクロフィルター (screen microfilter)

微小凝集塊 (microaggregate)

輸血 (blood transfusion)

I 序 言

保存血の輸血にさいして、その合併症のひとつとして微小血栓症 (microemboli) が注目されてきている。その予防のため微小凝集塊 (microaggregate) をとり除く努力がなされており、最近では数種類のマイクロフィルターが開発されてきたがいまだ改良の余地が多い。これらのフィルターはその機能によりふたつに分類される。すなわち表層型フィルター (surface filter) と深層型フィルター (depth filter) である。マイクロフィルターの効果についてはすでに数多くの報告^{1) 2)} がなされてきているが、その適応と選択についてはいまだ不明な点も多い。信州大学医学部附属病院手術部においても 40 μ m マイクロフィルターを使用してきたが、このたび臨床検査成績および 2~3 の実験成績をえたので報告する。

II 材料と方法

A 臨床検査材料と方法

1 マイクロフィルター: 40 μ m 表層型フィルター (Pall 社)。材質はポリエステル。対照検査には輸血用標準フィルター (ニプロ社) を使用した。

2 使用血液: 保存日数が 21 日以内の ACD 保存血 (当院輸血部および日本赤十字血液センター)。採血後数時間以内のヘパリン新鮮血 (当院輸血部)。

3 血液検査: マイクロフィルター通過前の検体は血液保存瓶より、またフィルター通過後の検体はフィルターの下方に連結してある三方活栓より採取し、それぞれの血液検体についてヘモグロビン値、赤血球数、白血球数、血小板数をクーラーカウンター (Coulter counter) S 型で測定した。

4 凝集塊の重量測定: 未使用の 40 μ m マイクロフィルターの 27 コについてその重量を測定し、平均値を使用前重量とした。輸血終了後、マイクロフィルターを 4 $^{\circ}$ C で一晩静置したのちに測定した値から使用前の平均重量値を差しひいた残りの値を凝集塊湿重量とした。そののちさらに 1 年 3 カ月~1 年 7 カ月のあいだ陽当りのよい場所にマイクロフィルターを留置し、自然乾燥したのち測定したそれぞれの値から使用前平均重量を差しひいた値を凝集塊乾重量とした。

5 走査顕微鏡による観察: 輸血終了後、ただちにマイクロフィルターのポリプロピレン製枠を電動ノコギリで切断し、枠内にあるポリエステルメッシュをとり出し次の順序で処理した。

- (a) 2.5% glutar aldehyde で固定 (4 $^{\circ}$ C, 3 時間)
- (b) ethanol で脱水
- (c) iso amylalcohol で置換
- (d) 臨界点乾燥
- (e) ion sputtering (炭素, 白金)
- (f) SEM (日本電子製 TSM-S 1)

B 実験材料と方法

(1) マイクロフィルター：40 μ m 表層型マイクロフィルター。

(2) 使用血液：有効期間(21日)を超えた ACD 保存血(当院輸血部ならびに日本赤十字血液センター)。

(3) 血液点滴の条件：血液保存ビンを床面より 155cm の高さで用し、点滴速度を約 5~6g/min. とした。

(4) 凝集塊の湿重量測定：有効期間を超えた保存血をあらかじめその重量を測定しておいたマイクロフィルターでろ過したのちフィルターの重量を測定し、その値から未使用時のフィルター重量を差しひいた残りの値を湿重量とした。

(5) マイクロフィルターを含む輸血回路の抵抗値の測定：約 5~6g/min. の速度で血液を通過させたのち、回路のクランプを全開し、1 分間に落下する血液の重量を測定した。

(6) 血中粒子分布の測定：マイクロフィルターの上・下に三方活栓を接続し、保存期間を超えた ACD 血液を通過させ、ふたつの三方活栓より採血したものを検体とした。検体を TDA autodilutor AD 220, および Isoton II で 500 倍に稀釈したのちクーラ

ーカウンター (Coulter counter) TA II 型で測定した。aperture size 280 μ m, 測定時間 10 秒~20 秒。

Ⅲ 成 績

A 臨床検査成績

(1) 血液検査成績(表 1)

(a) 血中ヘモグロビン値：対照群(輸血用標準フィルター, n=10)ではフィルター通過後の平均減少率は 0.2% で、3% 以上の変化を示した症例は 1 例であった。マイクロフィルター使用群(n=12)での平均減少率はマイナス 6.9% で 3% 以上の変化のあった症例は増加 5 例, 減少 5 例であった。対照群ではフィルター通過前後の値の差がほとんどみられないのに対してマイクロフィルター使用群では変化の巾が大きく、増減いずれかひとつの方向を示す傾向はみられなかった。

