

EL COR ARTIFICIAL TOTAL COM A PONT CAP AL TRASPLANTAMENT

ROC PIFARRÉ

Loyola University Medical Center, Maywood, Illinois, EUA

El nombre de candidats per trasplantament cardíac ha augmentat de manera continuada, mentre que el nombre de donants no ha seguit el mateix ritme. Com més temps roman el pacient a la llista d'espera, més es deteriora el seu estat. Finalment, el pacient deixa de respondre als medicaments normals per al tractament de la fallada congestiva del cor i arítmies cardíagues, i arriba al punt que, sense cap tipus de suport mecànic, la seva vida no es pot prolongar més. El bombament aerostàtic intra-aòrtic (IABP) ha estat el mètode de suport mecànic emprat de forma més comuna. En molts casos, el IABP permet la supervivència del malalt fins que apareix un donant de cor. No obstant això, de vegades, i malgrat l'aplicació d'una terapèutica mèdica màxima i el IABP, el cor continua fallant, i l'única esperança possible és l'ús d'un cor artificial total (TAH) com un pont cap al trasplantament. La finalitat del TAH és establir i millorar la condició del pacient fins que hi hagi un donant de cor disponible.

RERAFONS HISTÒRIC

El 1969, Cooley et al. (2) van informar del primer ús d'un cor artificial com a pont cap al trasplantament. Malgrat que el trasplantament va tenir èxit, el pacient va morir després de patir complicacions. Cooley (3) va informar de 3 casos de trasplantament cardíac realitzats el 1982. El 1985, Copeland et al. (4) van informar de la supervivència a llarg termini de pacients que havien sofert un trasplantament després de la implantació d'un TAH com a pont. El 1986, Joyce et al. (7) van informar de l'experiència mundial amb l'ús clínic del TAH. La utilització permanent del TAH va ser posada de manifest per DeVries el 1986 (6). El grup de Pittsburgh va informar de les seves experiències el 1987 (5). Encoratjats per aquestes notícies, el primer TAH va ser implantat el 1988 al Loyola University Medical Center (9). El 1989, Cabrol et al. (1) van informar de la seva dilatada experiència.

ELS CORS ARTIFICIALS TOTALS JARVIK-7 I CARDIOWEST

El Jarvik-7-70 consisteix en dos ventricles protètics separats, connectats per una unitat motriu externa mitjançant tubs percutanis; el sistema està propulsat per aire. Els ventricles tenen forma esfèrica i estan fabricats de poliuretà. Els polsos d'aire comprimit desplacen un diafragma flexible fet de Biomer. El moviment d'aquest diafragma flexible buida els ventricles protètics. Per tal de controlar la direcció del flux sanguini, el TAH té 4 vàlvules protètiques fabricades per Medtronic. El control del rendiment cardíac es basa en un volum variable de bombament, a més d'una taxa cardíaca.

El TAH és un mecanisme d'emplenament passiu que depèn de la pressió d'ompliment atrial per obrir la vàlvula d'afluència i col·lapsar el diafragma flexible. Els increments en la pressió d'ompliment atrial redueixen el temps diastòlic necessari per omplir completament cada ventricle. La taxa cardíaca, la pressió motriu ventricular esquerra i el percentatge de la duració sistòlica estan regulades per mantenir el rendiment cardíac i la pressió arterial sistèmica a valors només lleugerament més grans que el valor preoperatiu. Després de les 24 h d'assistència, la taxa cardíaca i l'establiment de les pressions motrius dreta i esquerra requereixen molt poc ajustament.

El TAH CardioWest és el descendent directe del Jarvik-7-70. Té un volum de bombament màxim de 70 cc i pot bombar fluxos de 9 l/min. Les diferències de disseny menors que diferencien CardioWest del Jarvik-7-70 són les següents: (i) les línies motrius pneumàtiques estan cobertes amb vel de Dacron, eliminant així la necessitat de botons voluminosos de pell que es fan servir amb el cor Jarvik; (ii) una única gota d'oli de silicona es posa al costat motor de l'aire del diafragma per assegurar que no s'endinsarà a la carcassa rígida.

Les diferències principals entre aquests dos aparells són un protocol d'assaig clínic totalment nou, incloent indicació per a l'ús, sistema de dades, indicacions per al trasplantament, amb les quals el cor artificial total CardioWest va ser aprovat per a la investigació clínica per la Food and Drug Administration (FDA) dels Estats Units el 1993.

