

質 疑
応 答

【問】 近年人工心臓が臨床に応用されていると聞きますが、その現況をお教え下さい。(長野 M生)

【答】 臨床に応用されている人工心臓には、補助人工心臓 (PAH) と完全人工心臓 (TAH) とがあります。PAH は不全に陥った左心または右心、さらには両心の心臓ポンプ機能の一部、ときには大部分を代行する血液ポンプで、全身の循環維持とともに不全心の回復を目的としています。PAH には、不全心が回復するまでの一時的使用 PAH と、回復しえない場合に使用する永久使用 PAH があります。現在、臨床に使用されているのは前者で、一時的使用でありますから、主として胸壁上に設置されています。一方、TAH は全く回復の見込みがなくなった両心の機能を、100% 代行する血液ポンプで、不要となった自然心を除き、同所性に装着します。なお、自然心をそのまま温存して、TAH を胸壁に設置し、両心の機能を 100% 代行させるバイパス型 (機能的) TAH も、研究されています。

PAH の臨床応用第 1 例は、1966年に DeBakey らによって行われました。ポンプは空気圧駆動式、diaphragm (隔膜) 型で、左房から脱血し下行大動脈または腋窩動脈に送血するバイパス型で、合計 4 例の体外循環離脱困難等、重症心不全症例に適用され、良好な成績であったと報告しています。同年 Kantrowitz and Akutsu は、空気圧駆動式、sac 型のポンプを上行大動脈の大動脈弁直上に直列に挿入する、シリーズ型 PAH を開発しました。心収縮期に血液をポンプ内に吸引し、拡張期に全身と冠動脈に送血する方式で、2 例の体外循環離脱不能患者に適用されましたが、心不全からの回復がみられませんでした。

以上のごとく 1960 年台中半に、PAH の臨床応用が行われましたが、血液に接する材料の抗血栓性、耐久性に乏しく、その後、しばらく基礎的研究が続けられました。

1970 年台に入り、比較的良好な医用材料が開発され、1970 年後半より、再びバイパス型 PAH の臨床応用が再開されました。最近の世界の臨床に用いられた PAH の型、材料、補助方式および成績をまとめると別表のごとくであります。

ポンプの形態は円筒 tube 型、袋 sac 型、隔膜 diaphragm 型および遠心 centrifugal 型であり、材料は、医療用ポリウレタン系が主流で、シリコンゴムも用いられています。ポンプの流入出には、傾斜型ディスク弁が多く用いられています。2 施設では、非拍動流の遠心ポンプが用いられています。現時点では、急性心不全の補助としての一時的使用であり、したがって、ポンプは体表面に設置され、カニューレで心臓と大血管に接続されています。流入側カニューレは、直接左房または左室心尖に縫着されていますが、大動脈ないし左房経路で、左室に留置されているものもあります。流出側は、上行大動脈ないし下行大動脈であります。

PAH の臨床応用の症例数は、1980 年 6 月の集計では 86 例で、うち 32 例 (37%) が心不全から回復して PAH の離脱に成功し、13 例 (15%) が長期生存しています。駆動時間は生存例で、もっとも長いものは 8 日間、死亡例では 16 日間でした。PAH 適用の対象となった症例は、冠動脈疾患や、弁膜疾患の開心術時体外循環離脱困難症例や、術後低心拍出症候群等、高度左心不全に対する左室補助を目的とした症例であります。なかには、右心不全も合併した症例に、右心側 PAH (右房-肺動脈) を追加した症例もあります。これまでの PAH 臨床例における不成功例の原因は、左心不全の回復がみられないこと、右心不全合併による左房還流の悪化および出血でした。

TAH の臨床応用は、現在 3 例あり、第 1 例は、1969 年に Cooley らが心筋梗塞に合併した心室瘤

Clinical application of partial artificial heart

Institute	Pump Device		Bypass Location	Pumping Duration	Cases	Pump Removed	Long-term Survival
	Design	Material					
Boston	concentric tube	polyurethane (flock)	LV apex→Desc. Ao.	1—190 hrs.	17	6	4
Houston	concentric tube	polyurethane (flock)	LV apex→Abd. Ao.	1—140 hrs.	22	4	1
Hershey	sac	polyurethane (smooth)	LV apex→Asc. Ao.	1h.—8D.	10	3	1
			(L+R) VAD	3h—6, 5D.	3	0	0
			RVAD+IABP	3D.	1	1	1
Vienna	diaphragm	Avcothane 51 (smooth)	LA/LV→Asc. Ao.	4—64 hrs.	8	5	1
			LA→Asc. Ao.	36—60 hrs.	2	1	0
St. Louis	centrifugal pump	polyurethane (smooth)	Ao/LV→Asc. Ao.	8h.—9D.	2	1	0
			LV apex→Asc. Ao.	18h.—16D.	4	0	0
			RV→PA	5D.	1	1	0
Cleveland	centrifugal pump	polyurethane (smooth)	Ao/LV→Asc. Ao.	72—168 hrs.	6	5	3
			RV→PA	2 hrs.	1	0	0
			(Ao/LV→Asc. Ao. RV→PA)	96 hrs.	2	1	0
Tokyo	sac	polyurethane (smooth)	(LA→Asc. Ao. RA→PA)	52 hrs.	1	0	0
Zurich*	concentric tube	silicone rubber (smooth)	(LA→Asc. Ao. RA→PA)		6	4	2
Total					86	32 (37.2%)	13 (15.1%)

long-term survival : patients survived over one month after pump removed.

* Data were not available.

【NCVC, 1980】

VAD: Ventricular assist device (=partial artificial heart)

表 世界の補助人工心臓の臨床応用の現況

患者に、心臓移植を前提として、回復不能となった自然心臓を摘除し、Liottaが開発したTAHと置換しました。64時間TAHにより循環を維持し、心臓移植に切り換えられましたが、血液破壊や血栓形成が原因で、36時間後に死亡しました。第2例は、1980年にアルゼンチンで行われましたが、13時間目に死亡しています。第3例は、本年7月同じくCooleyが冠血行再建術後心不全患者に、Akutsuが開発したTAHを適用し、54時間後に心臓移植にバトンタッチしています。この患者は1週間後に敗血症等の合併で死亡しました。以上が、最近までの人工心臓の臨床成績であります。動物実験において、置換型TAHで264日、バイパス型で288日生存していることより、急性心不全に対する一時的な使用PAH、また、心臓移植

へのつなぎとしてのTAHは、今後臨床例が、さらに増加するものと思われます。

一方より耐久性、抗血栓性のある医用材料の開発、ポンプの駆動方式を含む装置全体の小型化ないし生体内埋め込みが進歩すれば、人工心臓の永久使用も可能となるでしょう。

文 献

- 1) 曲直部寿夫, 高野久輝, ほか: 補助人工心臓の臨床応用への道. 人工臓器 9: 770, 1980.
- 2) 高野久輝: 補助循環と人工心臓, 医科器械学叢書 6: 体外循環——その基礎と臨床——8章, 159頁, 文光堂, 1980.

高野久輝

国立循環器病センター研究所 人工臓器部