(b) 赤血球数：対照群の平均減少率は 2.5% で、その変化の巾が 5% 未満が 8 例, 残る 2 例はいずれも 10% 以上の減少を示した。マイクロフィルター使用群の平均減少率はマイナス 8.1% で、変化の巾が 5% 未満が 2 例, 5~10% は 3 例(増加 2 例, 減少 1 例), 11~20% は 5 例(増加 3 例, 減少 2 例), 21% 以上は 2 例(増加)であった。対照群における赤血球数の変

表 1 フィルター通過後の血液成分減少率

No.	ヘモグロビン		赤 血 球		白 血 球		血 小 板	
	p - f	s - f	p - f	s - f	p - f	s - f	p - f	s - f
1	23.9	6.8	-22.0	10.3	-4.2	15.1	34.2	11.4
2	6.6	1.7	6.3	1.4	8.6	16.7	10.7	14.4
3	8.8	-0.9	-9.2	14.7	-5.9	0.	50.3	-49.3
4	-0.8	-0.8	-4.2	-1.4	0.	-12.2	27.3	-4.1
5	-16.4	-1.5	-16.1	-0.2	2.0	-4.3	3.4	0.
6	17.3	0.8	18.9	3.8	-16.2	9.7	0.	-4.9
7	14.2	-1.5	15.1	-0.5	-19.2	-12.5	-28.2	12.2
8	-22.4	-0.8	-17.3	-1.7	8.5	7.5	26.3	15.9
9	-50.0	-2.9	-46.7	-1.7	-25.0	-7.4	10.6	30.6
10	-3.9	0.8	-5.7	0.	-2.2	2.4	32.4	15.5
11	-15.8		-17.1		-3.9		16.8	
12	2.9		1.4		2.2		26.7	
n.	12	10	12	10	12	10	12	10
\bar{x}	-6.9	0.2	-8.1	2.5	-2.7	1.5	17.5	4.2
S. D	19.4	2.7	17.8	5.6	8.4	10.6	20.3	21.6

$$\left(\frac{\text{フィルター前値} - \text{フィルター後値}}{\text{フィルター前値}} \right) \%$$

p - f : 40 μ m フィルター

s - f : 標準輸血用フィルター

化が小さいのに対し、マイクロフィルター使用群では変化する巾は大きく、増加・減少いずれか一方にわたる傾向はみられなかった。

(c) 白血球数：フィルター通過後の平均減少率は対照群では1.5%、マイクロフィルター使用群ではマイナス2.7%であった。10%以上変化したものについてみると4例(対照群)、3例(マイクロフィルター使用群)であるが、この変化を減少率ではなくフィルター通過前後の白血球数の差でみると対照群では700/mm³(症例1)、1,000/mm³(症例2)、700/mm³(症例4、7)、マイクロフィルター使用群では600/mm³(症例6)、500/mm³(症例7)、900/mm³(症例9)である。両群とも白血球数の大きな変化はみられなかった。

(d) 血小板数：対照群における平均減少率は4.2%で、20%以上変化した症例は増加・減少それぞれ1例ずつであった。マイクロフィルター使用では20%以上の変化を示した症例は増加1例、減少8例で対照群にくらべあきらかに減少する症例が多くみられる。しかし対照群でも10~20%の範囲で減少したものが6例あり、血小板数については血液がフィルターを通過することによって減少する可能性も考えられ、マイクロフィルター使用群にみられる減少傾向はマイクロフィルターに特有の現象か否かは断定できない。

(2) フィルター内の凝集塊重量：当院手術室において全身麻酔下で手術をうけた患者が1コのマイクロフィルターをとおして輸血された血液量は200~3,000 mlである。図1-左にみられるごとくろ過血液量と微小凝集塊の湿重量との間には一次的な相関関係はみられない($n=46$, $r=0.212$)。さらに1年3カ月~1年7カ月にわたり自然乾燥をおこなった結果でも微小凝集塊乾重量とろ過血液量との間には一次的な相関関係はみられない($n=50$, $r=0.18$, 図1-右)。なおヘパリン新鮮血を使用した場合の凝集塊の重さはACD保存血を使用した場合にくらべ大きい傾向にある。

(3) 走査顕微鏡による観察：図2-写真(1)は未使用の40 μ mマイクロフィルターの拡大図である。写真(2)および(3)は保存日数が13日目にあたるACD保存血をろ過した症例である。コンベイ状に変形した赤血球とおもわれる粒子が茸のごとくフィルター線維にとりついていて状態がみられる。これを凝集塊としてみるとときその集団の結合はそれほど強固なものとはみられない。写真(4)ならびに(5)は採血後数時間以内のヘパリン新鮮血を600mlろ過したフィルターの像である。ACD保存血の場合にくらべ線維状の物質が多く、凝集塊の量も多くフィルターの目のほとんどを覆っている。