INDICACIONS PER A LA IMPLANTACIÓ

Els pacients eren considerats candidats per suport amb el TAH si no podien prescindir de la derivació ("bypass") cardiopulmonar malgrat l'ús de vasopressors i el IABP, o si es comprovava que patien d'insuficiència hemodinàmica, com es detecta amb els següents paràmetres hemodinàmics (12):

1. Índex cardíac $<1,8 \text{ l/min/m}^2$.
2. Pressió atrial dreta i/o esquerra $>20 \text{ mmHg}$.
3. Pressió pulmonar wedge $>25 \text{ mmHg}$.
4. Pressió arterial sistòlica $<88 \text{ mmHg}$ malgrat règim mèdic màxim.
5. Oligúria.
6. Resistència vascular sistèmica elevada (SVR).

7. Evidència de perfusió perifèrica disminuïda.
8. Resistència pulmonar vascular <8 unitats Wood.
9. Edat entre 18 i 59 anys.
10. Superfície corporal entre 1,7 i 2,5 m².
11. Criteris estàndards per a l'acceptació com a recipient de trasplantament de cor.

També s'haurien de considerar altres factors, incloent la magnitud de suport de drogues necessària per mantenir la pressió sanguínia i el rendiment urinari, a més de la impressió clínica general de la deterioració del pacient.

TÈCNICA D'IMPLANTACIÓ

Es va obrir el tòrax mitjançant una esternotomia mitja, i el pericardi va obrir-se longitudinalment. Es va practicar una derivació cardiopulmonar al pacient mitjançant una canulació bicaval. L'aorta es va empalmar en creu, i es realitzà la cardiectomia. Per tal de mantenir els llargs monyons de l'artèria nadiua per suturar els empelts, s'havia de tenir cura de transseccionar l'aorta i l'artèria pulmonar distal a les seves vàlvules respectives. Els atris són transseccionats prop de la unió atrioventricular.

La tècnica d'implantació és similar a la descrita per Jarvik i DeVries (6), amb dues modificacions: (i) els braços del TAH es cusen a la paret atrial nadiua, fent servir tires de feltre Teflon al costat atrial de la línia de sutura com a reforçament, per facilitar l'hemostàsia i evitar el dessagnament. Els empelts vasculars es cusen als grans vasos. Les tires de feltre Teflon serveixen per reforçar el costat arterial de l'anastomosi i evitar el dessagnament. (ii) Després de connectar els ventricles als braços atrials, les línies motrius es porten subcostalment cap a fora i es connecten a la unitat directriu. Els braços dissenyats per encaixar al voltant dels tubs connectats a la unitat directriu s'eliminen per facilitar el pas dels tubs a través de la paret del pit (10).

Tots els pacients assistits amb el TAH rebien antibiòtics d'ampli espectre mentre va durar l'assistència.

ANTICOAGULACIÓ

El tractament amb anticoagulants va iniciar-se (el 1991) 8-24 h després que l'operació finalitzés, i el dessagnament quirúrgic es va tenir sota control. L'heparina es va subministrar per via intravenosa a una taxa de 500-1200 U/h, per tal de mantenir el temps de coagulació activat (ACT) entre 170 i 200 s. Com més llarga és l'assistència amb el TAH, es necessiten dosis més grans d'heparina, indicant que el pacient ha desenvolupat algun grau de resistència a l'heparina. L'heparina es va suplementar amb 10 mg de dipiridamol cada 6 h.

Els nostres pacients i els d'altres institucions han experimentat graus variables de complicacions hemorràgiques i episodis trombòtics ocasionals.

Per tal d'entendre millor l'efecte del TAH en el sistema hemostàtic d'aquesta població, vam estudiar el perfil hemostàtic dels recipients TAH. Vam avaluar plasma específic i marcadors cel·lulars de les funcions trombòtica, fibrinolítica, plaquetal i endotelial.

RESULTATS CLÍNICS

El TAH va implantar-se a 19 pacients, però només 17 van ser sotmesos a trasplantament cardíac. Dos (11,8%) d'aquests 17 pacients van morir en els 30 dies següents al trasplantament. Hi ha hagut 5 (29,4%) morts posteriors. Fins ara han sobreviscut 8 pacients (47%), amb una mitjana de supervivència entre 6 i 8 anys després del trasplantament. Els 8 pacients fan vida normal (Taula 1).

TAULA 1. Supervivència i mortalitat del cor artificial total (TAH) Jarvik

Situació	Nombre de pacients (%)
Morts amb TAH	2 (10,5)
Trasplantats	17 (89,5)
Mortalitat durant els primers 30 dies	2 (11,7)
Mortalitat després de 30 dies	3 (17,6)
Supervivència d'un any dels pacients que van ser trasplantats	13/17 (76,5)
Pacients vius fins ara (6-8 anys)	8/17 (47)

Hem informat dels nostres resultats després del trasplantament de cor, comparant pacients assistits mecànicament respecte els no assistits (11).

