- Copyright - Il Pensiero Scientifico Editore downloaded by IP 18.97.14.81 Wed, 09 Sep 2026, 02:11:23

L'assistenza circolatoria in toracotomia sinistra nella patologia dell'aorta toracica discendente nel paziente pediatrico

Italo Borini, Alfredo Virgone, Franco Lerzo, Giuseppe Cervo, Giovanni Calza, Lucio Zannini

Unità Operativa di Cardiochirurgia e Chirurgia Vascolare, Istituto Giannina Gaslini, Genova

Key words:
Cardiac surgery; Cardiopulmonary bypass; Congenital heart disease.

Background. **Complications of surgery of the descending thoracic aorta could include neurological problems such as paraparesis and paraplegia. Intestinal ischemia and acute renal failure could occur, too. During the cross-clamping time, the perfusion of the distal aorta by means of extracorporeal circulatory assistance can be useful to protect the spinal cord and the splanchnic organs and to reduce the incidence of these untoward events. The aim of this study was to verify the efficacy and suitability of this type of circulatory assistance in a pediatric age group.**

Methods. **From January 1996 to March 2000, in the Pediatric Cardiac Surgery Department of the Gaslini Institute (Genoa, Italy), 6 patients (mean age 39 months, mean weight 14.4 kg) were treated using extracorporeal circulatory assistance through the left thoracotomy. Indications for surgery included the removal of a migrated device previously inserted in order to close a patent ductus arteriosus in 1 patient, recurrent coarctation in 2 patients, and native coarctation with a poor collateral circulation in 3 patients.**

Results. **The early and late mortality rates as well as the morbidity rates (both neurological and splanchnic) were nil.**

Conclusions. **Extracorporeal circulatory assistance can be helpful in pediatric patients and it can prevent neurological and renal injuries in cases of a) coarctation of the aorta with a poor collateral circulation and low distal pressure (< 40 mmHg during aortic occlusion); b) recoarctation with complex anatomy; c) other pathologies requiring prolonged descending thoracic aorta cross-clamping.**

(Ital Heart J Suppl 2001; 2 (10): 1107-1110)

© 2001 CEPI Srl

Ricevuto l'1 marzo 2001; nuova stesura il 24 maggio 2001; accettato il 19 luglio 2001.

Per la corrispondenza:

Dr. Lucio Zannini

Unità Operativa di Cardiochirurgia e Chirurgia Vascolare Istituto Giannina Gaslini Largo G. Gaslini, 5 16147 Genova
E-mail: luciozannini@ospedale-gaslini.ge.it

Introduzione

Le complicazioni neurologiche dopo interventi sull'aorta toracica discendente sono imprevedibili e possono avere gravi conseguenze quali la comparsa di paraparesi e/o paraplegia.

L'incidenza di questa complicanza è variabile a seconda del tipo di patologia trattata e della presenza di condizioni favorenti generali, quali ad esempio il diabete mellito, ma è soprattutto conseguenza dello scarso circolo collaterale presente fra il segmento a monte e a valle della zona del clampaggio aortico. In ambito pediatrico, il trattamento della coartazione aortica può presentare il rischio di problemi neurologici postoperatori, anche se con frequenza minore rispetto all'adulto: trattasi per lo più di pazienti con una coartazione moderata o una ricoartazione in cui, a causa dello scarso sviluppo di circolo collaterale, la bassa pressione di perfusione distale (per lo più < 40 mmHg), accentua la probabilità di danno ischemico midollare. In questi casi, l'impiego dell'assistenza circolatoria extracorporea con perfusione distale dell'aorta toracica discendente può svolgere un ruolo protettivo nei confronti di questa temibile forma di morbilità.

Lo scopo di questo studio è stato quello di verificare l'efficacia e l'adattabilità di questa tecnica di assistenza circolatoria nell'età pediatrica.

Materiali e metodi

Nel periodo gennaio 1996-marzo 2000, presso l'Unità Operativa di Cardiochirurgia e Chirurgia Vascolare dell'Istituto Gaslini, 6 pazienti sono stati sottoposti a trattamento di una patologia dell'aorta toracica discendente con l'impiego dell'assistenza circolatoria extracorporea in toracotomia sinistra.