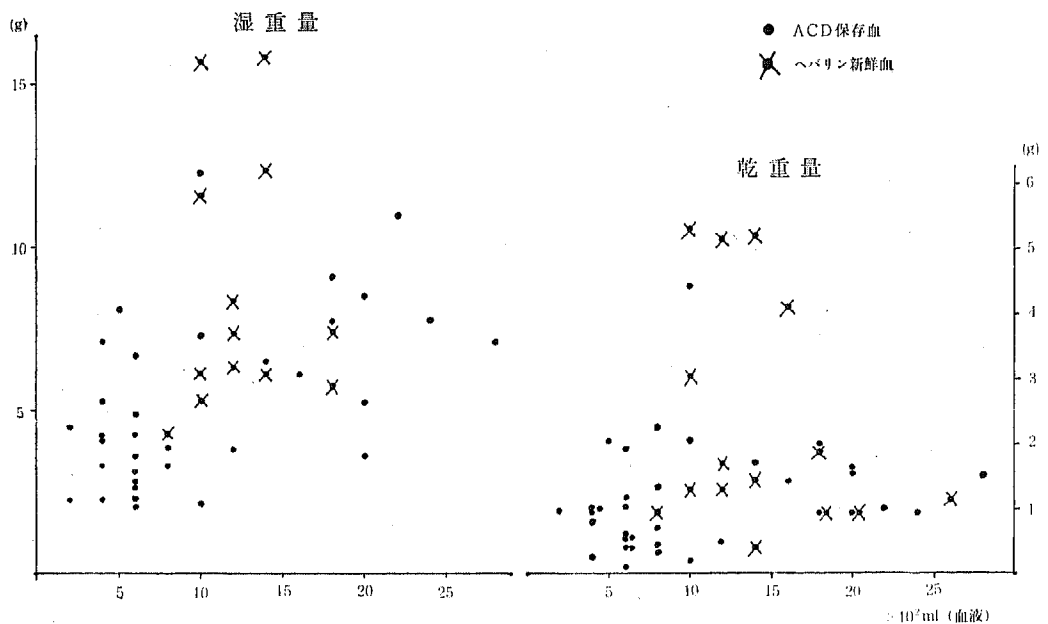


図1 フィルター内凝集塊重量

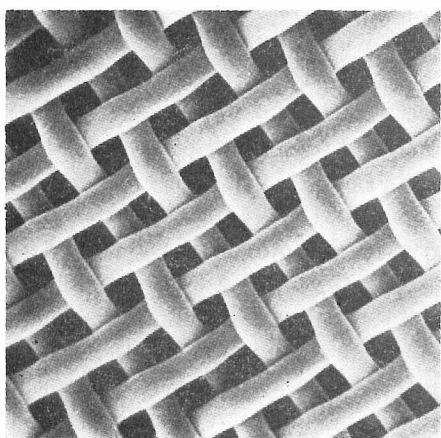


写真 1

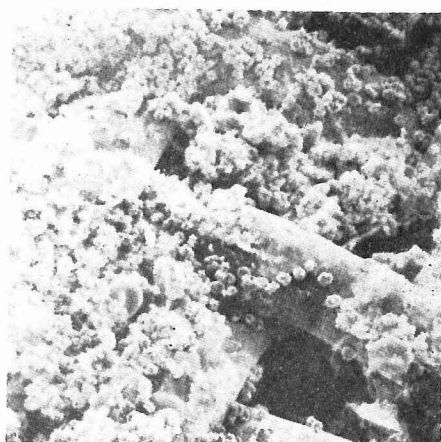


写真 2

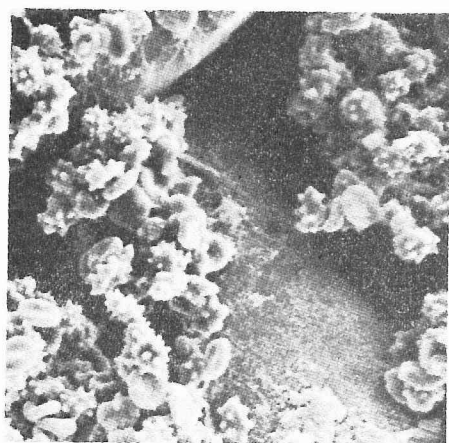


写真 3

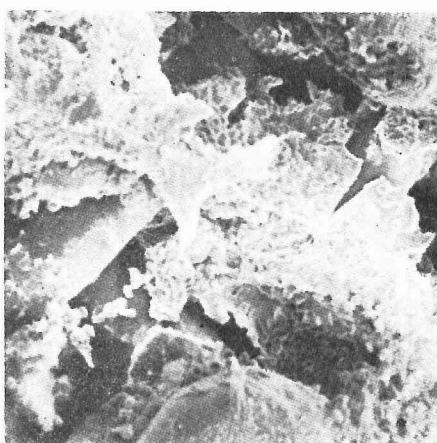


写真 4

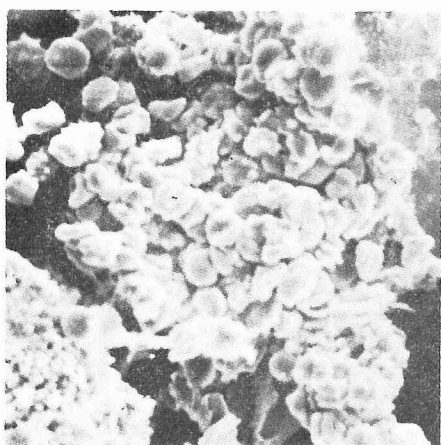


写真 5

写真 1: 未使用フィルター (×100)

写真 2: 13日日 ACD 保存血 1,000ml 使用後の
微小凝集塊 (×300)

写真 3: 13日日 ACD 保存血 1,000ml 使用後の
微小凝集塊 (×1,000)

写真 4: ヘパリン新鮮血 5 時間 600ml 使用後
の微小凝集塊 (×300)

写真 5: ヘパリン新鮮血 5 時間 600ml 使用後
の微小凝集塊 (×1,000)

図 2

マイクロフィルター走査顕微鏡像

B. 実験成績

(1) フィルター内の凝集塊湿重量：使用前の 40 μm マイクロフィルターの重量を測定し、前述の点滴条件（血液保存ビンを 155cm の高さに吊るし、点滴速度は 5~6g/min）の下で通過する血液量が 200ml, 400ml …… 2,400ml の点で湿重量を連続的に測定した。

