

研究

論文

脱血流量制御器“トリプルフロー”の考案

東京女子医科大学付属日本心臓血圧研究所 人工心肺室

鈴木 進 風間 茂
佐々木 章 涌井 好二

同 循環器外科

遠藤 真弘 小柳 仁

I. はじめに

生体より人工心肺への静脈血導入には、ポンプ脱血法、サイホンの原理を用いた落差脱血法がある。今回、我々は、落差脱血法を用いた体外循環時に人工心肺への移行時および離脱時などに脱血流量の段階的増加、減少を確実にかつ容易に制御できる落差脱血流量制御器（以下、トリプルフロー）を考案したので報告する（写真1）。

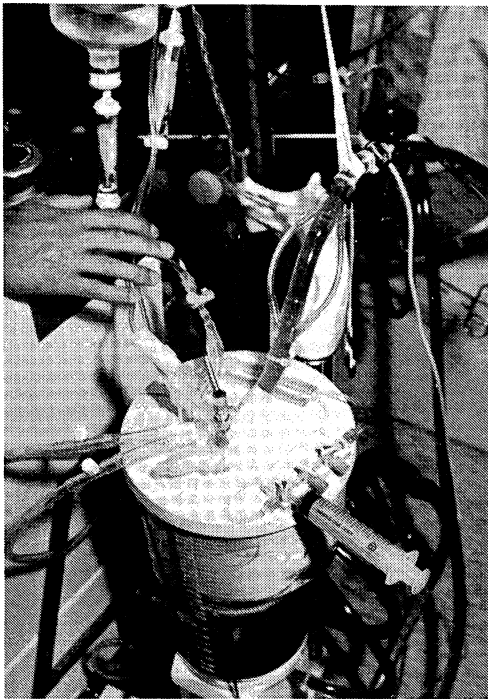


写真1

II. トリプルフローの形状および使用方法

形状は、脱血回路主導管に、2本の細いバイパス管（以下、側管）をもつ簡単な構造で、流量制御方法は、主導管および2本のバイパス管をチュ

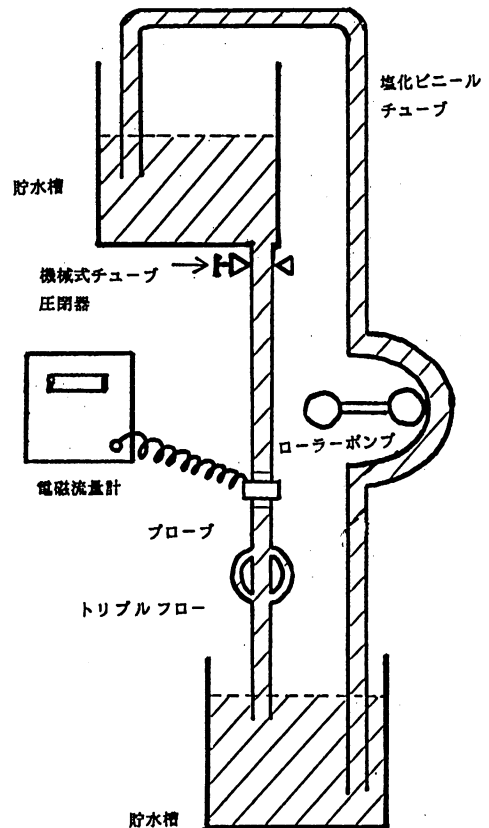


図1 実験回路

一ブ鉗子で開閉させることにより行うものである(図1)。

また、試作に先立ち成人体外循環での使用を前提とした諸条件を定めるため、当研究所での冠動脈バイパス術施行100症例の平均体重、平均体外循環灌流量および手術時の心房より人工肺静脈貯水槽液面上部までの平均落差高を調べた。その結果、平均体重は 62 ± 9 kg、平均体外循環灌流量は 3720 ± 540 ml/min、平均落差高は50cmであった。

これからの結果より、トリプルフロー製作条件は落差高50cmにおける最大脱血流量 4 ± 1 ml/minでの流量制御とした。流量制御量は、主導管を閉じて60%、さらに側管を1本閉じることにより30%の流量を得ることができれば、実用上問題はないと考え、実験検討の結果主導管部は内径1/2、側管部は内径3.1mmの2本とした。

