



台大一號心室輔助器

◎周迺寬（台大醫院外科部主治醫師） 謝國煌（化工系教授）

對末期心肌衰竭病患，當藥物仍無法維持其基本的血液循環時，或無法使用傳統的外科手術矯正時，只有等待心臟移植。然而，等待心臟移植前，如果再次急性心衰竭時，那就需要機械性輔助器系統(Mechanical Circulatory Support)。例如：主動脈氣球幫浦(Intra aortic Balloon pump)、心室輔助器(Ventricular assist device)、全人工心臟(Total Artificial Heart)以及心肺體外循環系統(Cardiopulmonary bypass)—葉克膜體外維生系統(ECMO; Extra corporeal membrane oxygenation)等，來拯救病患渡過難關到心臟移植。

在台灣，自民國 76 年，由台大醫院朱樹勳教授、王水深教授帶領移植小組開始第一例心臟移植至今已經完成 138 例心臟移植。一年存活率 86.25%、五年存活率 74.26%。其間，又與王水深教授申請心伴型左心室輔助器(HeartMate left ventricular assist device)、梭拉特心室輔助器(Thoratec Ventricular assist device)，以及柯文哲副教授、陳益祥醫師組成的葉克膜維生系統急救小組，在臨床經驗累積了：六例心伴型左心室輔助器，兩例成功地接受心臟移植，其中最長使用 287 天；五例梭拉特心室輔助器，三例成功地接受心臟移植；而葉克膜維生系統也提供了心臟移植前後必要有效的循環輔助。同時，對台灣本土研製機械輔助系統，自民國 82 年起，在國科會夏漢民主委支持下，由醫學院朱樹勳教授、王水深教授及周迺寬醫師結合了大陸學者錢坤喜先生、化工所陳劉旺教授、謝國煌教授、機械所陳炳輝教授、電機所詹國禎教授、中原醫工所鐘次文副教授及林永生博士等學者專家，向國科會提出心室輔助器之整合型研究計畫，著手研製國內的心室輔助器。

台大一號心室輔助器為一離心型心室輔助器（圖一），與現行心伴型心室輔助器、梭拉特心室輔助器、諾華克心室輔助器(Novacor left ventricular assist device)等隔膜式心室輔助器，血液推動方式不同；與拜耳離心型幫浦(Biopump Medtronic biomedicus centrifugal pump)相同，為離心型幫浦。由於隔膜式的心室輔助器體積龐大，控制系統與驅動系統體積與重量需要推車協助搬運，雖然近年來電子控制與驅動裝置，也開始瘦身改造，可以使用肩帶攜帶，但其隔膜式心室輔助器控室體

積龐大，對於東方人的身材、手術，困難度上升。於是電子式離心型心室輔助器優點體積小、重量輕、攜帶方便、手術方式容易，對於重量較輕的病患，臨床比較有效。而台大醫院人工心臟研究室，朝此方向努力研發台大一號心室輔助器。其基本結構為，直徑 2.5cm、六片流線葉輪、軟質的 G 型上腔室(Upper housing)以及硬質下腔室(Lower housing)，利用磁偶合驅動原理，在平均 $0.2661 \pm 0.017A$ 及 $13.55 \pm 0.41V$ 的電源下，可以在小公牛長期存活實驗中提供 $2.08 \pm 0.16l/min$ 的流量。其最特殊點是可以提供沒有脈動與脈動的血流，對紅血球的破壞很小。

台大一號心室輔助器其進行了 32 頭小公牛長期存活實驗（圖二），平均存活 16.2 ± 26.1 天，其中超過 20 天的小公牛共有八頭，其存活時間從 21 天到 148 天。而實驗終止原因，38% 為感染、多重器官衰竭最多；其次，28% 為出血性休克，與手術以及術後照顧有關；第三，19% 為血栓形成機械故障。統計這八頭小公牛前 20 天的每天血液之生化數據，其自由血色素維持在 $4.8 \pm 1.6mg/dl$ 左右，代表紅血球被破壞後釋放出自由血色素濃度不高，而其血色素維持 $8.4 \pm 1.6mg/dl$ ，血小板維持在 $449.76 \pm 84.2 \times 10^3 / \mu l$ ，紅血球數目在 $6.36 \pm 1.01 \times 10^6 / \mu l$ 的範圍內，代表台大一號心室輔助器對血球的破壞不大，而且腎功能與肝功能都維持在正常範圍內，除了死亡之前 2 天才會有不正常數值出現。

