

自家輸血 (Autotransfusion) 装置 —Haemonetics Cell Saver を中心に—

近年、多発外傷患者の増加、開心術適応の拡大などに伴い、輸血に使用される血液の需要が高まっているが、供給量は必ずしもそれに平行していない。輸血に伴うB型肝炎の罹患頻度は輸血量が多いほど増すわけであり、わが国のように1単位が200mlの場合には欧米に比較して2.5倍危険性は高くなる。エホバの証人という宗教では他人の血液の使用は絶対的禁忌である。輸血が必要とされるときに血液が常にすぐ入手できないことも多く、ことにまれな血液型の場合には大きな問題となる。術中の出血量を減少しようとする試みとしては、低血圧麻酔法や術前採血による血液希釈法などがあり、それぞれある程度の目的は果たしている。白い血液と注目される人工血液のPFC乳剤の開発、研究そして臨床応用も進行しており、その将来を大いに期待する1人であるが、ルーチンに使用するにはまだ歳月が必要であろう。自家輸血装置使用による自家輸血 (autotransfusion) は、わが国ではあまり応用されていないが、米国では10年前くらいから試みられ始めてこの5～6年でかなりの普及をみ、現在では筆者の勤務しているアイオワ大学病院を含めて開心術施行時にはほぼルーチンのものとなってきている。

1. 自家輸血の歴史と装置

自家輸血の歴史は1818年に Blundell が簡単なフィルターとチューブによる方法を紹介したことには始まる。現在臨床で使用されている装置は Klebanoff が1970年に Am. J. Surg. に発表した Bentley 装置 (図1) に始まり、自家輸血装

置の技術的影響をその後に開発される装置に及ぼしている。1976年には Noon らにより術野からの血液収集に工夫がなされ、より簡単なものとして Sorenson 装置が発表された (図2)。これらの2つの装置使用には患者へのヘパリン投与が必要とされ、体外循環使用時に多く活用されてきている。その後、集めた血液を遠沈することで洗浄し、赤血球だけを取り出して赤血球輸血が考えら



図1. Bentley 自家輸血装置

血液はサクシオンチューブにより吸引され、右上部のリザーバーに集められ、2本の静脈路から輸血される。中央のポンプにより集められる血液量と輸血量が調節される。

れ, IBM 装置 (当初は集めた血液を血液銀行に送り遠沈分離していた), つづいて手術場で使用可能な小型で効率の良い装置が開発され, Haemonetics Cell Saver として登場するのである. この頃には IBM, Sorenson も種々の改良を試み, 臨床使用をより容易にしている. 表1は Haemonetics, Sorenson, IBM の特性を比較したものである. 救急センター, ICU, 手術場での予期せぬ大量出血時には Sorenson Trauma/Mediastinal 装置, Bentley 装置が, 大量出血が予想される手術時や開心術時には Haemonetics 装置, IBM 装置が使用される. 前者では集めた血液をフィルターを通すだけで投与するので, 迅速な自家輸血により循環血液量の回復が可能であるが, 空気栓塞や DIC の危険性が高い. 後者の場合には洗浄赤血球輸血であり DIC や空気栓塞の可能性はほとんどなく, 水分の過剰投与も防止できる.

2. Haemonetics Cell Saver

この装置の心臓部は Latham phresis bowl である. 図3左の部分は固定されていて入口部と出

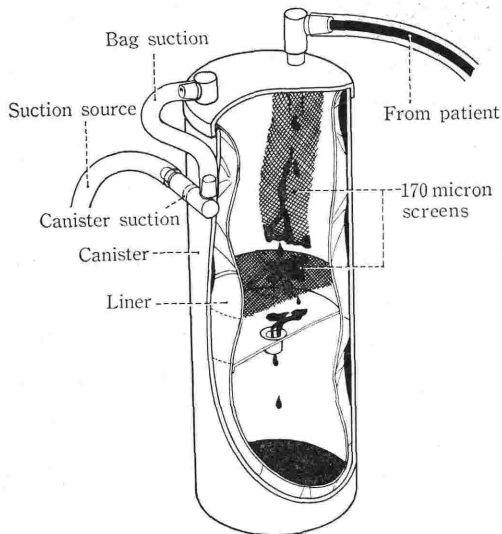


図2. Sorenson 装置の模式図

血液は, 2つの170ミクロンのスクリーンを経て, 下部のキャニスター内部のバッグに滴下するようになっている.
血液が溜ったところで, キャニスターをはずしてバッグを取り出し輸血に供する.