Ⅲ. 実験方法

1. 実験回路

100 cm, 75 cm, および50 cmの落差を設定できるように上下の貯水槽を内径1/2の管で接続し、途中に日本光電工業製電磁血流量計FF-012 T体

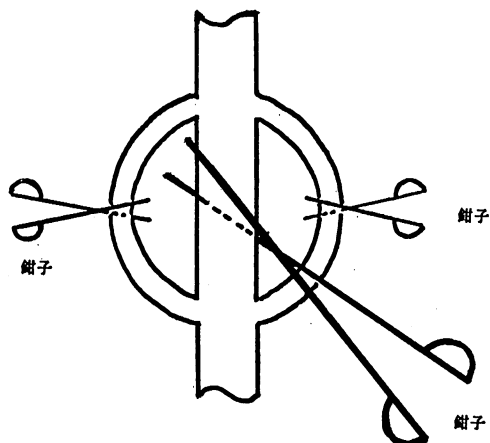


図2 トリプルフローの形状

外型(以下、流量計)およびトリプルフローを挿入した。挿入位置としてはトリプルフローは下部貯水槽液面より30cm上方、さらに5cm上方に流量計を設置した(図2)。

なお、流体は生理食塩水を用い常温下で行い、再循環方式にて行った。

2. 流量および落差設定

3, 4, および5 l/minの各流量設定は、下

表1 実験結果

流量 3 l/min				
	3.1 mm × 2		3.1 mm	
落差 50 cm	1 6 9 0 ml/min	(5 6, 3%)	9 6 0 ml/min	(3 2, 0%)
7 5 cm	2 0 6 0	(6 8, 7)	1 2 9 0	(4 3, 0)
1 0 0 cm	2 1 0 0	(7 0, 0)	1 3 6 0	(4 5, 3)
流量 4 l/min				
	3.1 mm × 2		3.1 mm	
落差 50 cm	1 8 2 0 ml/min	(4 5, 5%)	1 0 0 0 ml/min	(2 5, 0%)
7 5 cm	2 3 5 0	(5 8, 8)	1 3 6 0	(3 4, 0)
1 0 0 cm	2 4 2 0	(6 0, 5)	1 4 5 0	(3 6, 3)
流量 5 l/min				
	3.1 mm × 2		3.1 mm	
落差 50 cm	1 9 1 0 ml/min	(3 8, 2%)	1 0 0 0 ml/min	(2 0, 0%)
7 5 cm	2 5 3 0	(5 0, 6)	1 3 9 0	(2 7, 8)
1 0 0 cm	2 6 0 0	(5 2, 0)	1 5 0 0	(3 0, 0)

部貯水槽より Sarns 社製 7000-MDX Blood Pump を用いて上部貯水槽へ汲み上げ、上部貯水槽流出部を機械式チューブ圧閉器を用いて流出量および液面の一定化を図った。

3. 測定方法

測定は50, 75および100cmの落差の条件下に最大流出量3, 4および5ℓ/minでのそれぞれでの流量変化を測定した。

流量減少測定は、最初に主導管を鉗子で閉じ、続いて片方の側管を閉じ測定した。流量増加測定は全部を閉じた状態より片方ずつ側管を開放し、最後に主導管を解放して測定した(表1)。

IV. 臨床使用

臨床使用は、冠動脈バイパス術8症例、ASD 2症例に用いた。人工心肺装置はトノクラ医科工

表2 臨床使用結果

①体重63kg 平均体外循環還流量3800ml/min		
	3.1mm×2	3.1mm
体外循環移行時	1800ml/min (47, 4%)	1000ml/min (26, 3%)
体外循環離脱時	1700 (44, 7)	800 (21, 0)

②体重53kg 平均体外循環還流量3200ml/min		
	3.1mm×2	3.1mm
体外循環移行時	1500ml/min (46, 9%)	900ml/min (28, 1%)
体外循環離脱時	1800 (56, 2)	900 (28, 1)

③体重46kg 平均体外循環還流量2800ml/min		
	3.1mm×2	3.1mm
体外循環移行時	2000ml/min (71, 4%)	1000ml/min (35, 7%)
体外循環離脱時	2100 (75, 0)	1100 (39, 3)

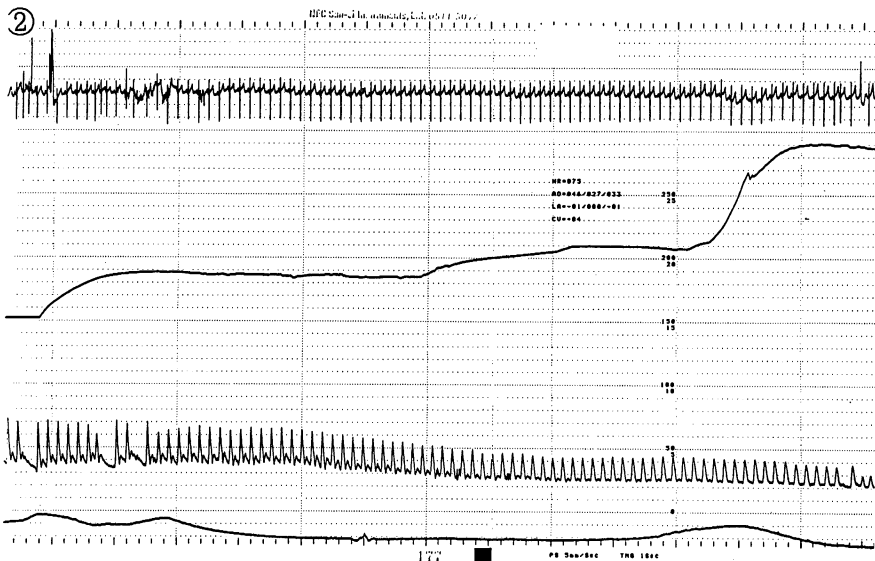


図3 臨床使用結果(移行時)

