

Rivascolarizzazione miocardica con arteria radiale: tecniche chirurgiche a confronto e risultati a breve termine

Enrico Ferrari¹, Esmeralda Pompei², Cristina Scocchia³, Eric Berrekluow², Ludwig von Segesser¹

¹Cardiovascular Surgery Unit, Centre Hôpitalier Universitaire Vaudois, Lausanne, Svizzera, ²Cardiothoracic Surgery Unit, Catharina Hospital, Eindhoven, Olanda, ³Dipartimento di Statistica e Matematica Applicata "Diego de Castro", Università degli Studi, Torino

Key words:

Coronary artery bypass grafting;
Myocardial revascularization;
Radial artery.

Background. The radial artery is routinely used as a graft for surgical arterial myocardial revascularization. The proximal radial artery anastomosis site remains unknown. In this study, we analyzed the short-term results and the operative risk determinants after having used four different common techniques for radial artery implantation.

Methods. From January 2000 to December 2004, 571 patients underwent coronary artery bypass grafting with radial arteries. Data were analyzed for the entire population and for subgroups following the proximal radial artery anastomosis site: 140 T-graft with the mammary artery (group A), 316 free-grafts with the proximal anastomosis to the ascending aorta (group B), 55 mammary arteries *in situ* elongated with the radial artery (group C) and 60 radial arteries elongated with a piece of mammary artery and anastomosed to the ascending aorta (group D).

Results. The mean age was 53.8 ± 7.7 years; 55.5% of patients had a previous myocardial infarction and 73% presented with a satisfactory left ventricular function. A complete arterial myocardial revascularization was achieved in 532 cases (93.2%) and 90.2% of the procedures were performed under cardiopulmonary bypass and cardioplegic arrest. The operative mortality rate was 0.9%, a post-operative myocardial infarction was diagnosed in 19 patients (3.3%), an intra-aortic balloon pump was used in 10 patients (1.7%) and a mechanical circulatory device was implanted in 2 patients. The radial artery harvesting site remained always free from complications. The proximal radial artery anastomosis site was not a determinant of early hospital mortality. Group C showed a higher risk of postoperative myocardial infarction ($p = 0.09$), together with female gender ($p = 0.003$), hypertension ($p = 0.059$) and a longer cardiopulmonary bypass time.

Conclusions. The radial artery and the mammary artery can guarantee multiple arterial revascularization also for patients with contraindications to double mammary artery use. The four most common techniques for proximal radial artery anastomosis are not related to a higher operative risk and they can be used alternatively to reach the best surgical results.

(G Ital Cardiol 2008; 9 (3): 185-193)

© 2008 AIM Publishing Srl

Ricevuto il 27 agosto 2007; nuova stesura il 26 settembre 2007; accettato il 27 settembre 2007.

Per la corrispondenza:

Dr. Enrico Ferrari
Cardiovascular Surgery Unit
Centre Hôpitalier Universitaire Vaudois
46, rue du Bugnon
1011 Lausanne
Svizzera
E-mail:
enrico.ferrari@hospvd.ch

Introduzione

L'arteria radiale (AR) come condotto arterioso durante rivascolarizzazione miocardica chirurgica fece la sua prima comparsa all'inizio degli anni '70¹. Purtroppo, dopo qualche anno il suo impiego fu abbandonato da Geha et al.² perché venne dimostrata una scarsa pervietà dei graft a breve e medio termine (stenosi nel 35% delle AR impiantate). A partire dal 1992, tuttavia, ci fu un rinnovato interesse per questo condotto arterioso poiché studi clinici e angiografici condotti su pazienti operati in precedenza mostrarono la buona pervietà di molti condotti arteriosi anche a distanza di 15 anni dall'intervento di rivascolarizzazione e persino tra quelli che erano stati giudicati stenotici in precedenza³. Il miglioramento del-

le tecniche chirurgiche di prelievo e l'uso dei vasodilatatori sistemici (calcioantagonisti) ha riportato alla ribalta questo graft arterioso alternativo o complementare all'arteria toracica interna e, in particolare, Acar et al.³ individuarono nella dilatazione idrostatica intraoperatoria e nell'uso della tecnica di prelievo scheletrizzata i due fattori decisivi nel provocare stenosi da vasospasmo e alterazioni endoteliali nelle AR prelevate^{3,4}. Attualmente, l'indicazione ricorrente per l'uso dell'AR come condotto arterioso per il confezionamento di bypass aortocoronarici è quello di coadiuvare l'arteria toracica interna nella rivascolarizzazione miocardica arteriosa (completa e non) e, per questa ragione, i suoi "target" universalmente riconosciuti sono l'arteria coronaria destra e l'arteria coronaria circonflessa insieme ai

loro rami collaterali. Inoltre, nonostante la lunghezza dell'AR sia anatomicamente limitata, è possibile utilizzarla per l'esecuzione di bypass multipli mediante la tecnica sequenziale. I risultati presenti in letteratura circa la sua pervietà a breve e medio termine⁵⁻⁹ la pongono in una condizione molto vicina a quella dell'arteria mammaria interna (AMI) (che rimane il bypass arterioso di riferimento) e in netto vantaggio rispetto alla vena safena interna. Tuttavia, restano dei dubbi su quale sia la migliore sede di impianto dell'anastomosi prossimale e, benché la maggior parte dei gruppi preferisca anastomizzare l'AR direttamente sull'aorta ascendente, c'è un numero consistente di chirurghi che suggerisce il T-graft con l'AMI quale metodo ottimale per questo tipo di chirurgia. Da qualche anno, inoltre, alcuni centri di cardiocirurgia utilizzano una terza scelta che è quella dell'allungamento dell'AR con un tratto di AMI destra. Con questo studio retrospettivo, abbiamo voluto analizzare l'attività svolta negli ultimi anni sul tema della rivascolarizzazione miocardica arteriosa con AR, soffermandoci, in particolare, sui risultati clinici a breve termine (complicanze e mortalità operatoria a 30 giorni), sul tipo di anastomosi prossimale utilizzato nei diversi casi e sui determinanti di rischio operatorio.