表1. Haemonetics, Sorenson, IBM の自家輸血装置の比較

	Haemonetics	Sorenson	IBM 2991 Model 2
Systemic Heparinization	-	-	-
Regional Anticoagulation	+	+ (Trauma) - (Mediastinal)	+
Blood Trauma	+	+	+
Suction mmHg	0-100	Cravity or 30-100	0-100
Suction Type	Wall or DeBakey pump	Wall pump	Wall or DeBakey pump
Product	Intact washed red cells-Hct 65-70	Whole blood Hct<Patient	Intact washed red cells Hct 65-70
Infusate			
1. Fibrin Split Products	Minimal	Present	Minimal
2. Activated clotting factors	Minimal	Present	Minimal
3. Free hemoglobin	<100mg%	Up to 500mg%	<100mg%
4. Red cell stroma	Minimal	Present	Minimal
5. Contents of destroyed cells	Minimal	Present	Minimal
DIC	Not reported	Not reported	Not reported
Air Embolization	Not reported	Not reported	Not reported

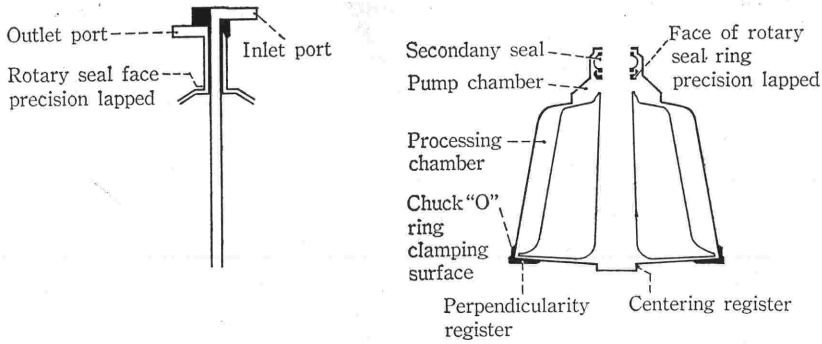


図 3. Latham phresis bowl の仕組

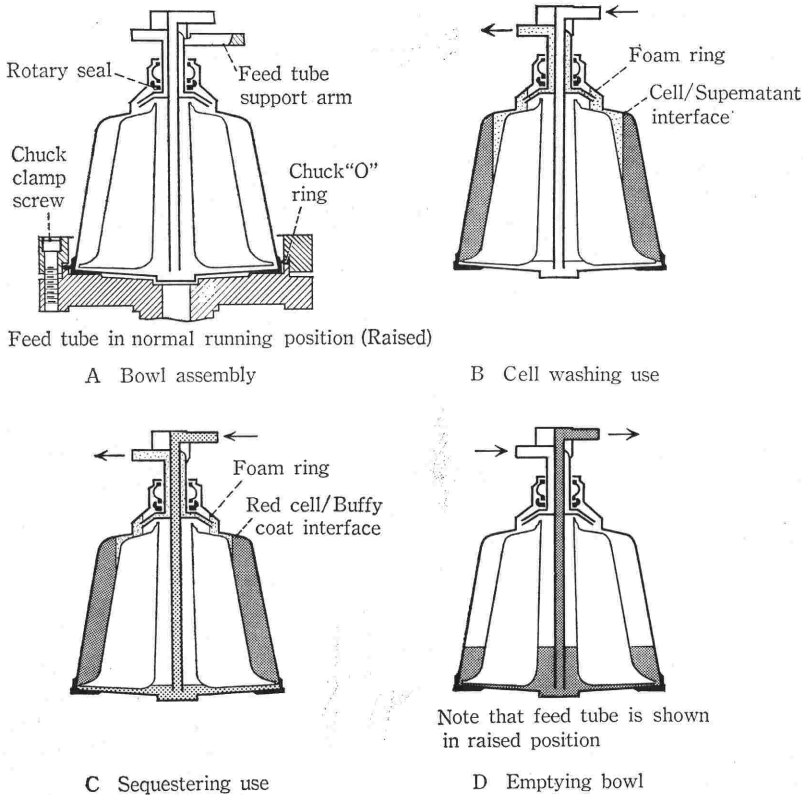


図 4. Latham phresis bowl の機構

口部があり、図 3 右の部分は 1 分回りに 4,800 回転するようにできている、ちょうどアイスクリームを作る時のアイデアに類似している。図 4 A はこの 2 つの部品を組み合わせて遠洗装置に固定したところであり、bowl の内側と外側は rotary seal で分離されている。B は赤血球が洗浄されているときの状態、C は洗浄液を回収している状態、D は洗浄された赤血球を回収している状態をそれぞれ

示している。B, C, D を経て、Hct 60~65% の洗浄赤血球がえられ、抗凝固薬、血液の破壊産物などが除去される。図 5 は術野から血液回収のためのセットアップを示したものである。a は壁吸引装置に接続され 100mmHg で吸引される。b は血液のリザーブ、c は本体の bowl に接続される。d は生理的食塩水 1,000ml に 60,000 単位のヘパリンが使用される。このヘパリンの量は 10l の血液