(a) 使用前マイクロフィルター重量：40 μm マイクロフィルターはその外枠の型のちがいに古い型 (SQ 40) と新しい型 (SQ 40S) の 2 種類がある。

SQ 40型の重量は $23.719\text{g} \pm 0.151 \text{ SD}$ ($n=19$) で、SQ 40S 型の重量は $16.126\text{g} \pm 0.065 \text{ SD}$ ($n=8$) である。

(b) フィルター内湿重量：8 コのフィルターにつ

いて測定した結果、フィルターの凝集塊の重量はほぼ一定であった (図3)。

(2) 40 μm マイクロフィルターをふくむ輸血回路の抵抗値：マイクロフィルターを含む輸血回路の抵抗値を測定する目的で、輸血回路にとりつけてあるクランプを全開し、1 分間に落下する血液量をその重量 (g) で表わした (図4)。生理的食塩水および有効保存期間を超えた ACD 保存血のいずれの場合もその通過する量が 2,200ml, 2,400ml までの範囲では 1 分間に落下する量はほぼ一定であった。

(3) マイクロフィルターを過前後の血中粒子数の検討：クーラーカウンター (Coulter counter) TA II 型によって血中粒子分布を測定し、粒子数を算定した結果を表2に示した。40 μm 以上の粒子のみにつ

