

Studio Cardio-TC nella valutazione delle procedure di rivascularizzazione miocardica

Livio Tomasoni¹, Fabrizio Cellino¹, Luca Trovati¹, Luigi Collarini¹, Giorgio Franciosi², Francesco Bedogni³, Frédéric Volterrani⁴, Salvatore Modestino⁴, Rosaria Evelyn Valenti⁵, Fabio Volterrani^{4,5}

¹⁾ U.O. Cardiologia

²⁾ U.O. Cardiocirurgia

³⁾ U.O. Cardiologia - Servizio di Emodinamica e Interventistica Cardiovascolare

⁴⁾ Servizio di Radiologia - Istituto Clinico Sant'Ambrogio, Gruppo Ospedaliero San Donato - Milano

⁵⁾ Dipartimento di Scienze Medico-Chirurgiche, Università degli Studi - Milano

The aim of our study has been to ascertain the suitability of the cardiac imaging by multislice spiral computed tomography with ECG-gating (cardio-CT study) in the follow-up of patients who undergone myocardial revascularization by surgery (CABG) or percutaneous transluminal coronary angioplasty (PTCA) with or without stenting. In a total of 104 patients we have examined 184 by-pass (75 arterial and 109 venous), and 78 stents (60 inserted in a native coronary artery, and 18 inserted in a by-pass). Inadequate investigations (8/184 by-pass or 4.3%, and 12/78 stents or 15.4%) were depending on the inability of some patients to maintain correct inspiratory apnoea and/or immobility or were derived from an highly irregular cardiac rhythm. With reference to the adequate studies, the error of cardio-CT study was nil in the by-pass and stents visualization and evaluation. Cardio-CT and angiography results were also overlapping in 46 patients submitted to cardio-CT and coronary angiograms.

L'ischemia miocardica è l'espressione clinica della coronaropatia, il più delle volte su base aterosclerotica. Si manifesta con la tipica sintomatologia clinica dell'angina pectoris.

Tuttavia spesso è insidiosamente muta¹⁻²⁻³. Il trattamento ha beneficiato di continui progressi, in particolare con lo sviluppo ed il continuo perfezionamento delle tecniche di rivascularizzazione del miocardio ischemico, sia chirurgiche, con posizionamento di by-pass aorto-coronari (CABG), sia non invasive, con angioplastica percutanea transluminale (PTCA), con o senza posizionamento di stent. Questi progressi si sono intrecciati con i progressi conseguiti nelle diverse indagini diagnostiche in generale e nella coronarografia in particolare che a tutt'oggi è l'indagine di riferimento nel "work-up" diagnostico e nel "follow-up".

La coronarografia, non scevra da rischi, riconosce un serio limite nell'impiego routinario nel "follow-up" dei pazienti trattati e nell'impiego a titolo di "screening" nei pazienti asintomatici, ma con importanti fattori di rischio. L'imaging cardiaco con tomografia assiale computerizzata spirale multistrato (TC-multi) con sincronizzazione elettrocardiografica (studio cardio-TC) rende disponibile un'indagine minimamente invasiva e sostanzialmente scevra da rischi, potenzialmente utile nello studio della patologia coronarica. Il nostro primo obiettivo è stato accertare l'adeguatezza di questa nuova opportunità nella valutazione delle diverse procedure di rivascularizzazione del miocardio ischemico.

Abbiamo sottoposto a studio cardio-TC 104 pazienti consecutivi e non selezionati (Aprile 2001 - Maggio 2003). Lo studio è stato realizzato con l'unità TC-multi Aquilion Toshiba[®] dotata di un sistema hardware e software che consente la memorizzazione del segnale ECG nel corso dell'acquisizione dei dati di scansione (Aquilion ECG-gated Scan System[®]) e la produzione di un insieme di immagini assiali native congelate in diastole a partire dalle quali, per elaborazione successiva,

si producono immagini tridimensionali e video clip del cuore e del circolo coronarico⁴ (Fig. 1). 75 pazienti (72,1%) sono stati esaminati dopo CABG, 29 dopo PTCA. In totale sono disponibili per la valutazione 115 studi cardio-TC e per 48 di questi (41,7%) è disponibile per un confronto la coronarografia eseguita entro un intervallo di tempo < 3 mesi. In totale sono stati valutati 184 by-pass (75 arteriosi e 109 venosi) e solo per 8 (4,3%) la metodica è risultata inadeguata. Su 176 by-pass adeguatamente visualizzati, lo studio cardio-TC ha correttamente riconosciuto la pervietà nella totalità dei 156 pervi (66 arteriosi e 90 venosi), mentre sono stati egualmente correttamente riconosciuti 20 by-pass occlusi (Fig. 2). In 51 pazienti sottoposti a PTCA con posizionamento di stent (22 già precedentemente rivascularizzati con CABG, gli stents valutabili sono 78 (Fig. 3).