Materiali e metodi

Nel periodo compreso tra gennaio 2000 e dicembre 2004, 571 pazienti sono stati sottoposti ad intervento chirurgico di rivascolarizzazione miocardica con AR. Tutti i 571 pazienti sono stati sottoposti ad indagine coronarografica preoperatoria e solo il 17.8% ha avuto, come indagine complementare, una scintigrafia miocardica. A tutti i pazienti è stato poi eseguito un test di Allen e/o un Doppler dell'AR dell'arto superiore non dominante e a tutti loro è stato chiesto di firmare un consenso informato all'intervento dopo aver preso visione del protocollo di studio. I dati demografici, le caratteristiche operatorie e l'esito chirurgico (a 30 giorni dall'intervento) sono stati raccolti e analizzati per l'intera popolazione in esame e per sottogruppi: i 571 pazienti, infatti, sono stati suddivisi in quattro sottogruppi sulla base della diversa sede di impianto dell'anastomosi prossimale dell'AR:

- gruppo A: T-graft con anastomosi prossimale dell'AR sull'AMI sinistra (Figura 1);
- gruppo B: "free-graft" con anastomosi prossimale dell'AR direttamente sull'aorta ascendente (Figura 2);
- gruppo C: allungamento dell'AMI *in situ* con l'AR;
- gruppo D: allungamento dell'AR con un tratto di AMI destra e anastomosi prossimale sull'aorta ascendente (Figura 3).

Selezione dei pazienti

Sono stati inclusi nello studio i pazienti consenzienti, da operare in elezione di rivascolarizzazione miocardica chirurgica e di età <75 anni. Sono stati esclusi i rein-

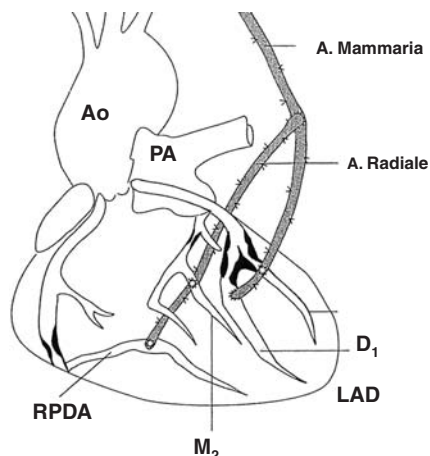


Figura 1. Anastomosi prossimale dell'arteria radiale sull'arteria mammaria interna (T-graft). Ao = aorta; LAD = arteria discendente anteriore; PA = arteria polmonare; RPDA = arteria discendente posteriore.

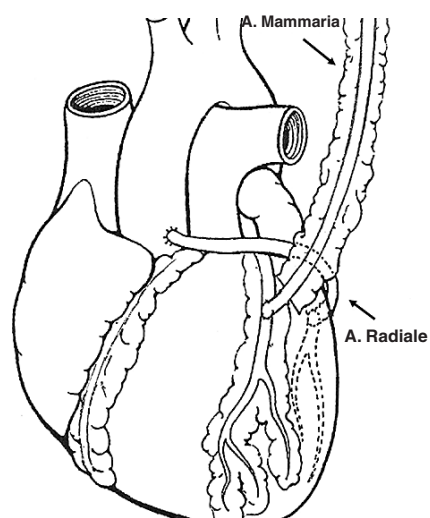


Figura 2. Anastomosi prossimale dell'arteria radiale sull'aorta ascendente ("free-graft").

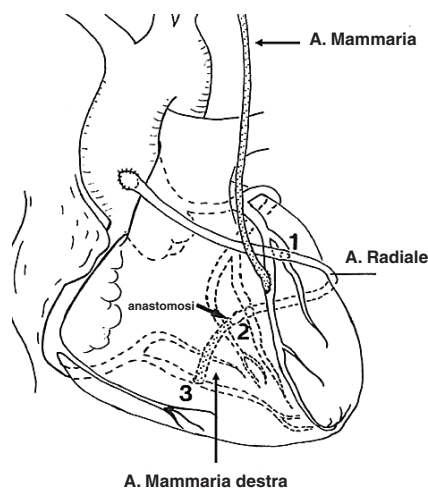


Figura 3. Tecnica dell'allungamento dell'arteria radiale con un tratto di arteria mammaria interna. Anastomosi prossimale sull'aorta ascendente.

terventi e i casi con criterio di urgenza o di emergenza. Sono inoltre stati presi in considerazione come criteri di esclusione per l'uso dell'AR:

- test di Allen dubbio o positivo;
- color Doppler dell'AR positivo per la presenza di stenosi e/o calcificazioni;
- condizioni generali del paziente scadenti;
- scadente qualità dei vasi coronarici da bypassare (diametro <1.5 mm);
- grave arteriopatia polidistrettuale;
- morbo di Raynaud o di Dupuytren;
- insufficienza renale cronica e/o dialisi (fistola all'avambraccio).

Tecnica chirurgica

L'AR è stata prelevata dal braccio non dominante o da entrambe le braccia (in 5 casi), con tecnica tradizionale non scheletrizzata e contemporaneamente al prelievo dell'AMI sinistra. I rami collaterali dell'AR sono stati assicurati con emoclip ed è stata utilizzata una soluzione di sola papaverina oppure di papaverina più calcioantagonista (verapamil) come vasodilatatore topico e bagno di "storage" del condotto arterioso. Talvolta l'AR è stata sottoposta ad una delicata dilatazione idrostatica per eliminare i trombi intraluminari e per giudicare l'eventuale persistenza di collaterali pervie.