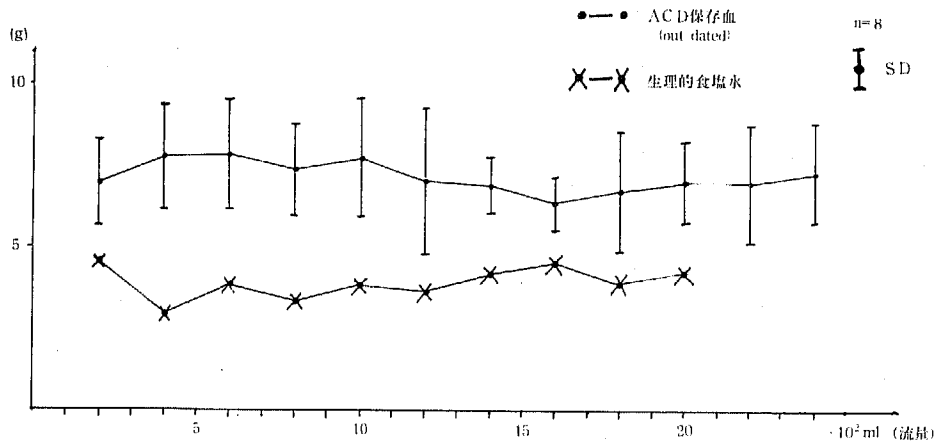


図 3 ACD 保存血 (out dated) 流量とフィルター内凝集塊湿重量

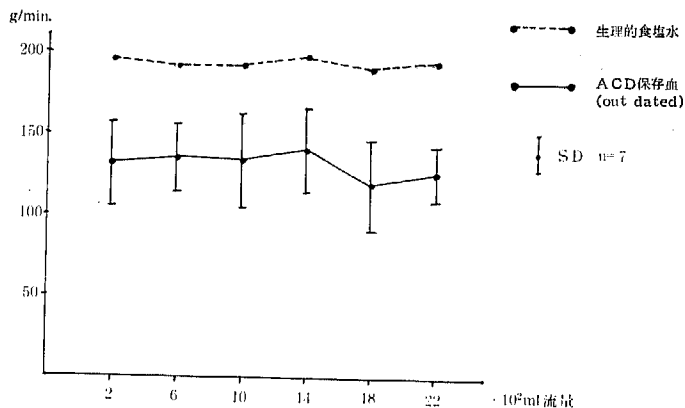


図 4 40 μm フィルターを含む輸血回路のクランプを全開にした場合の一分間落下流量

表 2

フィルター前・後の血中粒子数の比較

(個/ml)

μm	16.0 ~ 20.2	20.2 ~ 25.4	25.4 ~ 32.0	32.0 ~ 40.3	40.3 ~ 50.8	50.8 ~ 64.0	64.0 ~ 80.6	80.6 ~ 101.6
フィルター前	3353	107.80	32.90	10.52	3.85	1.46	0.48	0.24
S D	933	84.50	18.31	5.70	2.56	0.60	0.06	0.03
フィルター後	3236	104.35	28.63	7.85	2.20	1.14	0.48	0.25
S D	1010	56.80	12.50	2.97	0.39	0.05	0.06	0.05

ACD 保存血 (out dated)

n = 9

フィルター: 40 μm スクリーンフィルター

いてみるとフィルター通過後の粒子数は通過前の粒子数に比べて有意の減少はみとめられなかった。

Ⅳ 考 案

輸血に際して血液中の微小凝集塊(microaggregate)をとり除こうとする努力は古くはガーゼを幾枚も重ねあわせてろ過する試みにはじまったが現在では十種類近くのマイクロフィルターが考案され、そのうち7~8種類が臨床に使用されているようである。これらのマイクロフィルターはその構造・機能によって2つに分類し得る。ひとつは表面捕捉型(surface filter, screen filter)といわれるもので工業的に作成された細孔(spore)の大きさによりフィルターの細孔よりも大きな凝集塊を物理的に遮断する(intersept)型である。Pall フィルター(40 μm , 米国), Biotest フィルター(10 μm , 西独)がこれに属する。いまひとつはダクロン, ナイロン, ポリウレタンなどの素材自身のもつ表面活性作用により凝集塊を吸着し(adsorpt), さらに物理的に遮断することにより捕捉しようとするもので深層型フィルター(depth filter)と呼ばれている。Swank フィルター(10 μm , 米国), Fenwall フィルター(20 μm , 米国), Bentley フィルター(27 μm , 米国), テルフュージョンフィルター(20 μm , 日本)などがこの型に属する。さらに2つの型の併用型としては Johnson and Johnson フィルター(20 μm , 米国)がある。輸血にあたってこれらのフィルターのなかからどれを選べばよいかという問題はむづかしい問題である。当院手術室ではろ過能力の大きいこと, 価格が比較的低廉であることの2つの理由から Pall フィルター(40 μm , 米国)を使用してきたが, その使用経験を通じてスクリーンマイクロフィルターの効能について, 1)有効血液成分に対する影響, 2)微小凝集塊を確実に捕捉しているか否かの面から考えて

みたい。

血液成分に対する影響は表1に示したようにヘモグロビン値, 赤血球数はいずれも大きく変化するが増減いずれか一定の傾向をもつものではなかった。フィルター通過後の数値が増加する場合についてはすでにフィルター表面に捕捉されていた凝集塊の影響を受けた為によるものと考えられる。血小板数についてはおおよそ減少するケースが多いようである。Reul ら¹⁾は40 μm スクリーンマイクロフィルターでろ過した血液の血小板数が著明に減少していることを報告しているが, Cullen ら⁶⁾, Mason ら⁷⁾の報告では血小板数の減少傾向はみとめられるもののその程度は対照群に比べて有意の差をもつほどではなかった。さらに Mason らは ACD 保存血とヘパリン保存血についてそれぞれ40 μm マイクロフィルター通過前後の血小板数の変化を比較しているが抗凝固剤の種類による差異はみられなかった。これらの血液変化は輸血にあたって必ずしも好ましいものではないと考える。