In questo gruppo gli stents non visualizzati per inadeguatezza dell'indagine sono 12 (15,4%): 9 posizionati in coronaria nativa e 3 in by-pass. È interessante rilevare che in 3 dispositivi posizionati su coronaria nativa lo studio cardio-TC ha chiaramente evidenziato la presenza di una iperplasia della neointima. Il gruppo di maggiore interesse per la valutazione dello studio cardio-TC è però rappresentato dall'insieme dei casi per i quali è disponibile per il confronto la coronarografia. Si tratta di 46 pazienti per un totale di 48 coronarografie confrontabili con un corrispondente studio cardio-TC: 15 relative a soggetti portatori di CABG e 33 (68,7%) relative a soggetti sottoposti a PTCA con posizionamento di stent (18 su coronaria nativa e 15 su by-pass).

Per quanto si tratti di un confronto retrospettivo sono possibili alcune osservazioni. Sul totale delle 48 coppie di indagini disponibili, gli studi cardio-TC non confrontabili per inadeguatezza dell'indagine sono 5 (10,4%). Il quadro cardio-TC coincide con la coronarografia in 41/43 coppie di indagini adeguate (95,3%). Le due sole cause di discordanza si riferiscono: alla mancata visualizzazione di un caso di iperplasia della neointima a livello di uno stent posizionato su coronaria nativa e per il quale non era possibile la corretta valutazione del lume in rapporto alle caratteristiche costruttive del dispositivo; al mancato riconoscimento di una doppia stenosi di entità 30% a livello del tratto prossimale e medio di un by-pass aorta-prima diagonale.

L'imaging cardiaco è tecnicamente difficile e clinicamente impegnativo. L'applicazione della TC in questo campo (studio cardio-TC) richiede tempi di acquisizione brevi, elevata risoluzione temporale e spaziale, durata complessiva dell'indagine non superiore al tempo di una singola sospensione del respiro.

Lo studio cardio-TC è reso possibile oggi dalle unità TC spirali multistrato in grado di eseguire l'acquisizione del volume cardiaco in condizioni di sincronizzazione elettrocardiografica e di consentire la ricostruzione di immagini tridimensionali in post-processing⁴⁻⁵⁻⁶.

L'efficacia della PTCA per la rivascularizzazione del miocardio ischemico è ampiamente dimostrata sulla base di studi clinici randomizzati⁷. Attualmente, la frazione percentuale delle procedure mediante PTCA può essere stimata almeno intorno al 60% del totale delle procedure di rivascularizzazione⁸⁻⁹.

Gli stents endocoronarici hanno ulteriormente migliorato i risultati immediati e tardivi della PTCA, limitando "elastic recoil" e "shrinkage" vascolare ma non hanno eliminato la possibilità di una ristenoosi (imputabile principalmente ad iperplasia della neointima e alla comparsa di trombosì), stimata intorno all'1 - 2% e considerata a maggior rischio di comparsa durante i primi 30 giorni dall'impianto⁷. La coronarografia di controllo è realizzata solo in poco più della

metà delle procedure di stenting effettuate e più del 70% dei pazienti trattati è sottoposto ad un "follow-up" esclusivamente clinico-strumentale¹⁰.



Fig. 1 - Sono documentati 2 by-pass: il primo arterioso (arteria mammaria interna sinistra-IVA) caratteristicamente contrasse - gnato dalle clips metalliche di contenzione, il secondo venoso (aorta-ramo coronarico postero-laterale) portante uno stent endoluminale subito a valle dell'innesto aortico.