Se utilizzata, la vena safena è stata prelevata contemporaneamente all'AR e all'AMI, con tecnica tradizionale e ponti cutanei. Le anastomosi distali sono state confezionate con suture continue di polipropilene 7-0, mentre le anastomosi prossimali sono state eseguite diversamente in base al tipo di tecnica chirurgica: sutura continua in polipropilene 6-0 per l'anastomosi sull'aorta (gruppo B) e suture continue in polipropilene 7-0 per il T-graft (gruppo A) e l'allungamento (gruppi C e D). La costruzione dell'allungamento (gruppi C e D) è avvenuta sempre prima di avviare la circolazione extracorporea (CEC), mentre il confezionamento del T-graft (gruppo A) è dipeso dalla scelta soggettiva del chirurgo. Qualora confezionato prima dell'avvio della CEC, il T-graft ha permesso di ridurre i tempi di clampaggio aortico e ischemia miocardica e di valutare la permeabilità dei due condotti. Per minimizzare il rischio di spasmo dell'AR, i pazienti sono stati trattati con vasodilatatori in infusione continua (nitroderivati o calcioantagonisti) durante tutto l'intervento e per il periodo successivo all'intervento in terapia intensiva, fino all'assunzione della terapia orale. La maggior parte dei pazienti ha ricevuto un trattamento orale con diltiazem (180 mg/die) per i 6 mesi successivi all'intervento.

Analisi statistica

Le variabili continue sono presentate come media $\pm$ DS. Le variabili nominali, invece, sono presentate come frequenza assoluta e percentuale. I dati pubblicati in questo articolo e, in particolare, i fattori di rischio per infarto miocardico e i fattori predittivi di mortalità operatoria, sono stati analizzati con il metodo della regres-

sione logistica multipla e con il test del χ^2 . Un valore di $p < 0.05$ è stato giudicato statisticamente significativo.

Risultati

Le caratteristiche demografiche dei 571 pazienti (499 maschi, 72 femmine) e i fattori di rischio cardiovascolare sono elencati in Tabella 1. L'età media della popolazione in esame era di 53.8 ± 7.7 anni e più della metà (55.5%) aveva un pregresso infarto miocardico acuto. In Tabella 2 sono elencati i risultati della coronarografia: la maggior parte dei pazienti (73%) aveva una buona funzione ventricolare sinistra, mentre solo 24 pazienti (4.2%) avevano una frazione di eiezione ventricolare sinistra <35%. La malattia del tronco comune era presente nel 14.9% dei casi, mentre più della metà dei pazienti (57.6%) era affetta da coronaropatia trivasale. La qualità dell'AR e del circolo palmare collaterale sono state analizzate di routine con il test di Allen (con o senza pletismografia), mentre un color Doppler arterioso è stato eseguito in 515 pazienti (90.2%). In particolare, con il color Doppler è stato possibile valu-

Tabella 1. Dati demografici e fattori di rischio dell'intera popolazione in oggetto.

N. pazienti	571
Sesso femminile	72 (12.6%)
Età media (anni)	53.8 ± 7.7
Infarto preoperatorio	317 (55.5%)
Familiarità per cardiopatia ischemica	258 (45.2%)
Fumo	315 (55.2%)
Iperensione arteriosa	241 (42.2%)
Dislipidemia	454 (80%)
Diabete mellito	96 (16.8%)
Terapia con insulina	30 (5.2%)
Terapia orale o dieta	66 (11.6%)
Classe CCS	
I	10 (1.7%)
II	86 (15.1%)
III	380 (66.6%)
IV	95 (16.6%)

CCS = Canadian Cardiovascular Society.

Tabella 2. Dati angiografici preoperatori.

Malattia del tronco comune	85 (14.9%)
Malattia monovasale	5 (0.9%)
Malattia bivasale	152 (26.6%)
Malattia trivasale	329 (57.6%)
Discendente anteriore	515 (90.2%)
Arteria circonflessa	472 (82.7%)
Coronaria destra	468 (81.2%)
FE ventricolare sinistra	
>50%	417 (73%)
35%-<50%	130 (22.8%)
<35%	24 (4.2%)

FE = frazione di eiezione.

tare il diametro medio dell'AR e dell'arteria ulnare che erano, rispettivamente, pari a 2.54 ± 0.46 e 2.45 ± 0.53 mm. I dati intraoperatori e i diversi tipi di intervento chirurgico eseguiti sono elencati nelle Tabelle 3 e 4. La CEC è stata adoperata in 515 pazienti (90.2%). In 514 casi si è proceduto al clampaggio dell'aorta e all'arresto cardioplegico del cuore, mentre per 1 paziente i bypass sono stati eseguiti a cuore battente con assistenza circolatoria: 56 pazienti (9.8%) hanno poi subito un intervento di rivascularizzazione a cuore battente senza CEC. Le AR prelevate sono state globalmente 576, di cui 516 (89.6%) provenienti dal braccio sinistro, 50 (8.7%) dal braccio destro e 10 bilaterali (5 pazienti, 1.7%). Le AMI utilizzate sono state 659, prelevate in 555 pazienti (97.2%). In 16 pazienti (2.8%) l'AMI non è stata prelevata; in 451 pazienti (79% della popolazione totale e 68.4% delle AMI prelevate) è stata prelevata solo da un lato (AMI sinistra o destra) mentre in 104 pazienti (18.2% della popolazione totale) è stata prelevata bilateralmente (AMI bilaterale 208 graft pari al 31.6% delle AMI totali). La vena safena interna è stata usata in 39 pazienti (6.8%) ed è stata utilizzata, in accordo con la letteratura internazionale, sempre per eseguire bypass su un ramo della coronaria destra. La ri-

