

Studio osservazionale Utilità dell'angiografia coronarica eseguita mediante tomografia computerizzata multidetettore nel controllo della pervietà del bypass aortocoronarico

Giuseppina Novo¹, Giuseppe Runza², Salvatore Evola¹, Oreste Fabio Triolo¹,
Valerio Alaimo², Marco Rizzo¹, Antonella La Fata², Giuseppina Palazzolo¹,
Fiorella Suter¹, Giuseppe Andolina¹, Enrico Hoffmann¹, Salvatore Novo¹,
Massimo Midiri²

¹Cattedra di Malattie dell'Apparato Cardiovascolare e U.O.C. di Cardiologia, A.O.U. Policlinico "P. Giaccone",
Università degli Studi, Palermo, ²DI.BI.MEL, Dipartimento di Biotecnologie Mediche e Medicina Legale,
Sezione di Scienze Radiologiche, A.O.U. Policlinico "P. Giaccone", Università degli Studi, Palermo

Key words:
Coronary angiography;
Coronary artery bypass;
Follow-up.

Background. Coronary angiography is actually the gold standard to visualize coronary artery bypass graft patency and to detect bypass stenoses. However, it is an invasive examination that makes use of X-ray emission and it may lead to deleterious effects even at low dosage. Therefore, it is still needed a non-invasive examination with good diagnostic accuracy for the follow-up of patients with coronary artery bypass grafts. The aim of this study was to evaluate the diagnostic accuracy of a 40-row multidetector computed tomography scanner for the assessment of bypass surgery versus coronary angiography.

Methods. Twenty-six consecutive patients (20 male, 6 female, mean age 65 years) and a total number of 68 coronary bypass grafts (25 arterial and 43 venous grafts, 111 anastomoses) were examined by 40-row multidetector computed tomography.

Results. It was possible to analyze coronary artery bypass graft patency for every patient. At coronary angiography 23 patients showed bypass stenoses or occlusion: 19 of them were correctly diagnosed by computed tomography (sensitivity 84%, specificity 100%). In particular, computed tomography showed a sensitivity of 90% and a specificity of 100% for coronary artery bypass grafts, whereas it showed a sensitivity of 88% and a specificity of 94% for anastomoses.

Conclusions. On the basis of the results of our study, computed tomography is a valuable tool for assessing coronary artery bypass graft patency in patients with clinical suspect of coronary occlusion. (G Ital Cardiol 2007; 8 (12): 770-776)

© 2007 AIM Publishing Srl

Ricevuto il 17 gennaio
2007; nuova stesura il 12
giugno 2007; accettato il
26 giugno 2007.

Per la corrispondenza:

Dr. Giuseppe Runza

Via Francesco Garrano, 149
96018 Pachino (SR)
E-mail: grunza@sirm.org

Introduzione

L'angiografia coronarica (AC) convenzionale è attualmente il *gold standard* per valutare la pervietà dei bypass aortocoronari (BPAC), è una metodica invasiva, espone pazienti, personale medico e paramedico a radiazioni ionizzanti, richiede breve ospedalizzazione e presenta un rischio, seppur ridotto, di complicanze potenzialmente pericolose¹⁻³. L'uso dell'AC eseguita mediante tomografia computerizzata multidetettore (AC-TCMD) sta dando risultati molto promettenti nel valutare la pervietà dei BPAC⁴⁻¹⁹.

Scopo del nostro studio è stato confrontare la performance diagnostica dell'AC-TCMD 40 strati rispetto all'AC convenzionale, nel valutare al follow-up una popola-

zione di pazienti già sottoposti a rivascolarizzazione miocardica mediante BPAC.

Materiali e metodi

Popolazione studiata

Sono stati arruolati un totale di 26 pazienti consecutivi (20 maschi e 6 femmine) sottoposti precedentemente a rivascolarizzazione miocardica mediante BPAC, dei quali 6 con dolore toracico atipico, 6 con angina stabile e 20 con angina instabile (Tabella 1). L'età dei pazienti selezionati era compresa tra 54 e 80 anni (età media 65 anni). Lo studio è stato approvato dal Comitato Etico dell'Istituzione nella quale è stato condotto. Tutti i soggetti, dopo aver fornito il consenso sono stati sottoposti ad indagi-

Tabella 1. Caratteristiche della popolazione sottoposta ad angiografia coronarica eseguita mediante tomografia computerizzata multidetettore.