Si trattava (Tab. I) di 4 maschi e 2 femmine, di età compresa fra 8 mesi e 9 anni (età media 39 mesi); il peso all'intervento era compreso fra 6 e 35 kg (media 14.4 kg).

- Copyright - Il Pensiero Scientifico Editore downloaded by IP 18.97.14.81 Wed, 09 Sep 2026, 02:11:23

Tabella I. Casistica operatoria.

Età	Peso (kg)	Tipo di patologia	Tipo di assistenza circolatoria	Durata assistenza (min)	Durata clampaggio aortico (min)	Esito
3 anni	13	Dislocazione device per chiusura dotto di Botallo	Bypass sn-sn	40	20	Positivo
5 anni	15	Coartazione aortica nativa; status post-correzione di stenosi sopravalvolare aortica; sindrome di Williams	Bypass sn-sn	44	21	Positivo
14 mesi	8	Coartazione aortica nativa in polimalformato con grave scoliosi	Bypass sn-sn	70	51	Positivo
9 anni	35	Ricoartazione con ipoplasia arco aortico terminale e aorta discendente	Bypass sn-sn	50	30	Positivo
13 mesi	8.6	Ricoartazione in sindrome di Williams	Bypass sn-sn	45	23	Positivo
8 mesi	6	Coartazione aortica con ipoplasia arco aortico terminale + difetto interventricolare	Bypass dx-sn	43	20	Positivo

dx = destro; sn = sinistro.

Nel primo caso l'intervento è stato realizzato per rimuovere in urgenza un device di Rashkind, utilizzato per la chiusura del dotto arterioso e dislocato nell'aorta toracica discendente; considerata l'imprevedibile durata del clampaggio aortico necessario per rimuovere il device e l'ovvia assenza di circolo collaterale, abbiamo ritenuto prudente associare al clampaggio aortico l'assistenza circolatoria.

Successivamente, la stessa tecnica è stata utilizzata in 2 pazienti con ricoartazione e in 2 casi di coartazione aortica nativa, sottoposti a cateterismo cardiaco per angioplastica percutanea, rivelatasi inefficace per le caratteristiche anatomiche della coartazione; in tutti questi casi vi era evidenza angiografica di scarso circolo collaterale ed una pressione residua nell'aorta distale < 40 mmHg dopo test di occlusione.

Il tipo di assistenza circolatoria è stato in questi 5 casi un bypass fra l'auricola sinistra e l'aorta toracica discendente, con una cannula arteriosa posta subito a valle del clamp aortico, utilizzando una pompa centrifuga Biomedicus (Medtronic, Minneapolis, MN, USA) inserita in un circuito chiuso con eparinizzazione parziale del paziente (eparina 1 mg/kg di peso corporeo).

Infine, un paziente di 8 mesi di età presentava un ampio difetto interventricolare ed una forma particolare di coartazione, caratterizzata da una distanza di circa 3 cm fra l'origine dell'arteria succlavia sinistra e la regione coartata, ed uno scarso circolo collaterale; poiché questa caratteristica anatomica rendeva difficile eseguire una correzione adeguata per via sternotomica, si è realizzato un bypass destro-sinistro fra il tronco dell'arteria polmonare e l'aorta toracica discendente, con l'uso di un ossigenatore ed un circuito da circolazione extracorporea; in questo modo si è potuto utilizzare lo stesso circuito, trattando dapprima la coartazione per toracotomia sinistra, e procedendo poi alla chiusura del difetto interventricolare per via sternotomica nella stessa seduta operatoria.

In tutti i pazienti è stata monitorata in modo invasivo la pressione sopra e sotto la sede del clampaggio aortico, mantenendo una portata di pompa tale da garantire una pressione distale ≥ 60 mmHg.

Il riempimento del circuito è stato realizzato con un priming normocalcemico, per mantenere un'adeguata funzione della pompa cardiaca durante la procedura. In nessun caso è stata impiegata l'ipotermia (considerata un'eventuale ulteriore misura di protezione midollare), per evitare il rischio di aritmie cardiache e di turbe della coagulazione.