vascularizzazione miocardica è stata giudicata completa nel 77% dei casi ed è stata eseguita esclusivamente con graft arteriosi in 532 pazienti (93.2%). Per i pazienti operati in CEC, il tempo medio di CEC è stato di 72.9 min e il tempo medio di clampaggio aortico è stato di 47.3 min. Per quanto riguarda le anastomosi distali (in media 3.28 ± 0.98 anastomosi per paziente) si è proceduto all'esecuzione di bypass singoli o con tecnica sequenziale in base alle necessità del singolo paziente per un totale di 1877 anastomosi distali, di cui 693 con AMI, 1139 con AR e 45 con vena safena interna (Tabella 5). L'AMI è stata anastomizzata quasi esclusivamente sulla coronaria discendente anteriore. L'AR è servita prevalentemente per rivascularizzare la parete laterale del ventricolo sinistro (territorio della coronaria circonflessa) e, talvolta, la coronaria destra attraverso il ramo interventricolare posteriore o retroventricolare. La vena safena interna è stata sempre usata per rivascularizzare i rami del circolo coronarico destro. Per quanto riguarda l'anastomosi prossimale dell'AR, si è proceduto al confezionamento di un T-graft in 140 pazienti (gruppo A), all'esecuzione di un "free-graft" sull'aorta ascendente in 316 pazienti (gruppo B), e all'allungamento dell'AR in 115 pazienti, anastomizzandola 55 volte con l'AMI pedunculata *in situ* (gruppo C) e 60 volte con un tratto di "free" AMI sinistra o destra e successiva anastomosi prossimale sull'aorta ascendente (gruppo D) (Tabella 6). Per quanto riguarda il decorso postoperatorio (Tabella 7), la mortalità ospedaliera è stata dello 0.9%: 2 pazienti sono morti per shock cardiogeno, altri 2 per improvviso arresto cardiocircolatorio con dissociazione elettromeccanica e 1 paziente per embolia polmonare acuta. Tra le complicanze dell'intervento chirurgico, 19 pazienti (3.3%) hanno sviluppato un infarto miocardico preoperatorio, mentre una sindrome da bassa gittata ha complicato il

Tabella 3. Tipi di bypass utilizzati.

AMI bilaterale + AR sinistra	89 (15.6%)
AMI bilaterale + AR destra	15 (2.7%)
AMI sinistra + AR sinistra + AR destra	4 (0.8%)
AMI sinistra + AR + VS interna	37 (6.5%)
AMI sinistra + AR sinistra	364 (63.9%)
AMI sinistra + AR destra	30 (5.2%)
AR	13 (2.5%)
AMI destra + AR sinistra	13 (2.3%)
AMI destra + AR destra	3 (0.6%)
AR + VS interna	2 (0.4%)
AR sinistra + AR destra	1 (0.2%)

AMI = arteria mammaria interna; AR = arteria radiale; VS = vena safena.

Tabella 4. Dati intraoperatori.

Rivascularizzazione completamente arteriosa	532 (93.2%)*
Bypass utilizzati	
AR (n=571)	576
Sinistra	516 (89.6%)
Destra	50 (8.7%)
Bilaterale (5 pazienti)	10 (1.7%)
Arterie mammarie (n=555)	659
AMI singola (sinistra o destra)	451 (68.4%)
AMI bilaterale	208 (31.6%)
Vene safene	39
Rivascularizzazione miocardica completa	439 (77%)*
Tempo di CEC (min)	$72.9 \pm 23.5^*$
Tempo di clampaggio aortico (min)	$47.3 \pm 16.4^*$
Interventi a cuore battente	56 (9.8%)*

AMI = arteria mammaria interna; CEC = circolazione extracorporea; AR = arteria radiale. * p = NS.

Tabella 5. Anastomosi distali.

N. bypass	
1	6 (1%)
2	124 (21.7%)
3	210 (36.8%)
4	168 (29.4%)
5	57 (10%)
6	6 (1%)
Anastomosi distali	1877
Anastomosi/paziente	3.28 ± 0.98
Anastomosi con AMI	693*
Anastomosi/paziente con AMI	1.25 ± 0.57
Anastomosi con AR	1139*
Anastomosi/paziente con AR	1.99 ± 0.92
Anastomosi con VS interna	45*
Anastomosi/paziente con VS interna	1.15 ± 0.4
Bypass sequenziali	
Con AMI (n=555)	140 (25.2%)
Con AR (n=571)	362 (63.4%)*

AMI = arteria mammaria interna; AR = arteria radiale; VS = vena safena interna. * p = NS.

decorso postoperatorio di 24 pazienti che sono stati sottoposti a terapia con inotropi ad alto dosaggio (12 casi) o introduzione di un contropulsatore aortico (10 casi, 1.7%). Un'assistenza meccanica circolatoria ventricolare sinistra (Biomedicus, Medtronic, Minneapolis, MN, USA) è stata necessaria in 2 pazienti ed entrambi sono poi deceduti in terapia intensiva. Una mediastinite è insorta in 6 pazienti (1%) e una deiscenza sternale è stata diagnosticata e trattata con successo in 5 pazienti (0.9%). Non sono state segnalate complicazioni sensitive o motorie dell'arto superiore sede di prelievo dell'AR e la sede chirurgica non è stata oggetto di revisione per sanguinamento o ematoma. Il tempo medio di degenza in terapia intensiva è stato di 1.3 ± 1.6 giorni, mentre il tempo medio di degenza ospedaliera è stato di 8 ± 7 giorni. Le caratteristiche demografiche, i fattori di rischio e l'esito postoperatorio dei quattro gruppi in cui sono stati suddivisi i pazienti sono elencati nella Tabella 8. L'analisi dei determinanti di rischio per mortalità operatoria e per infarto miocardico postoperatorio è stata eseguita sui fattori di rischio, sui dati demografici e sui dati intraoperatori. Nella nostra casistica è risultato statisticamente significativo un aumento del rischio

di infarto miocardico per i soggetti di sesso femminile ($p = 0.003$).

