

総 説

人工心臓を用いた補助循環の臨床応用
——心移植施設と当施設の現状——

湖東慶樹*, 阿部吉伸*, 村上 新*, 渡辺 剛*, 三崎拓郎*, Loisanse D. Y. **
富山医科薬科大学外科学第 1 教室*, パリ第12大学附属研究所**

Keiju KOTOH*, Yoshinobu ABE*, Arata MURAKAMI*, Go WATANABE**
Takurou MISAKI*, Daniel Y. Loisanse**

First Department of Surgery*, Toyama Medical and Pharmaceutical University,
Toyama 930-01, Japan Centre de Recherches Chirurgicales**, C. H. U. Henri
Mondor, University Paris 12eme, Creteil, France

Key words: heart transplantation, mechanical circulatory support

要 旨

補助人工心臓を用いた bridge 心移植は欧米では広く臨床応用され、ほぼ満足できる結果がえられている。協同研究を行っているパリ大学では1979年より35症例に補助循環を行い、そのうち19例(54%)に心臓移植を施行し、救命している。本邦では心臓移植が施行されておらず当科では現在のところ補助人工心臓による bridge は施行していないが、1990年より遠心ポンプを用いた補助循環を行ってきている。本法はポンプの特性から短期使用としては有効であるが、長期使用時の安全性には難がある。従って心臓移植再開の後は、移植への bridge のために補助人工心臓による循環補助の導入を行い、長期循環補助の向上をはかる必要があると考えられた。

死亡する症例や、待機中に多臓器不全を併発して移植適応から脱落する症例も多く経験されている。移植待機患者の急性増悪による循環不全に対しては、人工心臓を用いて循環補助を行う方法が試みられている。1990年以降、抗血栓性に優れた各種人工心臓の開発に伴い、補助循環による bridge 心移植の成績は向上しつつある。我々の施設では心臓移植再開に備え、パリ第12大学付属 Henri Mondor 病院の協力を得て、人工心臓を用いた bridge 心移植の臨床応用を行っている。今回は Honri Mondor 病院での補助循環の成績と当科での臨床応用に対する現状を報告する。

はじめに

心臓移植は欧米では広く普及し、心筋症等に対する治療法として確立している。近年では移植症例増加によるドナー心の不足と移植待機時間の延長が問題となり、移植待機中に

Table 1 The cases of heart transplantation

Heart Transplantation	1979. 5. 18—1993. 9. 1
Number of patients	182
Number of transplantation	190
Degree of emergency	
At home	97 (51%)
Hospitalization	31 (16%)
ICU	43 (23%)
Mechanical support	19 (10%)

Table 2 The types of mechanical circulatory support

1976	Centrifugal pump
1987	Jarvik 7 (TAH) Symbion (Bi-VAD)
1989	Nippon Zeon (Bi-VAD)
1990	Baxter Novacor (LVAD)
1993	Wearable Baxter Novacor (LVAD)

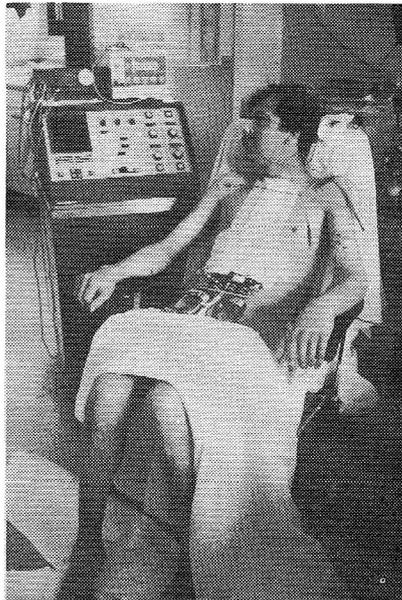


Fig.1 The case of Nippon Zeon Blood Pump. (Three days after implantation.)

人工心臓を用いた bridge 心移植の成績

パリ第12大学付属 Henri Mondor 病院では1979年5月から1993年9月までに 182例に心臓移植を行っている。これら症例のうち人工心臓を用いて循環補助を行い心臓移植への bridge とした症例は19例(10%)であった (Table 1)。一方、同時期に心原性ショックで循環補助を施行した症例は35例であった。

A) 適応

補助循環を施行する適応¹⁾としては 1) 心原性ショック (Cardiac index が $2L/min/m^2$ 以下, mean aortic pressure が $75mmHg$ 以下, mean pulmonary capillary pressure が $25mmHg$ 以上), 2) 最大限のカテコールアミンの投与でも循環が維持できない状態, 3) 他のあらゆる内科的治療が無効な状