スクリーンフィルターの性能を評価する方法は現在確立されていない。それは砂利などの固型物の大きさによる選別を行なう場合と異なり, 凝集塊そのものが軟柔なものであり容積, 大きさ, 数が流動的に変化する塊であるためである。現在のところ考えられる方法としては, (a) フィルター表面に捕捉された凝集塊の量あるいはフィルターの抵抗の変化を検討する直接的な方法と, (b) フィルター通過前後の血液の性状を比較する間接的な方法があげられる。フィルター内に捕捉された凝集塊の量をその重量で表わす方法ではフィルター内の水分その他の血液成分を分離することは困難である。微小凝集塊は一般には血小板が凝集し, そこへ機能を失なった赤血球や白血球が加わり, さらに線維素・崩壊した細胞膜, 脂質, 蛋白沈澱物が参加して形成されるものと考えられている。フィルター通過

前後の血液を比較する方法としては Swank の SFP (screen filtration pressure) 法と血中粒子数を測定する方法が一般的である。SFP 法は Swank³⁾ が血液の粘稠度を調べる際に考案されたもので、血液に一定の圧力を加わえて 0.125 インチ(直径)の管に血液を通し 20 μ m メッシュを通過する際に生じる抵抗を圧トランスジューサーで測定する方法である。Swank によると ACD 保存血では 5 日目頃より急激に SFP 圧が上昇し、ヘパリン血では採血後 24 時間以内に圧が著明に上昇した。このような SFP 圧の上昇は微小凝集塊の増加によるものと考えられた。現在では 20 μ m メッシュのかわりに 4~10 μ m メッシュが多く利用されている。奥秋ら⁴⁾も 20 μ m, 55 μ m, 100 μ m メッシュを用いた SFP 法で Swank と同様の結果を得ている。SFP 法は微小凝集塊の量の変化を知るうえで有効な方法であるが、40 μ m マイクロフィルターの評価にあたってはメッシュの目の適当な大きさについて検討する必要がある、また SFP 圧の変化が微小凝集塊のみによって生ずるものか否か疑問が残る。血中粒子数を測定する方法もまた有効な手段⁵⁾ではあるが数個の凝集塊が連なって通過する場合にはこれを 1 コと算定する可能性があり、また凝集塊は簡単に分裂することが出来るために見かけ上の個数が増えることもありうる。さらに微小凝集塊以外の異物や気泡も算定されるであろう。以上述べてきたようにスクリーンフィルターの評価にあたっては信頼できる確実な方法がみあたらない現在、いろいろの面から検討し判断しなければならぬ。

フィルターでろ過される血液量が多いほど、捕捉される凝集塊の重量も大きいであろうという素朴な推測に対し凝集塊の湿重量・乾重量ともろ過血液量との間には一次の相関関係はみられなかった(図 1)。ヘパリン新鮮血は採血後 4~5 時間という比較的短かい保存時間にもかかわらず ACD 保存血にくらべてその凝集塊重量は大きい傾向がみられた。このことは前述の Swank, 奥秋らの報告とも一致するもので、ヘパリン血中では早い時期に微小凝集塊が形成される理由のひとつとして神前ら¹¹⁾はヘパリン血中では解糖作用が高まり血小板が凝集しやすい状態にあるためだと説明している。心血管系の治療にあたってヘパリン血を使用する際には十分な配慮が必要であろう。凝集塊重量とろ過血液量に関する臨床成績を確認する目的で ACD 保存血(out dated)を用いて個々のマイクロフィルターについて連続的に凝集塊重量を測定してみ