L'essere iperteso e avere subito un intervento chirurgico con un tempo di CEC più lungo sono associati a un più alto rischio di infarto miocardico postoperatorio (rispettivamente, $p = 0.059$ e $p = 0.01$) (Tabella 9). Le altre variabili analizzate come determinanti di rischio operatorio non sono risultate statisticamente significative. Infine, la diversa procedura di anastomosi prossimale dell'AR è risultata non correlata con un esito infausto dell'intervento (Tabella 6), mentre esiste una lieve correlazione statistica ($p = 0.09$) tra l'appartenere al gruppo C (AMI pedunculata allungata con AR) e avere un infarto miocardico postoperatorio (Tabella 10).

Discussione

Il "revival" della AR come condotto arterioso per bypass aortocoronarici ha spinto molti centri di cardiocirurgia ad utilizzarla sempre più frequentemente nel trattamento chirurgico della cardiopatia ischemica. Benché le AMI sinistra e destra restino a tutt'oggi i condotti di prima e seconda scelta in questo tipo di intervento, l'evidenza di una certa difficoltà tecnica nella preparazione dei due condotti intratoracici e il fatto che una ristretta popolazione di pazienti non ne possa beneficiare (pazienti obesi, diabetici, postradioterapia del torace) continuano a limitare l'impiego dell'AMI bilaterale come alternativa chirurgica all'intervento standard di rivascolarizzazione miocardica con AMI sinistra e vena safena^{7,9-12}. Per una serie di considerazioni, quindi, la AR sembra essere l'alternativa ideale per la sua semplicità di prelevamento ("timing" chirurgico concomitante alla preparazione dell'IMA) e i risultati preliminari di permeabilità a distanza. In accordo con la letteratura internazionale, l'uso dei vasodilatatori sistemici e l'impiego di tecniche chirurgiche adeguate (prelievo pedunculato con vene satelliti senza dilatazione idrostatica) hanno permesso di ridurre o di eliminare il vasospasmo e, con esso, il rischio di disfunzione dell'AR a breve, medio e lungo termine^{13-16,21}. In aggiunta, è stato osservato da alcuni autori che la sede dell'anastomosi distale può essere altrettanto importante nell'aumentare il rischio di stenosi od occlusione precoce del graft. In particolare, l'AR non andrebbe utilizzata per rivascolarizzare la coronaria destra o uno dei suoi rami collaterali, così come non andrebbe anastomizzata su dei vasi coronarici di calibro <1.5 mm e con stenosi $<75\%$ o con scarso "run-off" a valle (sviluppo di iperplasia intimale precoce)²¹. Inoltre, dubbi sulla sede ideale dell'anastomosi prossimale dell'AR sono insorti dopo l'evidenza clinica di un certo grado di iperplasia della tonaca intima nelle AR poste come "free-graft" sull'aorta ascendente^{17,18}. I dati clinici in possesso della letteratura a riguardo sono ancora piuttosto limitati e non tengono conto di tutte le scelte chirurgiche ora di-

Tabella 6. Distribuzione delle anastomosi prossimali dell'arteria radiale.

Gruppo A (T-graft)	140 (24.5%)*
Gruppo B (free-graft)	316 (55.4%)*
Gruppo C (AMI <i>in situ</i> allungata con AR)	55 (9.6%)*
Gruppo D (RA allungata con "free" AMI)	60 (10.5%)*

AMI = arteria mammaria interna; AR = arteria radiale. * $p = \text{NS}$.

Tabella 7. Mortalità operatoria e complicanze postoperatorie.

Pazienti deceduti	5 (0.9%)
Shock cardiogeno	2
Dissociazione elettromeccanica	2
Embolia polmonare acuta	1
Infarto miocardico postoperatorio	19 (3.3%)
Shock cardiogeno	24 (4.2%)
Contropulsatore aortico	10 (1.7%)
Assistenza ventricolare sinistra	2 (0.3%)
Ventilazione >24 h	5 (0.9%)
Polmonite	3 (0.5%)
Pneumotorace	14 (2.4%)
Insufficienza respiratoria acuta	2 (0.3%)
Dialisi transitoria	2 (0.3%)
Mediastinite	6 (1%)
Deiscenza sternale	5 (0.9%)
Sanguinamento 24 h (ml)	823 ± 420
Riaperture	18 (3.1%)
Sanguinamento	7
Tamponamento	3
Confezionamento nuovi bypass	6
Assistenza ventricolare sinistra	1
Assistenza ventricolare + nuovo bypass	1
Eventi neurologici transitori	5
Giorni in terapia intensiva	1.3 ± 1.6
Giorni di degenza ospedaliera	8 ± 7

Tabella 8. Caratteristiche demografiche e dati operatori dei sottogruppi.

	Gruppo A (n=140)	Gruppo B (n=316)	Gruppo C (n=55)	Gruppo D (n=60)	p
Familiarità	55	147	26	30	NS
Pregresso infarto miocardico	81	169	38	29	NS
Fumo	80	174	31	30	NS
Ipertensione	60	129	21	31	0.12
Dislipidemia	111	253	47	43	NS
Diabete					NS
Terapia orale	21	14	5	1	
Insulina	13	32	2	8	
Lesione tronco comune	22	53	5	5	NS
Discendente anteriore	135	280	43	57	NS
Circonflessa	128	233	54	57	NS
Coronaria destra	129	227	54	58	NS
Mammarie prelevate	144	344	97	74	—
Radiali prelevate	141	141	55	60	—
Vene prelevate	8	29	1	1	—
Anastomosi distali con AMI	177	399	54	63	NS
Anastomosi distali con AR	343	480	155	161	NS
Rivascolarizzazione completa	107	233	48	51	NS
Pazienti deceduti	1	3	1	0	—
Shock cardiogeno	0	1	1	0	
Dissociazione elettromeccanica	1	1	0	0	
Embolia polmonare	0	1	0	0	
Infarto miocardico postoperatorio	6	7	4	2	—
Shock cardiogeno	7	8	2	3	—
Contropulsatore aortico	5	3	1	1	—
Complicazioni respiratorie	8	12	7	1	—
Ventilazione >24 h	2	2	1	0	—
Dialisi	0	2	0	0	—
Riaperture	6	7	2	3	—
Sanguinamento	3	4	0	0	—
Tamponamento	0	1	0	2	
Nuovo bypass	3	1	2	1	
Assistenza ventricolare	0	1	0	0	
Eventi neurologici	2	3	0	0	—
Giorni in terapia intensiva	1.31 ± 1.52	1.37 ± 1.82	1.15 ± 0.83	1.27 ± 1.22	—
Giorni di degenza ospedaliera	8.67 ± 8.32	9.28 ± 7.11	8.56 ± 4.14	8.72 ± 4.92	—

AMI = arteria mammaria interna; AR = arteria radiale.