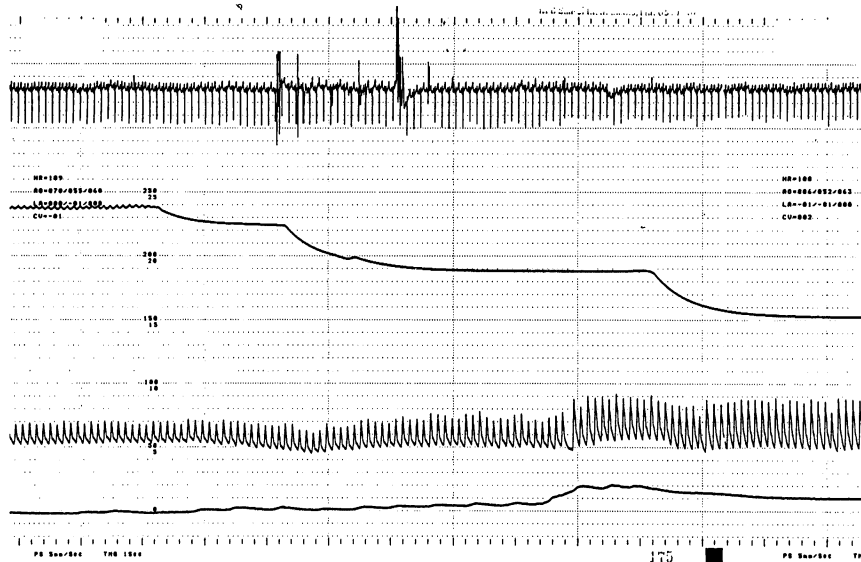


図4 臨床使用結果（離脱時）

業社製冷温水槽内蔵コンポーネントタイプ、人工肺はCOBE社製IFCML型人工肺を使用した。

トリフローは、操作がしやすいよう人工肺静脈流入部近位に挿入、流量計は患者とトリプルフローの間に挿入した。体外循環開始と同時に側管の一本を開放、次にもう一方の側管を開放させ最後に主導管を解放して、予定灌流量に必要な脱血量が得られた。人工心肺より離脱過程では、開始時と逆の手順で主導管を閉め、さらに側管を閉めて離脱した。この間、流量計で確認すると共に、日本電気三菱社製ポリグラフ、モデル363の記録計で記録した（表2、図3、4）。

V. 考察

落差脱血はポンプ脱血法に比べ操作が容易で、人工心肺回路が簡素などの点から一般に用いられている。現行の流量制御法では、簡単な器具を手動あるいは電動でチューブを狭窄させるチューブ圧閉方式、人工肺を上下させ生体との落差を変化させる昇降式、あるいは、ただ単にチューブ鉗子で挟み流量を制御する方法が一般的と思われる。しかし、いずれも熟練や器具機材を必要とし、初心者などは送脱血のバランスを崩す場合もある。落差脱血による体外循環に、トリプルフローを用いる

ことで人工心肺操作を容易にした。構造が簡単で誰にでも同じように使用でき、操作技術差がなくなり安定した体外循環への移行・離脱が可能となった。単体ディスプレイ化することにより、簡単に組み込みができ便利である。落差高が50cmあればいかなる場合でも使用が可能であった。

現行型は、落差50cmで最大流量 4 ± 1 / minで製作しているが、主導管および側管の太さを変えることで少流量での制御も可能と考える。

VI. 結語

臨床使用では、従来の流量調整方法に比べてトリプルフローは流量変化が分かっているため、急激な流量変化をおこす危険性がなく、送血流量とのバランスが容易であった。操作に関しても必要な部分を鉗子で開閉するだけなので容易であった。トリプルフローを使用することにより、人工心肺操作を容易かつ安全に行うことができた。現在、人工心鉗回路に組み込み良好な結果が得られている。

なお、本考案は第26回日本人工臓器学会（1988年9月 東京）において発表（口述のみ）した。稿を終わるにあたり、トリプルフローの試作を引き受けて頂いたトノクラ医科工業株式会社に深謝致します。