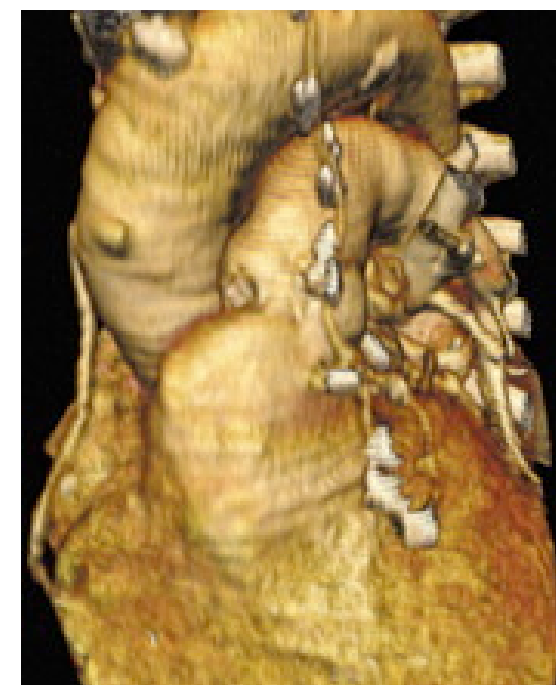


Fig. 2 - È documentato un by-pass venoso completamente occluso che si visualizza in forma di bottone aortico nella sede dell'innesto: Nella stessa figura 3D si visualizzano un secondo by-pass venoso (aorta-coronarica destra), pervio, ed un by-pass arterioso (arteria mammaria interna sinistra-IVA).

Per quanto riguarda la rivascularizzazione chirurgica, i risultati a lungo termine dipendono sicuramente dalla severità della compromissione cardiaca preoperatoria, dalle eventuali patologie non cardiache associate, ma anche dalla progressione della malattia aterosclerotica e, soprattutto, dalla qualità della rivascularizzazione. A 5 anni circa il 17-35% dei pazienti operati presentano ancora manifestazioni anginose. A 12 anni circa il 50% dei by-pass venosi sono occlusi, mentre il restante 50% risulta patologico¹¹⁻¹²⁻¹³⁻¹⁴. I by-pass arteriosi sono più affidabili e in particolar modo l'utilizzo della arteria mammaria interna sinistra (AMIS) che gode di una percentuale di pervietà a 10 anni dall'innesto del 90%¹⁵. Anche per le procedure chirurgiche la coronarografia di controllo di regola è riservata ai casi con evidente peggioramento delle condizioni cliniche.

Lo studio cardio-TC ha le potenzialità per rendere più accessibile per le diverse procedure di rivascularizzazione miocardica un controllo morfologico attualmente omissso o quanto meno ridotto in ragione del rischio, minimo ma presente, proprio della coronarografia, e della riluttanza dei pazienti a sottoporsi a questa indagine se asintomatici. Nella nostra esperienza, quando lo studio cardio-TC risulta tecnicamente adeguato, posizione, calibro e tipologia generale degli stents posizionati in corso di angioplastica sono correttamente valutabili. Al contrario, il lume è correttamente valutabile solo se le

caratteristiche costruttive dello stent consentono un certo grado di trasparenza ai raggi X e solo in questo caso è possibile il riconosci-

mento di una eventuale iperplasia della neointima. Tuttavia è attualmente in corso la produzione di stents radiotrasparenti, compatibili per lo studio cardio-TC. Rispetto alla coronarografia, lo studio cardio-TC fornisce immagini della sezione dello stent dispiegato all'interno del tratto dilatato ed è stato osservato che la proliferazione della neointima (che nella nostra esperienza è stata visualizzata almeno in 3 casi) è più facile quando la sezione è ovale e si verifica soprattutto a livello della porzione più incurvata dell'ovale¹⁶. I by-pass pervi sono riconoscibili per tutto il loro decorso, senza distorsioni o perdite nella resa morfologica, con quadri morfologici e rilievi dimensionali del tutto sovrapponibili ai quadri morfologici e ai rilievi dimensionali evidenziati alla coronarografia.

L'errore nella valutazione della pervietà o meno è praticamente nullo. Inoltre, è ben visualizzato anche l'aspetto dei by-pass eventualmente alterati, malacici, ed è possibile una quantificazione precisa delle stenosi eventualmente presenti¹⁷. Due i principali limiti dello studio cardio-TC: la difficoltà per qualche paziente a mantenere correttamente immobilità e/o apnea, l'irregolarità del ritmo cardiaco.

Tuttavia, il progresso tecnologico tende a rendere disponibili unità TC-multi sempre più veloci, mentre la ricostruzione delle immagini può essere fatta per segmenti temporali variabili più conformi al ritmo cardiaco¹⁸⁻¹⁹. Inoltre, il ritmo può essere regolato per il tempo dell'esame con mezzi farmacologici, in particolare con l'uso di betabloccanti.



Fig. 3 - Visualizzazione di stent endoluminale posizionato a livello del tratto prossimale dell'IVA. Sede, dimensioni, pareti e lume del dispositivo sono correttamente apprezzabili.