Tabella 9. Determinanti di rischio per infarto miocardico post-operatorio.

	p
Sesso femminile	0.003
Infarto miocardico pregresso	0.1
Ipertensione arteriosa	0.059
Durata circolazione extracorporea	0.01

Tabella 10. Sede dell'anastomosi prossimale dell'arteria radiale (AR) come determinante di rischio per infarto miocardico post-operatorio.

		p
Gruppo A (T-graft)	140 (24.5%)	NS
Gruppo B ("free-graft")	316 (55.4%)	0.1
Gruppo C (AMI allungata con AR)	55 (9.6%)	0.09
Gruppo D (AR allungata con "free" AMI)	60 (1.05%)	NS

AMI = arteria mammaria interna.

sponibili. Iaco et al.⁵, analizzando l'uso dell'AR come "free-graft" e come T-graft in 164 pazienti consecutivi, non trovarono correlazione tra il sito di anastomosi prossimale e la pervietà del vaso a breve e medio termine. Con il presente studio abbiamo analizzato le quattro opzioni chirurgiche più frequentemente utilizzate per l'esecuzione dell'anastomosi prossimale dell'AR. La nostra casistica coinvolgeva 571 pazienti consenzienti, operati consecutivamente tra gennaio 2000 e dicembre 2004. Il nostro studio era focalizzato sulla sede dell'anastomosi prossimale dell'AR e la popolazione presa in esame è stata suddivisa in quattro sottogruppi. L'AR anastomizzata sull'aorta ascendente, il T-graft tra AMI e AR, l'allungamento dell'AMI *in situ* con l'AR e l'allungamento dell'AR con un pezzo di AMI e successiva anastomosi prossimale sull'aorta ascendente, sono stati i criteri di suddivisione dei sottogruppi. L'analisi statistica sui diversi sottogruppi non ha evidenziato la presenza tra loro di un determinante di rischio per mortalità operatoria statisticamente signifi-

ficativo. Se valutati, invece, come determinanti di rischio per infarto miocardico postoperatorio, l'esecuzione di un allungamento dell'AMI sinistra *in situ* con l'AR (gruppo C) sembra essere l'unica opzione chirurgica che aumenta il rischio di infarto precoce ($p = 0.09$), anche se il dato non è statisticamente significativo. Questo risultato conferma che la presenza di un'anastomosi intermedia tra AMI *in situ* e AR può essere un elemento cruciale per l'outcome operatorio: l'anastomosi resta un gesto chirurgico delicato e operatore-dipendente e può essere sede di errori tecnici o errate valutazioni chirurgiche. Inoltre, l'allungamento dell'AMI con l'AR prescinde dall'assioma universalmente riconosciuto che l'AMI sia il miglior graft per l'arteria coronaria discendente anteriore e che debba, quindi, essere utilizzata il meno possibile come "inflow" per T-graft o come sequenziale o allungamenti con altri graft, al fine di non aggiungere rischi legati all'esecuzione tecnica delle anastomosi o a fenomeni di "furto" di flusso ematico. In tal senso, l'allungamento dell'AMI rientra in un gesto tecnico a rischio e un solo "inflow" (l'AMI) viene utilizzato per la rivascolarizzazione di due o più coronarie. I riscontri operatori e i risultati statistici confermano queste ipotesi, anche se non esiste una forte significatività statistica.

Tuttavia, il gruppo con anastomosi T-graft non presenta un aumento del rischio di infarto postoperatorio e la causa del risultato del gruppo dell'allungamento va quindi ricercata in una riduzione del flusso coronarico legato alla meccanica dei fluidi dove un solo condotto rivascolarizza con anastomosi sequenziali da due a più arterie coronarie. In tal senso, un T-graft sembra non rappresentare un rischio e può quindi essere utilizzato per aumentare le potenzialità della rivascolarizzazione miocardica arteriosa. Per quanto riguarda, invece, i fattori di rischio preoperatori, il sesso femminile è risultato un determinante di rischio per infarto miocardico postoperatorio ($p = 0.003$). Bisogna, tuttavia, sottolineare che, nella popolazione in esame, il sesso femminile era poco rappresentato (12.6%) per via dei criteri di selezione preoperatori legati all'età (età <75 anni ed età media di 53.8 anni). Al di sotto dei 55 anni, infatti, la donna è notoriamente fisiologicamente protetta dall'insorgenza di aterosclerosi coronarica precoce e la presenza di donne giovani malate depone per la presenza concomitante di altri fattori di rischio quali fumo e aterosclerosi o di familiarità per cardiopatia ischemica che possono giocare un ruolo importante nel rischio di sviluppare un infarto postoperatorio. Nella nostra casistica, la mortalità ospedaliera a 30 giorni si è attestata a 0.9%, un valore che rientra nei limiti inferiori riconosciuti dalla letteratura internazionale (0.8-4.8%). In 19 pazienti (3.3%), inoltre, è stato possibile diagnosticare un infarto miocardico postoperatorio: in letteratura, l'incidenza di questa importante complicazione dopo utilizzo dell'AR come bypass varia tra 0 e 5.5% in rapporto alle diverse casistiche. Per quanto riguarda le altre complicanze operatorie, 7 pazienti sono stati ripor-