La tecnica chirurgica di trattamento della coartazione è stata in 1 caso una resezione di anastomosi allargata sull'arco aortico e, in 4 casi, un'aortoplastica con patch (due patch in Goretex, un patch in pericardio eterologo, un patch composito in Dacron e pericardio).

Risultati

Non si sono avuti decessi intraoperatori o tardivi. Non si sono verificate complicazioni neurologiche o di altro tipo, ascrivibili al clampaggio aortico.

Al follow-up (6-52 mesi, media 35 mesi) un solo paziente, affetto da sindrome di Williams e da stenosi bilaterale delle arterie renali, è in trattamento farmacologico con antipertensivi.

Discussione

Il problema delle complicanze neurologiche nella chirurgia dell'aorta toracica discendente è noto da oltre 50 anni[1]; il clampaggio dell'aorta toracica, infatti, ridu-

- Copyright - Il Pensiero Scientifico Editore downloaded by IP 18.97.14.81 Wed, 09 Sep 2026, 02:11:23

ce il flusso ematico spinale in vari modelli sperimentali animali, e questo avviene anche nell'uomo[2]. Tempi di clampaggio, sede di posizionamento del clamp, presenza di circolo collaterale e temperatura corporea rappresentano le variabili più importanti nella morbilità neurologica durante terapia chirurgica dell'aorta toracica.

I tentativi di protezione del midollo dal danno ischemico prodotto dal clampaggio dell'aorta toracica discendente sono stati molteplici; essi vanno dal drenaggio del liquido cerebrospinale, alla perfusione dell'aorta al di sotto della zona del clampaggio, all'uso di vasodilatatori, di anticorpi contro i granulociti neutrofili, di "spazzini" dei radicali liberi, alla perfusione degli spazi subaracnoidei con soluzioni ipotermiche o con perfluorocarboni ossigenati[3-11]. Di recente è stata proposta sperimentalmente anche una tecnica di perfusione retrograda venosa del midollo spinale, che ricalca la metodica di protezione cerebrale con perfusione venosa retrograda in corso di arresto di circolo[12].

Katz et al.[13] hanno dimostrato che tempi di clampaggio < 20 min con o senza assistenza circolatoria (cosiddetta tecnica "clamp-and-go") sono gravati da incidenza di paraplegia o paraparesi similari; l'incidenza è più elevata qualora il clampaggio aortico coinvolga l'arteria succlavia sinistra, in considerazione dell'origine dell'arteria spinale anteriore dall'arteria vertebrale, ramo dell'arteria succlavia.

La tecnica di perfusione anterograda mediante assistenza circolatoria extracorporea, associata o meno all'impiego dell'ipotermia, sembra offrire i vantaggi più consistenti nella protezione midollare da danno ischemico[14] e assume particolare valenza sia medica che medico-legale qualora il clampaggio escluda la perfusione dell'arteria di Adamkiewicz che si ritiene originare fra T5 e T8 nel 15% dei casi, fra T9 e T12 nel 60% dei casi e dopo L1 nel restante 25%[15]. Questa metodica è superiore agli shunt passivi, in quanto garantisce una performance ottimale del bypass, con la possibilità di una precisa regolazione del flusso ematico e della pressione di perfusione nei distretti aortici prossimale e distale; essa è facilmente applicabile anche in età pediatrica, come dimostrato anche nella nostra esperienza, e non è fonte di rischi aggiuntivi per il paziente. Per quanto concerne l'indicazione al trattamento della coartazione, attualmente essa viene posta per lo più in base ai soli dati ecocardiografici, purché siano escluse anomalie morfologiche dell'arco e/o dell'istmo aortico che richiedono invece una dimostrazione angiografica. Poiché inoltre la prima opzione terapeutica nei pazienti di età > 1-2 anni è oggi rappresentata spesso dall'angioplastica percutanea, associata eventualmente al posizionamento di uno stent endoluminale, i pazienti che giungono al chirurgo oltre i 12 mesi di vita hanno già eseguito uno studio con cateterismo ed angiografia, motivato dalle anomalie associate o dal fallimento dell'angioplastica; è quindi già stato possibile valutare il circolo collaterale e misurare la pressione residua in aorta discendente dopo occlusione con palloncino dell'istmo aortico. Come dimostrato da Cunningham et al.[16] quando la pressione residua di perfusione nell'aorta sotto la sede del clampaggio è > 40-60 mmHg (anche in rapporto all'età del paziente e ai valori pressori basali), la tolleranza del midollo e degli organi splancnici al clampaggio aortico è buona, indipendentemente dal tipo di circolo collaterale presente.