態, 4) 心臓移植に対する禁忌因子がない, などの項目をすべて満たした症例のみとしている。

B) 人工心臓の機種

これまでに補助循環に使用した人工心臓の種類は Table 2 に示した通りであるが, 現在では両心補助が必要な症例では NIPPON ZEON 社製補助人工心臓 (Nippon Zeon Co, Ltd. Tokyo, JAPAN) を使用し, 右心機能が比較的保たれている症例では, NOVACOR 補助心臓³⁾ (Baxter Co, Ltd. Oakland, USA) を選択している。NIPPON ZEON 型ポンプは圧縮空気で駆動し, 人工心臓装着後はポンプが体外に置かれる。Fig. 1 はこの人工心臓の装着後3日目の写真である。この症例は術後第1病日に人工呼吸器から離脱し, 第3病日から座位可能となった。この症例は装着後32日目に心臓移植を行い退院した。NOVACOR 型ポンプは電気駆動式で, 人工心臓は左上腹部の皮下 (腹直筋と腹膜の間) に植え込まれ, 体の外にはケーブルが1本だけ置かれる。1993年からはショルダーバックサイズのバッテリーと駆動コンピューターが実用化され, 患者はこれらのボックスを持ち自由に行動することが可能となった。Fig. 2 は携帯型 NOVACOR を装着した症例の手術後40日目の写真である。この時点で $100W$ の運動負荷が可能 (運動時: ポンプ流量 $7l/min$, 自己心拍数 $160/$

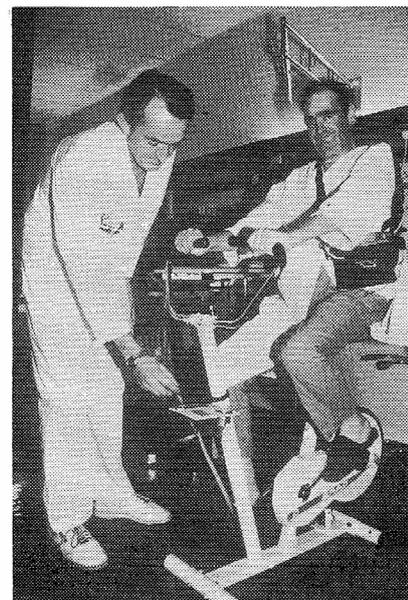


Fig.2 The case of wearable Novacor ventricular assist system. (Exercise test at work rate of 100 watts.)

min, maximal peak VO_2 $32mlO_2/min$) となっている。本例は59日目に心臓移植を行い退院した。

C) 臨床成績

循環補助を行った35症例のうち4例(11%)で人工心臓からの離脱が可能であり、19例(54%)で心臓移植を施行した。補助循環中に死亡した症例は12例(35%)で、死因としては脳死2例、多臓器不全7例、腎不全2例、血栓症1例であった。心臓移植を施行した19症例中9例が1年以上の長期生存を得ている。

当科での補助循環の現状

当科では1990年より遠心ポンプを用いた経皮的心臓補助³⁾(Percutaneous Cardiopulmonary Support: PCPS)の臨床応用を行っている。本法は経皮的穿刺下に、大腿静脈から脱血し、遠心ポンプと人工肺を経て大腿動脈へ送血することにより循環を維持する方法(Fig. 3)である。この方法では最大約4L/minのポンプ流量が得られ、全身の循環維持を行うことができる。我々は本法を当初は開心術後の低心拍出症候群に対してのみ使用していたが、1992年以降開心術以外の心原性ショック症例に対しても適応とした。これまでにそのような心原性ショックに対してPCPSを施行した症例は4例あり、原因疾患は急性心筋梗塞1例、肺梗塞1例、不整脈1例、原因不明の心停止1例である。このうち急性心筋梗塞と不整脈の症例では内科病棟における原疾患に対する治療の補助手段として本法を行い、2例とも回復しPCPSからの離脱に成功している。



Fig. 3 The case of PCPS.