tati in sala operatoria per perfezionamento dell'emostasi chirurgica e 6 per il confezionamento di nuovi bypass a causa dell'insorgenza di segni di ischemia miocardica acuta non reversibile e disfunzione ventricolare. La mediastinite è stata una complicanza diagnosticata e trattata in 6 pazienti (1%) e la deiscenza sternale in 5 pazienti (0.9%). Tali risultati sono confrontabili con i dati presenti in letteratura. Per quanto riguarda l'avambraccio sede di prelievo dell'AR, nella nostra casistica non sono stati segnalati casi di alterazioni neurologiche sensitive o motorie permanenti. Tuttavia, alcuni pazienti hanno segnalato l'insorgenza di lievi parestesie transitorie che sono scomparse dopo alcuni giorni dall'intervento e che, in ogni modo, non hanno mai costituito un fattore limitante. Sulla base dei dati in nostro possesso, riteniamo quindi che l'uso dell'AR permette di ampliare le possibilità terapeutiche e i vantaggi derivanti dalla rivascolarizzazione miocardica arteriosa. Benché le quattro diverse tecniche di impianto dell'anastomosi prossimale dell'AR non siano risultate né determinanti di rischio per mortalità operatoria né per infarto miocardico (tranne nel caso dell'allungamento dell'AMI *in situ* con l'AR che risulta avere una correlazione, ma senza significatività statistica), riteniamo tuttavia importante cercare di mantenere un "inflow" selettivo per la coronaria discendente anteriore attraverso l'AMI e, in tal senso, riteniamo più prudente l'impiego della tecnica del "free-graft" o del T-graft rispetto alla tecnica dell'allungamento.

In conclusione, l'AR è un condotto arterioso universalmente accettato nel vasto panorama della cardiocirurgia mondiale. Studi clinici eseguiti negli ultimi anni hanno confermato la sua buona qualità in termini di pervietà a breve e medio termine, purché siano rispettate rigorosamente alcune accortezze chirurgiche e farmacologiche durante il prelievo (vasodilatatori topici e in infusione continua, "storage" in soluzione fisiologica o sangue autologo con vasodilatatori, eliminazione della dilatazione idrostatica del vaso e prelievo con tecnica pedunculata che include le due vene satelliti). In tal modo è possibile prevenire il rischio di spasmo dell'AR che resta l'evento più drammatico nell'immediato periodo postoperatorio dei pazienti sottoposti a rivascolarizzazione chirurgica con graft arteriosi. Per quanto riguarda i rischi legati al prelievo, come danni muscolari o neurologici alla mano e all'avambraccio, c'è unanime consenso nel giudicare questo intervento privo di complicanze rilevanti, così come riportato dalla letteratura e confermato dalla nostra esperienza. Le parestesie che compaiono talvolta dopo l'intervento chirurgico sono sempre transitorie, reversibili e, comunque, mai limitanti^{19,20}. Per quanto concerne il "target" specifico dei condotti arteriosi di AR, sembra indiscutibile il suo beneficio nei vasi di calibro >1.5 mm, con stenosi non inferiore al 75% e con buon "run-off" a valle, mentre resta discutibile l'uso dell'AR per la coronaria destra e i suoi rami collaterali²¹. L'uso dell'AR ha poi richiesto lo sviluppo di tecniche diverse per

l'esecuzione dell'anastomosi prossimale. La sua lunghezza limitata e il numero di anastomosi da eseguire richiedono di volta in volta un approccio chirurgico differente. Il T-graft con l'AMI e il "free-graft" restano le tecniche più diffuse in quanto hanno dimostrato, sia in letteratura, sia nella nostra casistica, di non costituire un determinante di rischio per mortalità operatoria e infarto miocardico postoperatorio e riducono al minimo i rischi legati alla presenza di numerose anastomosi sullo stesso condotto e fenomeni di furto di flusso ematico (come può avvenire nelle tecniche di allungamento). La tecnica dell'allungamento dell'IMA sinistra pedunculata con l'AR, invece, è a più alto rischio per l'insorgenza di infarto postoperatorio, ma non aumenta la mortalità operatoria. Infine, la tecnica dell'allungamento dell'AR con un pezzo di "free" AMI non sembra avere alcun ruolo nell'aumentare i rischi postoperatori, ma è anche la tecnica in assoluto meno utilizzata. In conclusione, l'uso dell'AR va esteso ad un più ampio spettro di pazienti, aumentando (o eliminando) l'età massima di impiego e riducendo, ove possibile, i criteri di esclusione. Il suo impiego coscienzioso estende i benefici della rivascularizzazione miocardica arteriosa con AMI e permette di promuovere la rivascularizzazione completamente arteriosa anche in quei pazienti che non possono beneficiare dell'AMI bilaterale.

Riassunto

Razionale. L'arteria radiale è utilizzata, insieme all'arteria mammaria interna, per la rivascularizzazione miocardica arteriosa. Dubbi ancora esistono sulla sede ottimale dell'anastomosi prossimale. Con questo studio, sono stati analizzati i risultati a breve termine e i determinanti di rischio operatorio dopo impianto dell'arteria radiale con quattro diverse tecniche chirurgiche.

Materiali e metodi. Tra gennaio 2000 e dicembre 2004, 571 pazienti sono stati sottoposti a bypass con arteria radiale. I dati sono stati analizzati per l'intera popolazione e per sottogruppi in base alla diversa anastomosi prossimale: 140 T-graft con l'arteria mammaria interna (gruppo A), 316 "free-graft" con anastomosi prossimale sull'aorta (gruppo B), 55 allungamenti dell'arteria mammaria interna *in situ* con l'arteria radiale (gruppo C) e 60 allungamenti dell'arteria radiale con un tratto di arteria mammaria interna (gruppo D).