Quando invece il circolo collaterale è scarso e la pressione di perfusione distale dopo test di occlusione è < 40 mmHg, noi riteniamo utile porre indicazione all'applicazione dell'assistenza circolatoria extracorporea. Anche nella nostra esperienza questa eventualità è rara (2 casi su un gruppo totale di 32 pazienti trattati nello stesso periodo presso il nostro Centro per coartazione aortica nativa di età > 12 mesi con tecnica chirurgica o di cardiologia interventistica), ma è di grande rilevanza in considerazione della gravità del danno neurologico che può comparire in questi casi dopo clampaggio isolato.

Le modalità di realizzazione di un'assistenza circolatoria sono dettate dalle specifiche esigenze cliniche ma, in genere, è sufficiente un sistema chiuso di bypass sinistro-sinistro con pompa centrifuga (e senza ossigenatore), con monitorizzazione della pressione arteriosa sopra e sotto la sede del clampaggio e con eparinizzazione parziale. Nella nostra esperienza, soltanto in 1 caso è stata utilizzata un'assistenza destra-sinistra (arteria polmonare-aorta toracica discendente) con l'uso di un ossigenatore e di una pompa roller, in quanto si è deciso di trattare, nella stessa seduta operatoria, per via toracotomica, una coartazione aortica molto distale e con scarso circolo collaterale ed eseguire per via sternotomica la correzione di un difetto interventricolare, utilizzando lo stesso circuito da circolazione extracorporea che includeva, ovviamente, un ossigenatore.

In conclusione, l'assistenza circolatoria extracorporea in toracotomia sinistra in età pediatrica si rivela utile ed agevole soprattutto per il trattamento di coartazioni aortiche primitive o ricoartazioni con scarso circolo collaterale, permettendo un approccio tecnicamente accurato e prevenendo danni neurologici e splancnici su base ischemica.

Riassunto

Razionale. La chirurgia dell'aorta toracica è gravata da un rischio variabile di morbilità neurologica per la comparsa di paraparesi e/o paraplegia postoperatoria. Altro rischio è l'ischemia degli organi splancnici, con conseguente enterite necrotizzante o insufficienza renale acuta. La perfusione dell'aorta distalmente alla sede del clampaggio (assistenza circolatoria extracorporea) offre una forma di protezione contro queste gravi complicazioni, che sono tanto più frequenti quanto più lungo è il tempo di clampaggio aortico. Scopo del presente lavoro è stato di verificare la fattibilità e l'efficacia di

- Copyright - Il Pensiero Scientifico Editore downloaded by IP 18.97.14.81 Wed, 09 Sep 2026, 02:11:23

un'assistenza circolatoria extracorporea in un gruppo di pazienti in età pediatrica.

Materiali e metodi. Nel periodo gennaio 1996-marzo 2000, presso l'Unità Operativa di Cardiochirurgia e Chirurgia Vascolare dell'Istituto Gaslini, abbiamo trattato 6 pazienti con l'ausilio dell'assistenza circolatoria in toracotomia sinistra. Si trattava di 4 maschi e 2 femmine di età compresa fra 8 mesi e 9 anni (età media 39 mesi). L'intervento chirurgico si era reso necessario in 1 caso per la rimozione in emergenza di un device cardiologico di Rashkind utilizzato per la chiusura di un dotto di Botallo e dislocatosi nell'aorta discendente; in 2 casi per il trattamento di una ricoartazione, e in 3 casi per la correzione di una coartazione aortica nativa. In tutti i casi vi era un'evidenza angiografica di scarso circolo collaterale e la pressione residua in aorta discendente dopo test di occlusione era < 40 mmHg.

Risultati. Non si è avuta mortalità precoce o tardiva e non si sono verificate complicazioni neurologiche o di altra natura.