離心型葉輪心室輔助器，提供軸式流向(Axial-flow)沒有脈動的連續血流。在邁入二十一世紀之際，過去十年來由動物實驗結果得到初步滿意結果，其低噪音，不需



圖一：台大一號心室輔助器。



體積大的緩衝心腔室，簡單、安全、易操作，攜帶的電子驅動與控制器，使得病患早日恢復日常生活，其人體臨床實驗初步結果，已由歐洲搶先發表。雖然台大一號心室輔助器仍停留在動物實驗階段，仍需努力改進其安全性、穩定性，以及血液相容性外，在民國 89 年 4 月 21 日也申請通過中華民國專利證書新型第 154105 號專利權。行政院國科學委員會也積極收集台大醫院臨床使用葉克膜維生系統、各型心室輔助器的人體實驗報告成績，以補強台大一號心室輔助器的實驗結果，以期向衛生署提供人體計劃，造福末期心肌衰竭等待心臟移植病患危急時，最有效、最安全、最人性化的救命利器。Ω



圖二：研究團隊與戴著心室輔助器的小公牛。左起：林承生博士、謝國煌教授、詹國禎教授、郭德盛教授、陳劉旺教授、朱樹勳教授、周迺寬醫師、王水深主任、謝明國先生。

參考資料

1. Chu SH, Hsu RB, Wang SS. Heart transplantation in Asia. *Annals of Thoracic&Cardiovascular Surgery*. 5(6):361-4, 1999 Dec.
2. Hsu RB, Chu SH, Chien CY, Chou NK, Chen YS, Ko WJ, Wang SS. Heart transplantation with marginal recipients and donors. *Journal of Formosan Medical Association*. 98(10):663-7, 1999 Oct.
3. Wang SS, Chu SH, Ko WJ, Chen YS, Chou NK, Tsai CH, Lin FY. Ventricular assist as abridge to heart transplantation. *Transplantation Proceedings*. 30(7):3401-2, 1998 Nov.
4. Chu SH, Wang SS, Hsu RB, Chou NK, Ko WJ, Chen YS. Cardiac transplantation in Taiwan. *Transplantation Proceedings*. 30(7):3387-90, 1998 Nov.
5. Ko WJ, Chen YS, Chou NK, Wang SS, Chu SH. Extracorporeal membrane oxygenation in the perioperative period of heart transplantation. *Journal of the Formosan Medical Association*. 96(2):83-90, 1997 Feb.
6. Wang SS, Chu SH. Current status of heart assist and replacement in Taiwan. *Artificial Organs*. 20(12):1325-9, 1996 Dec.
7. Hsieh KH, Liao DC, Chen CY, Chiu WY. Interpenetrating Polymer Networks of Polyurethane and Maleimide-terminated Polyurethane for Biomedical Applications, *Polymers for Advanced Technologies*, 17, 4, 265-272, 1996.
8. Lee PC, Chen LW, Hsieh KH, Lynn. Huang LH. Effect of hard segment of polyurethane in cell growth *Polymer International*, 41, 419-425, 1996.
9. Hsieh TT, Hsieh KH, Simon GP, Tiu C, Hsu HP. Effect of Crosslinking Density on the Physical Properties of Interpenetrating Polymer Networks of Polyurethane and 2-Hydroxyethyl Methacrylate-terminated Polyurethane *J. Polym. Res.*, 5, 3, 153-162, 1998.
10. Hsieh TT, Hsieh KH, Simon GP, Jiu C. Polymer Networks of 2-hydroxyethyl Methacrylate-terminated Polyurethane and Polyurethane, *Polymer*, 40, 3135-3163, 1999.