Risultati. L'età media della popolazione era 53.8 ± 7.7 anni. Il 55.5% aveva un pregresso infarto miocardico, mentre il 73% presentava una funzione ventricolare sinistra conservata. La rivascularizzazione completamente arteriosa è stata eseguita in 532 casi (93.2%) e la maggior parte degli interventi (90.2%) è stata eseguita con circolazione extracorporea e clampaggio aortico. La mortalità operatoria è stata 0.9%, l'infarto miocardico perioperatorio si è verificato in 19 casi (3.3%), un contropulsatore aortico è stato usato 10 volte (1.7%) e un'assistenza meccanica è stata necessaria in 2 pazienti, poi deceduti. La sede di prelievo dell'arteria radiale non ha dato complicanze. La sede dell'anastomosi prossimale dell'arteria radiale non è risultata un determinante per la mortalità operatoria. Il gruppo C presentava un più elevato rischio di infarto postoperatorio ($p = 0.09$), così come l'appartenenza al sesso femminile ($p = 0.003$), l'ipertensione arteriosa ($p = 0.059$) e un tempo di circolazione extracorporea più lungo.

Conclusioni. L'arteria radiale sembra il complemento ideale

dell'arteria mammaria interna durante rivascularizzazione miocardica arteriosa soprattutto per i pazienti in cui è controindicato l'uso dell'arteria mammaria interna bilaterale. Le diverse tecniche chirurgiche per l'esecuzione dell'anastomosi prossimale non sono legate ad un aumento del rischio operatorio e possono essere utilizzate indifferentemente al fine di garantire il miglior risultato possibile.

Parole chiave: Arteria radiale; Bypass aortocoronarico; Rivascularizzazione miocardica.

Bibliografia

1. Carpentier A, Guermontprez JL, Deloche A, Frechette C, DuBost C. The aorta-to-coronary radial artery bypass graft. A technique avoiding pathological changes in grafts. *Ann Thorac Surg* 1973; 16: 111-21.
2. Geha AS, Krone RJ, McCormick JR, Baue AE. Selection of coronary bypass. Anatomic, physiological, and angiographic considerations of vein and mammary artery grafts. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1975; 70: 414-31.
3. Acar C, Jebara VA, Portoghese M, et al. Revival of the radial artery for coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1992; 54: 652-9.
4. van Son JA, Smedts F. Revival of the radial artery for coronary artery bypass grafting: l'histoire se repète. *Ann Thorac Surg* 1993; 55: 1596-8.
5. Iaco AL, Teodori G, Di Giammarco G, et al. Radial artery for myocardial revascularization: long-term clinical and angiographic results. *Ann Thorac Surg* 2001; 72: 464-8.
6. Parolari A, Rubini P, Alamanni F, et al. The radial artery: which place in coronary operation? *Ann Thorac Surg* 2000; 69: 1288-94.
7. Cohen G, Tamariz MG, Sever JY, et al. The radial artery versus the saphenous vein graft in contemporary CABG: a case-matched study. *Ann Thorac Surg* 2001; 71: 180-5.
8. Acar C, Ramsheyi A, Pagny JY, et al. The radial artery for coronary artery bypass grafting: clinical and angiographic results at five years. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998; 16: 981-9.
9. Lemma M, Gelpi G, Mangini A, et al. Myocardial revascularization with multiple arterial grafts: comparison between the radial artery and the right internal thoracic artery. *Ann Thorac Surg* 2001; 71: 1969-73.
10. van Son JA, Smedts F, Vincent JG, van Lier HJ, Kubat K. Comparative anatomic studies of various arterial conduits for myocardial revascularization. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1990; 99: 703-7.
11. Barner HB, Standeven JW, Reese J. Twelve-year experience with internal mammary artery for coronary artery bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985; 90: 668-75.
12. Bhan A, Gupta V, Choudhary SK, et al. Radial artery in CABG: could the early results be comparable to internal mammary artery graft? *Ann Thorac Surg* 1999; 67: 1631-6.
13. Fremes SE, Christakis GT, Del Rizzo DF, Musiani A, Mallidi H, Goldman BS. The technique of radial artery bypass grafting and early clinical results. *J Card Surg* 1995; 10: 537-44.
14. Bond BR, Zellner JL, Dorman H, et al. Differential effects of calcium channel antagonists in the amelioration of radial artery vasospasm. *Ann Thorac Surg* 2000; 69: 1035-40.
15. Shapira OM, Alkon JD, Macron DS, et al. Nitroglycerin is preferable to diltiazem for prevention of coronary bypass conduit spasm. *Ann Thorac Surg* 2000; 70: 883-8.
16. Chong WC, Ong PJ, Hayward C, Moat N, Collins P. Effects of storage solutions on in vitro vasoreactivity of radial

- artery conduits. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001; 122: 470-5.
17. Curtis JJ, Stoney WS, Alford WC Jr, Burrus GR, Thomas CS Jr. Intimal hyperplasia. A cause of radial artery aorto-coronary bypass graft failure. *Ann Thorac Surg* 1975; 20: 628-35.
 18. Chiu CJ. Why do radial artery grafts for aortocoronary bypass fail? A reappraisal. *Ann Thorac Surg* 1976; 22: 520-3.
 19. Saeed I, Anyanwu AC, Yacoub MH, Amrani M. Subjective patient outcomes following coronary artery bypass using the radial artery: results of a cross-sectional survey of harvest site complications and quality of life. *Eur J Cardiothorac Surg* 2001; 20: 1142-6.
 20. Meharwal ZS, Trehan N. Functional status of the hand after radial artery harvesting: results in 3977 cases. *Ann Thorac Surg* 2001; 72: 1557-61.
 21. Ferrari E, von Segesser LK. Arterial grafting for myocardial revascularization: how better is it? *Curr Opin Cardiol* 2006; 21: 584-8.