S'han posat de manifest les complicacions infeccioses que es presentaven durant la implantació del TAH i després del trasplantament. No es va donar cap cas de mediastinitis ni durant, ni després del trasplantament.

El 1994 vam implantar el primer cor artificial total CardioWest. Des d'aleshores, 8 pacients han estat implantats amb TAH CardioWest. Sis pacients (75%) han estat trasplantats. No hi ha hagut mortalitat primerenca ni tardana. Fins ara, els 6 pacients (100%) trasplantats fan vida normal (8) (Taula 2).

CONCLUSIONS

L'experiència de Loyola es basa en la implantació del TAH Jarvik-7 en 19 pacients i del CardioWest en 8. Disset pacients van ser trasplantats amb Jarvik-7 (89,5%). La supervivència el primer any ha estat del 76,5% (13 de 17). Fins ara, 8 pacients estan vius des de fa 6-8 anys. Tots són actius i rehabilitats.

TAULA 2. Supervivència del cor artificial total (TAH) CardioWest LUMC (període 1994-1996)

Situació	Nombre de pacients (%)
Morts amb TAH	2 (25)
Trasplantats	6 (75)
Mortalitat durant els primers 30 dies	0 (0)
Mortalitat després de 30 dies	0 (0)
Supervivència a llarg termini	6/6 (100)

Vuit pacients estaven assistits amb el TAH CardioWest. Els 6 pacients trasplantats que han sobreviscut fan vida normal després de 1-2 anys del trasplantament.

Concloem que el TAH ofereix assistència mecànica a l'estabilització i millora de la condició del pacient fins que apareix un donant adequat (Taula 3).

TAULA 3. Comparació del cor artificial total (TAH) CardioWest amb altres aparells

Aparell	Nombre d'implantacions	Duració (total dies)	Nombre de trasplantaments (%)	Nombre de pacients supervivents (%)
Novacor	272	48	154 (60)	139 (55)
TCI	223	67	147 (67)	139 (55)
Thoratec BIVAD	326	26	199 (64)	171 (55)
Symbion	198	26	144 (73)	85 (43)
CardioWest	40	28	28 (70)	26 (65)

REFERÈNCIES

1. Cabrol, C., Solis, E., Muneretto, C., et al. (1989). Orthotopic transplantation after implantation of a Jarvik total artificial heart. *J. Thorac. Cardiovasc. Surgery* **97**, 342-350.
2. Cooley, D. A., Liotta, D., Hallman, G. L., et al. (1969). Orthotopic cardiac prosthesis for two-staged cardiac replacement. *Am. J. Cardiology* **24**, 723-733.
3. Cooley, D. A. (1982). Staged cardiac transplantation: report of three cases. *J. Heart Transplantation* **5**, 229-235.
4. Copeland, J. G., Emery, R. W., Levenson, M. M., et al. (1985). The role of mechanical support and transplantation in the treatment of patients with end-staged cardiomyopathy. *Circulation* **72** (Suppl II), 7-12.
5. Griffith, B. P., Hardesty, R. I., Vormour, R. L., et al. (1987). Temporary use of the Jarvik-7 total artificial heart before transplantation. *N. Eng. J. Med.* **316**, 130-134.

6. Jarvik, R. K., DeVries, W. C., Bjarre, K. H., et al. (1986). Surgical positioning of the Jarvik-7 artificial heart. *J. Heart Transplantation* **5**, 184–195.
7. Joyce, L. D., Johnson, E. K., Pierce, W. S., et al. (1986). Summary of the world experience with clinical use of total artificial hearts as heart support devices. *J. Heart Transplantation* **7**, 229–235.
8. Lonchyna, V. A., Pifarre, R., Sullivan, H., et al. (1992). Successful use of the total artificial heart as a bridge to transplantation with no mediastinitis. *J. Heart Lung. Transplantation* **11**, 803–811.
9. Pifarre, R., Sullivan, H., Montoya, A., et al. (1989). Cardiac transplantation after implantation of a Jarvik total artificial heart. *J. Thorac. Cardiovasc. Surgery* **97**, 342–350.
10. Pifarre, R., Sullivan, H., Montoya, A., et al. (1990). The use of the Jarvik-7 total artificial heart and symbion ventricular assist device as a bridge to transplantation. *Surgery* **108**, 681–685.
11. Pifarre, R., Sullivan, H., Montoya, A., et al. (1992). Comparison of results after heart transplantation. Mechanically supported versus nonsupported patients. *J. Heart Transplantation* **11**, 235–239.
12. Walenga, J. M., Hoppensteadt, D., Fareed, J., Pifarre, R. (1992). Hemostatic abnormalities in total artificial heart patients as detected by specific blood markers. *Ann. Thorac. Surgery* **53**, 844–850.