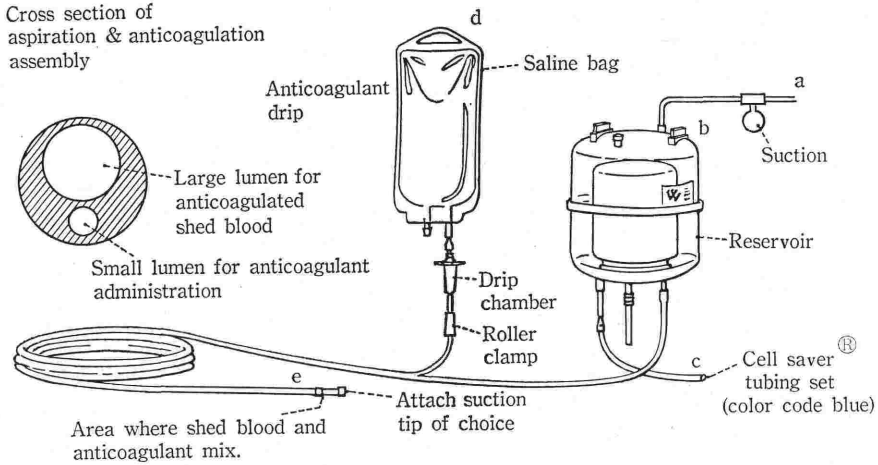


図 5. 術野からの血液回収のためのセットアップ

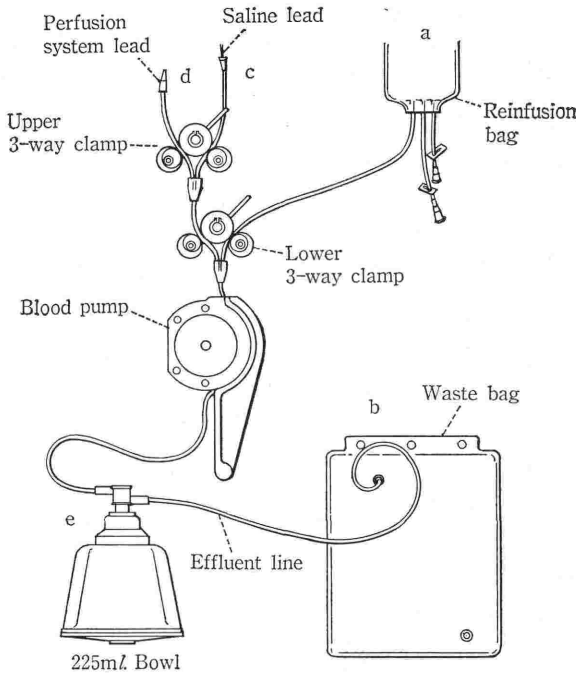


図 6. 体外循環回路からの血液回収のセットアップ

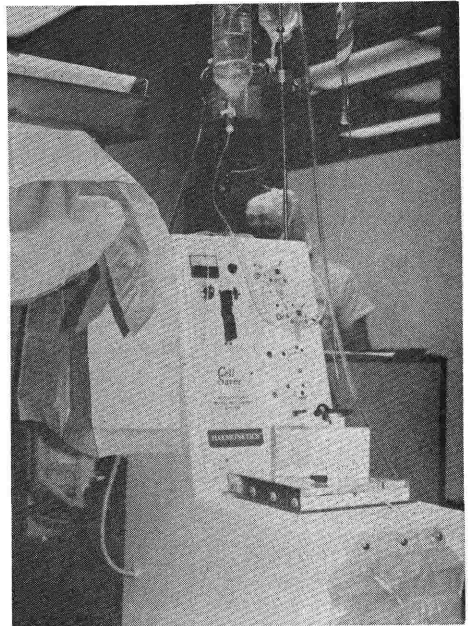


図 7. Haemonetics Cell Saver の実物図

に抗凝固作用を期待できる量であり、回収される血液量に併せて使用量を決定する。eは術野からの血液吸引のためのサクションとチューブである。図6は体外循環回路からの血液回収のためのセットアップを示したものである。aは輸血用赤血球回収バック、bは洗浄された液回収バック、cは洗浄用の生理食塩水、dは体外循環回路に接続される部分であり、eはHaemoneticsのbowlである。回路内の血液は2つの3 way clampとポ

ンプにより bowl 内に集められ、前述した経路で洗浄赤血球がえられるわけである。図7は冠動脈バイパス手術において実際に使用されているHaemoneticsの実物写真である。上部のリザーバーに血液が吸引されている。本体下部に図3 Latham phresis bowlが収容されている。この装置はポンプ技術員により操作されているが、この手術室で働く看護婦や医師も操作方法には精通している。

3. 自家輸血の利点と今後の問題

ここで紹介した装置はアイオワ大学病院で、すでに2年間半にわたり使用されてきている。開心術は年間1,000例ほど施行されているので、2,500例近くにルーチンに応用されていることになる。その成果はそのうちに、何かの形で発表されると思うが、いくつかの利点があげられる。① 輸血量を減少することで患者の経済的負担を軽くしている。体外循環回路のプライミングにも血液は使用していないし、90%以上の症例では術中に自家輸血以外に輸血は行っていない。② 新鮮洗浄赤血球であるために、開心術後に多く経験する過剰水分投与を防止できる。