Conclusioni. L'assistenza circolatoria si rivela di facile applicazione nel paziente pediatrico e risulta utile nel ridurre il rischio di complicazioni neurologiche o splancniche dopo trattamento di patologie dell'aorta toracica discendente quali la coartazione aortica con circolo collaterale scarsamente sviluppato, ricoartazione con anatomia complessa e altre situazioni cliniche che richiedono un clampaggio prolungato dell'aorta discendente.

Parole chiave: Bypass cardiopolmonare; Cardiochirurgia; Cardiopatia congenita.

Bibliografia

1. De Bakey M, Cooley DA, Creech O. Resection of the aorta for aneurysms and occlusive disease with particular reference to the use of hypothermia: analysis of 240 cases. Trans Am Coll Cardiol 1955; 5: 153-7.
2. Grum DF, Svensson LG. Changes in cerebrospinal fluid pressure and spinal cord perfusion pressure prior to cross clamping of the thoracic aorta in humans. J Cardiothorac Vasc Anesth 1991; 5: 331-6.
3. Kazama S, Masaki Y, Mayuyama S, Ishihara A. Effect of altering cerebrospinal fluid pressure on spinal cord blood flow. Ann Thorac Surg 1994; 58: 112-5.
4. Crawford ES, Svensson LG, Hess KR, et al. A prospective randomized study of cerebrospinal fluid drainage to prevent paraplegia after high-risk surgery on the thoracoabdominal aorta. J Vasc Surg 1991; 13: 36-45.
5. Frank SM, Parker SD, Rock P, et al. Moderate hypothermia with partial bypass and segmental sequential repair for thoracoabdominal aneurysm. J Vasc Surg 1994; 19: 687-97.
6. Barone GW, Joob AW, Flanagan TL, Dunn CE, Kron IL. The effect of hyperemia on spinal cord function after temporary thoracic aortic occlusion. J Vasc Surg 1988; 8: 535-40.
7. Forbes AD, Slimp JC, Winn RK, Verrier ED. Inhibition of neutrophil adhesion does not prevent ischemic spinal cord injury. Ann Thorac Surg 1994; 58: 1064-8.
8. Agee JM, Flannigan T, Blackbourne LH, Kron IL, Tribble CG. Reducing postischemic paraplegia using conjugated superoxide dismutase. Ann Thorac Surg 1991; 51: 911-5.
9. Berguer R, Porto J, Fedoronko B, Dragovic L. Selective deep hypothermia of the spinal cord prevents paraplegia after aortic cross clamping in the dog model. J Vasc Surg 1992; 15: 62-72.
10. Maugham RE, Mohan C, Nathan IM, et al. Intrathecal perfusion of an oxygenated perfluorocarbon prevents paraplegia after aortic occlusion. Ann Thorac Surg 1992; 54: 818-25.
11. Herold JA, Kron IL, Langenburg SE, Blackbourne LH, Tribble CG. Complete prevention of postischemic spinal cord injury by means of regional infusion with hypothermic saline and adenosine. J Thorac Cardiovasc Surg 1994; 107: 536-42.
12. Parrino PE, Irving LK, Ross SD, et al. Spinal cord protection during aortic cross clamping using retrograde venous perfusion. Ann Thorac Surg 1999; 67: 1589-95.
13. Katz NM, Blackstone EH, Kirklin JW, Karp RB. Incremental risk factor for spinal cord injury following operation for acute traumatic aortic transection. J Thorac Cardiovasc Surg 1981; 81: 669-74.
14. Robertazzi RR, Acinapura AJ. The efficacy of left atrial to femoral artery bypass in the prevention of spinal cord ischemia during aortic surgery. Semin Thorac Cardiovasc Surg 1998; 10: 67-71.
15. Wadouh F, Lindemann EM, Arndt CF, Hetzer R, Borst HG. The arteria radicularis magna anterior as decisive factor influencing spinal cord damage during aortic occlusion. J Thorac Cardiovasc Surg 1984; 88: 1-10.
16. Cunningham JN Jr, Laschinger JC, Spencer FC. Monitoring of somatosensory evoked potentials during surgical procedures on the thoracoabdominal aorta. IV. Clinical observations and results. J Thorac Cardiovasc Surg 1987; 94: 275-85.