PCPSの最大の問題点としては人工肺や遠心ポンプを使用するため、血球成分の損傷破壊が激しいために長期間の使用が不可能である点である。また補助可能な期間内に心機能が回復しない場合はポンプ依存という状態に陥ってしまう危険性がある。しかし、原疾患が確診でき内科的治療や外科的処置をするまでの循環補助としての短期使用としては、諸他の方法にまさる極めて有効な方法と考えている。

考 案

心臓移植予定患者が待機中に急性増悪をきたし急性心不全に陥ることは稀なことではなく、そのような場合、なんらかの方法で循環を維持する必要がある。人工心臓による循環補助は当初完全置換型人工心臓の開発までの過渡的手段として検討されていたが、移植患者の心原性ショックの緊急救命的方法として臨床に試みられ⁴⁾、現在に至っている。

1980年代以後の人工心臓の性能は著しく向上し、それに伴い心臓移植における一時的な人工心臓の使用は、心移植のbridge使用として治療方法の一つとして確立しつつある。心移植時のbridge使用の成功率は30から60%と報告されており^{5,6)}、さらに移植後の生存率においては通常的心臓移植患者群と差がないとされている。また最近では我々がフランスで経験した様に、ポータブルタイプの駆動装置⁷⁾も開発されて、補助循環中の患者の生活の向上やリハビリテーションも可能となってきている。

本邦ではいまだ心臓移植は再開されていないものの、人工心臓のbridge使用は数例報告されており、うち1例が国外での心臓移植に成功している。これらの症例で使用された補助人工心臓は日本国内で開発されたポンプと駆動装置を使用しており、その安全性に関しては満足する結果^{8,9)}が報告されている。

本邦での心臓移植に関して、再開後は日本国内で数カ所の施設に限定して実施することが決まっている。そのため移植施設以外で移植予定患者の急性増悪と、それに伴う心原性ショックが発生した場合には、各施設で緊急に対応する必要性があり、人工心臓によるbridge使用の機会は移植施設以外でも増加するものと考えられる。

国内ではPCPSと補助人工心臓(現在日本ゼオン

社製と東洋紡社製の二種類の補助人工心臓が医療機器として認可を受けている)が補助循環として使用可能であるが, 心臓移植予定患者に対して使用する際は, 長期間の使用を想定せねばならず, 長時間使用時の安全性から考えると, 心移植時の bridge 使用には補助人工心臓の選択が有用と考えられる。

ま と め

補助人工心臓を用いた bridge 心移植は欧米では広く臨床応用されほぼ満足できる結果をえており, 我々もパリ大学附属 Henri Mondor 病院において使用経験を重ねてきた。一方, 当科においては1990年より遠心ポンプによる PCPS を用いて補助循環を行い, 臨床効果を取めつつある。本法は短期使用としては有効であるが, 長期使用時の安全性には難があり, わが国において心臓移植が再開された暁には, 補助人工心臓を用いた循環補助の導入により, 長期循環補助技術の向上をはかる必要があると考えられた。

文 献

- 1) Loisançe D., Dubois Rande J. L., Deleuze P. H. et al. : Pharmacological bridge to cardiac transplantation. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* **3** : 196—202, 1989.
- 2) McCarthy P. M., Portner P. M., Tobler H. G. et al. : Clinical experience with the Novacor ventricular assist system. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **102** : 578—587, 1991.
- 3) Phillips S. J., Ballentine B., Slonine D. et al. : Percutaneous initiation of cardiopulmonary bypass. *Ann. Thorac. Surg.* **36** : 223—225, 1983.
- 4) Cooley D. A., Liotta D., Hallman G. L. et al. : Orthotopic cardiac prosthesis for two-staged cardiac replacement. *Am. J. Cardiol.* **24** : 723—730, 1969.
- 5) Reedy J. E., Swartz M. T., Termuhlen D. F. et al. : Bridge to heart transplantation : Importance of patient selection. *J. Heart Transplant.* **9** : 473—481, 1990.
- 6) Oake T. E., Pae W. E., Miller C. A. et al. : Combined registry for the clinical use of mechanical ventricular assist pumps and total artificial heart in conjunction with heart transplantation. Fifth official report. *J. Heart Lung Transplant.* **10** : 621—625, 1991.
- 7) Loisançe D., Deleuze P. H., Mazzucotelli J. P. et al. : The first clinical implantation of the wearable Baxter Novacor ventricular assist system. *Ann. Thorac. Surg.* *in press.*
- 8) Shiono M., Hasegawa T., Shindo S. et al. : Clinical applications and problems of pneumatic pulsatile ventricular assist devices. In : *Heart Replacement* (Akutsu T. and Koyanagi H. eds.) : 207—211. Springer-Verlag, Tokyo, 1993.
- 9) Murakami T., Nakayama H., Ishino K. et al. : Cardiac functions in long-term survivors of mechanical circulatory support. In : *Heart Replacement* (Akutsu T. and Koyanagi H. eds.) : 229—235. Springer-Verlag, Tokyo, 1993.