③ 2,3 DPG は高く維持される。④ osmotic fragility は低い。血液回収、洗浄の段階で古い血球は破壊されるためと思われる。⑤ 術中に生体内で産生される血管作動性物質も除去される。⑥ 自家輸血であるために、肝炎、異型輸血などの危険性は全くない。⑦ DIC の報告はいままでにない。

今後の問題としては、phresis bowl を改良して洗浄赤血球だけでなく、凝固因子などの各コンポーネントに分離して使用できるようになれば理想的と考える。わが国においても、自家輸血装置の普及および開発改良は重要なことと痛感している。

Haemonetics

400 Wood Road
Braintree, MA 02184, U.S.A.

IBM

Information Records Division
P. O. Box 10
Princeton, NJ 08540, U.S.A.
Sorenson Research Company
4387 Atherton Drive
Salt Lake City, UT 84107, U.S.A.

文 献

- 1) Orr, M. : Autotransfusion: The use of Washed red cells as an adjunct to component therapy. *Surgery* 84 : 728~730, 1978.
- 2) Schaff, H. V., Hauer, J., Gardner, T. J., Donahoo, J. S., Watkins, L., Gott, V. L., Brawley, R. K. : Routine use of autotransfusion following cardiac surgery: Experience in 700 patients. *Ann. Thoracic Surg.* 27 : 493~499, 1979.

劔 物 修

北里大学医学部麻酔科
北里大学病院救急センター部