た。その結果ろ過血液量 2,400ml 以内ではフィルター内の湿重量は増加することなくほぼ一定であった(図 3)。この実験成績は臨床成績とは矛盾しない。さらに興味あることはほとんどのフィルターにおいてろ過血液量が 400ml, 600ml あるいは 800ml のいずれかの点で湿重量がいったん下がってその後再び増加する現象がみられることである。以上の臨床・実験成績を説明しうるひとつの推測はフィルター表面に捕捉されている凝集塊に対してフィルター内に生じた或る種の力が加わえられ、凝集塊が小さく破砕されてフィルターの細孔から脱落する(unload)のではないかという可能性である。輸血の速度が早いほど脱落する可能性は大きくなるものと考えられる。実験条件として点滴速度を 5~6g/min としたが、手術室においてはこれよりもはるかに速い速度で輸血しなければならぬ場合も多く、この事実をふまえるとき、点滴速度がゆるやかな場合の実験成績はフィルターを使用する立場にあっては必ずしも必要なものではない。またフィルター表面で遮断・捕捉された凝集塊の量が増加するとフィルターの目づまりがおこり血液の流れに対する抵抗が増大することが予想される。メッシュの抵抗値を直接測定することが望ましいのであるが、マイクロフィルターの外枠を 40 μ m メッシュを害なうことなく取りはずすことは技術的に極めて困難であるため、フィルターを含めて輸血回路の抵抗を調べることにした。その結果ろ過血液量 2,200ml 迄は目づまり現象は全くみられず 1 分間に落下する血液量もほぼ一定であった(図 4)。この実験成績は 40 μ m フィルターのみの抵抗を示すものではないが、フィルター以外の回路に血餅の附着など血液の流れに対する抵抗を増大させる変化がないことを考えあわせると、フィルターのみの抵抗の変化は軽微なものと推測しうる。さらに 1,000ml 以上の血液をろ過したマイクロフィルターの直上に圧トランスジューサーを接続し生食水が通過する際の抵抗値の測定を試みたがプラスの抵抗値を得ることは出来なかった。以上の実験成績は血液の非常に小さな変化を測定する SFP 法による諸家の報告⁴⁾⁷⁾¹⁰⁾¹³⁾とは一致しないが、これに対する考え方としては、(1)フィルター内の凝集塊の量が少なかった、(2)微小凝集塊の量が多く存在しても抵抗値の変化は微小な値として表現される、のいずれかであろう。Pall フィルターについて Silvey ら¹²⁾は血液 10 単位(5,000ml)まで使用可能だとし、Goldiner¹³⁾は 3,000ml までろ過の変化はみられなかったと報告しており、Gervin ら¹⁴⁾は SFP の

測定によってそのろ過能力を2,000mlぐらいであろうと判断している。すなわちフィルターに目づまり現象がおこり、血液の流れが極端にわるくなるのは血液4,000~5,000mlのあたりであるが、ろ過能力の限界はそれよりも早い時期にあると判断できる。このようなろ過抵抗の小さいこと、ろ過血液量が3,000ml以上におよんでも全く目づまりがみられないという2点は他のマイクロフィルター、とくに深層型フィルターにはみられない40 μ m スクリーンマイクロフィルターのもつ特徴である。従来はその理由としてろ過面積の広い(161cm²)ことがあげられてきたが、この説明は十分な説得力をもつとはいえないように思われる。一般的にはフィルターがその機能を喪失したと判断される時期は目づまり現象がおこり、被ろ過物体の流れが悪くなった時点とされるが、40 μ m フィルターについては目づまり現象が起きる以前にそのろ過機能が低下する可能性のあることをフィルターの使用にあたっては念頭においておかねばならぬ。

クーラーカウンター (Coulter counter) TA II 型でマイクロフィルター前後の血中粒子数を測定した(表2)。その結果、フィルターを通過することによって血中粒子数が有意に減少しているとはいえない。個々の粒子分布表についてこれをみると、40 μ m 以上の粒子をクリアカットしている場合とそうでない場合があり、とくに40~50 μ m の粒子については遮断効果は可成り不確実である傾向がみとめられる。40 μ m スクリーンマイクロフィルターは40 μ m 以上の微小凝集塊のすべてをクリアカットするものではない—当然のことではあるが—という事実をその使用にあたって理解しておくべきである。以上の成績を総合すると、(1) フィルター表面に一度は捕捉された凝集塊も脱落する可能性がある、(2) 40 μ m 以上の粒子の遮断効果は必ずしも確実なものとは言えないという結論に達するが、このことは直ちに40 μ m スクリーンフィルターの臨床的価値を否定するものではない。すなわちマイクロフィルターの効果を臨床面から見るとき、微小凝集塊のすべてを遮断することはなくても、凝集塊の容積或いはその数を減少させるだけでもその存在価値を十分に評価することが出来る。現在までのところ臨床面よりの検討は専ら肺機能の観察に偏っている。Reul ら¹⁰⁾は外傷患者に大量輸血をおこなった際、40 μ m マイクロフィルターを使用した群と使用しなかった群について肺機能不全の合併率を比較した結果、使用群の合併率は15.4%、非使用群では50%であった。

浅井ら¹⁰⁾は犬の実験において40 μ m マイクロフィルターを使用した結果、肺動脈圧の上昇は軽度で、かつ肺浮腫も少なかったと報告している。医療手段のひとつとして輸血の果たす役割が大きい現在、マイクロフィルターのもつ臨床的価値もまた高いと言えるであろう。深層型フィルターについては高折ら⁹⁾は全身麻酔下での手術患者における肺機能を調べた結果、その有用性を明らかにしているが、表層型と深層型の比較については稿を改めることにしたい。