Bibliografia

- Bertrand M, Van Belle E. Angine de poitrine par athérosclérose coronarienne. *Cardiologie. Encycl Méd Chir, Tome 2, 11-030-A-10, 2001.*
- Bertrand ME, Bauters C, Lablanche JM. Angine de poitrine en dehors de l'athérosclérose coronarienne. *Cardiologie. Encycl Méd Chir, Tome 2, 11-030-B-10, 1995.*
- Helft G, Metzger JP. Ischémie myocardique silencieuse. *Cardiologie. Encycl Méd Chir, Tome 2, 11-030-C-10, 2003.*
- Volterrani Frédéric, Esposito A, Gualdi G, Grisotti G, Guzzoni S, Malvestiti O, Tognato C, Valsecchi C, Bedogni F, Belli G, Menozzi A, Franciosi C, Mecco M, Panisi P, Cirri S, Babbini M, Ceccopien M, Pediglieri A, Collami L, Cellino F, Llabro M, Trovati L, Scintilla D, Volterrani Fabio. Cardiac imaging by multislice computed tomography. Preliminary experience. *Acta Toxicol Ther 22: 1-9, 2001.*
- Morgan-Hughes GJ, Marshall AJ, Roobottom CA. Multislice computed tomography cardiac imaging. Current status. *Clin Radiol 57: 872-882, 2002.*
- Schoepf UJ, Becker CR, Hofmann LK, Yucel EK. Multidetector-row CT of the heart. *Radiol Clin N Amer 41: 491-498, 2003.*
- Pocock SJ, Henderson RA, Richards AE, Hampton JR, King SB, Hanun CW. Meta-analysis of randomized trials comparing coronary angioplasty with bypass surgery. *Lancet 346: 1184-1189, 1995.*
- Angioi M, Danchin N. Angioplastie transluminale des artères coronaires. *Cardiologie. Encycl Méd Chir, Tome 2, 11-030-T-10, 2000.*
- Windecker S, Maier-Rudolf W, Bonz T, Heyndrickx G, Lablanche JM, Morice MC. On behalf of the working group coronary circulation of the European Society of Cardiology. *Interventional cardiology in Europe in 1995. Eur Heart J 20: 484-495, 1999.*
- Poerner TC, Králev S, Voelker W, Sueselbeck T, Latsch A, Pflieger S, Schumacher B, Borggreffe M, Haase KK. Natural history of small and medium-sized side branches after coronary stent implantation. *Amer Heart J 143: 627-635, 2002.*
- Campeau L, Enjalbert M, Lesperance J, Vasilic C, Grondin C, Bourassa M. Atherosclerosis and late closure of aortocoronary saphenous vein grafts: sequential angiographic studies at 2 weeks, 1 year, 5 to 7 years, and 10 to 12 years after surgery. *Circulation 68: 111-117, 1983.*
- Fitzgibbon GM, Kafka HP, Leach AJ, Keon WJ, Hooper GD, Burton JR. Coronary bypass graft fate patient outcome. Angiographic follow-up of 5065 grafts related to survival and reoperation in 1388 patients during 25 years. *J Am Coll Cardiol 28: 616-626, 1996.*
- Grondin CM, Campeau L, Lesperance J, Enjalbert M, Bourassa M. Comparison of late changes in internal mammary artery and saphenous vein grafts in two consecutive series of patients 10 years after operation. *Circulation 70: 1208-1212, 1984.*
- Shelton ME, Forman MB, Virmani R, Bajaj A, Stoney WS, Atkinson JB. A comparison of morphologic and angiographic findings in long-term internal mammary artery and saphenous vein bypass grafts. *J Am Coll Cardiol 11: 297-307, 1988.*
- Spencer F. The internal mammary artery. The ideal coronary bypass graft? *N Engl J Med 314: 50-51, 1986.*
- Murata T, Hiro T, Fujii T, Yasumoto K, Murashige A, Kohno M, Yamada J, Miura T, Matsuzaki M. Impact of the cross-sectional geometry of the post-deployment coronary stent on in-stent neointimal hyperplasia. An intravascular ultrasound study. *Circulation J 66: 489-493, 2002.*
- Engelmann MG, von Smekal A, Knez A, Kürzing E, Huehns TY, Höfling B, Reiser M. Accuracy of spiral computed tomography for identifying arterial and venous coronary graft patency. *A J Cardiol 80: 569-574, 1997.*
- Flohr T, Ohnesorge B. Heart rate adaptive optimization of spatial and temporal resolution for electrocardiogram-gated multislice spiral CT of the heart. *J Comput Assist Tomogr 25: 907-923, 2001.*
- Flohr T, Prokop M, Becker C, Schoepf UJ, Kopp AF, White RD, Schaller S, Ohnesorge B. A retrospectively ECG-gated multislice spiral CT scan and reconstruction technique with suppression of heart pulsation artifacts for cardio-thoracic imaging with extended volume coverage. *Eur Radiol 12: 1497-1503, 2002.*