つぎにマイクロフィルターの適応について少しふれておきたい。Cullen ら⁶⁾、Gervin ら¹⁴⁾の意見を参考にしてマイクロフィルターの適応を考えると、(1) 心血管外科および脳外科、(2) 患者に肺機能障害がある場合、(3) 全身状態から判断してリスクの高い場合、(4) 老人、(5) 保存血の大量急速輸血を必要とする場合、(6) 保存日数が15日以上におよぶ保存血を使用する場合などがあげられるが、このほか、(7) 保存血を1,000ml以上使用する場合も適応とする意見もある。高折¹⁵⁾は保存血を輸血する場合、輸血量に関係なくマイクロフィルターの使用を望ましいとしているが、妥当な意見と考える。

IV 結 語

40 μ m スクリーンマイクロフィルターについて臨床材料では血液検査(Hb 値、赤血球数、白血球数、Ht 値、血小板数)およびフィルター使用後の微小凝集塊の重さ(湿・乾重量)の測定をおこない、あわせて走査顕微鏡でフィルター表面を観察した。実験材料としてACD 保存血(out dated blood)を使用し、血液ろ過後のフィルター内凝集塊の湿重量の測定、輸血回路の抵抗の測定をおこなった。またクーラーカウンター (Coulter counter) TA II 型でフィルターを通過する前・後の血中粒子分布を検討した。

(1) Hb 値、赤血球数：対照群にくらべマイクロフィルター使用群では変化する巾が大きい、その変化は増減まちまちである。

白血球数：大きな変化はみられない。

血小板数：全般的に減少する傾向にあるが、対照群に比べ有意の差をもつにいたらなかった。

(2) フィルター内に捕捉された凝集塊の重量と輸血量との間には一次的相関関係はみとめられなかった。

(3) フィルターを通過する前と後の血液について

それぞれの血中粒子分布を検討した結果、有意の差はみられなかった。

(4) 微小凝集塊の量はヘパリン新鮮血では ACD 保存血の場合よりも多く、これを走査顕微鏡で観察した。

稿をおわるにあたり、信州大学理学部 横井政時教授ならびに信州大学医療技術短期大学部 広沢毅一助教授よりご助言をいただきましたことに対し謝意を表します。

文 献

- 1) Reul G. J., Greenberg S. D., Lefrak E. A., McCollum W. B., Beall A. C. and Jordan G. L.: Prevention of post-traumatic pulmonary insufficiency. Arch. Surg., 106 : 386-394, 1973
- 2) Walker A. K. Y.: Blood microfiltration. Anesth. 33 : 35-40, 1978
- 3) Swank R. L.: Alteration of blood on storage: Measurement of adhesiveness of aging platelets and leukocytes and their removal by filtration. New Eng. J. Med., 265 : 728-733, 1961
- 4) 奥秋 晟, 斉藤公男, 藤井真行, 鈴木敦子: 保存血中の microaggregate に関する研究. ICU と CCU, 1 : 31-37, 1977
- 5) Solis R. T., Goldfinger D., Gibbs M. B and Zeller J. A.: Physical characteristics of microaggregates in stored blood. Transfusion, 14 : 538-550, 1974
- 6) Cullen D. J. and Ferrara L.: Comparative evaluation of blood filter. Anesth., 41 : 568-575, 1974
- 7) Mason K. G., Hall L. E., Lamoy R. E. and Wright C. B.: Evaluation of blood filters: Dynamics of platelets and plate aggregates. Surgery, 77 : 235-240, 1975
- 8) Reul G. J., Beall A. C. and Greenberg S. D.: Protection of the pulmonary microaggregate by fine screen blood filtration. Chest, 66 : 49-, 1974
- 9) Takaori M., Nakajo N. and Ishii T.: Changes of pulmonary function following transfusion of stored blood. Transfusion, 17 : 615-620, 1977
- 10) 浅井康文, 佐々木孝, 金 有世, 安達博昭, 草島勝之, 須田義雄, 和田寿郎: 保存血大量輸血の肺に及ぼす影響. 日外会誌, 77 : 217-219, 1976
- 11) 神前五郎, 今岡真義: 輸血に伴う生体反応. 臨外, 31 : 595-599, 1976
- 12) Silvay G. and Miller R.: Blood microfilters and the anesthesiologist. Anesth. Rev. December : 11-15, 1976
- 13) Goldiner P. L., Howland W. S. and Ray C.: Filter for prevention of microembolism during massive transfusion. Anesth. Analg., 51 : 717-725, 1972
- 14) Gervin A. S., Mason K. G. and Wright C. B.: The filtration limitation of Ultrapore filters. Surgery, 77 : 186-193, 1975
- 15) 高折益彦: 大量輸血に伴う肺微小血栓症. 呼吸と循環, 24 : 1059-1063, 1976

(54. 1. 18 受稿)