	Totale	Uomini	Donne
N. pazienti	26	20	6
Età media (anni)	65.7	65.6	66.2
Sintomi			
Dolore toracico atipico	6	5	1
Angina stabile	6	4	2
Angina instabile	14	11	3
Fattori di rischio cardiovascolare			
Ipertensione	19	15	4
Dislipidemia	16	13	3
Diabete	9	7	2
Fumatori	9	9	0
Ex fumatori	5	5	0
Storia familiare per malattie cardiovascolari	11	9	2
Obesità	7	5	2

ne anamnestica, esame obiettivo, ECG, AC-TCMD e AC convenzionale.

I criteri di inclusione sono stati i seguenti: precedente intervento di rivascolarizzazione miocardica mediante BPAC; indicazione ad eseguire una coronarografia non in urgenza; ritmo cardiaco regolare e <70 b/min; capacità del paziente di trattenere il respiro per un periodo compatibile con il tempo di scansione (20 s circa).

I criteri di esclusione sono stati: grave compromissione renale (creatinina sierica >2 mg/dl); possibile gravidanza; turbe del ritmo o frequenza cardiaca >80 b/min; significativa compromissione della funzione respiratoria; stato clinico instabile o marcata insufficienza cardiaca; rifiuto di fornire il consenso informato.

Preparazione del paziente

Ai pazienti con una frequenza cardiaca media >70 b/min, in assenza di controindicazioni, è stata somministrata, 30 min prima della scansione, una dose orale di 20 mg propranololo cloridrato e all'intera popolazione studiata, 2.5 mg di diazepam. Ai pazienti con dimostrata refrattarietà alla singola dose di betabloccante è stata somministrata una dose aggiuntiva di 20 mg dello stesso farmaco. Prima dell'esame tutti i pazienti sono stati istruiti sulla procedura e sulle modalità di corretta esecuzione dell'apnea inspiratoria.

Angiografia coronarica convenzionale

L'AC convenzionale (Integris 2000, Philips Medical Systems, Best, Olanda) è stata eseguita entro 1 settimana dall'AC-TCMD. Due osservatori, non a conoscenza dei risultati dell'AC-TCMD, hanno identificato i segmenti coronarici utilizzando una classificazione in 16 segmenti modificata da quella fornita dall'American Heart Association²⁰. Tutti i segmenti, senza limiti di diametro, sono stati inclusi per il confronto con l'AC-TCMD. I segmenti sono stati classificati come normali (con pareti e lume regolari), non significativamente ma-

lati (con irregolarità del lume o con riduzione del diametro <50%) o significativamente malati (stenosi del lume ≥50%). Le stenosi coronariche sono state quantificate in due proiezioni ortogonali utilizzando un algoritmo di misurazione validato per l'AC convenzionale e classificate come significative se la riduzione del diametro del lume era ≥50%.

Angiografia coronarica con tomografia computerizzata multidetettore

Per lo studio mediante TCMD è stato utilizzato uno scanner a 40 strati (Brilliance 40, Philips Medical Systems, Cleveland, OH, USA). Questo consente un'ottimale visualizzazione dell'albero coronarico essendo dotato di un tubo radiogeno ad elevate prestazioni, avendo la capacità di elaborare i dati relativi a 40 strati per ogni rotazione del tubo con un tempo di rotazione pari a 0.42 s e di un sistema di detettori altamente sensibili che permettono di ottenere una risoluzione spaziale isotropica, quasi priva di artefatti da movimento. I parametri di scansione utilizzati per l'AC-TCMD sono stati: modalità di sincronizzazione retrospettiva al tracciato elettrocardiografico, numero di detettori/collimazione 40 × 0.625 mm, dimensioni voxel 0.34³ (risoluzione isotropica), spessore di strato 0.8 mm, tempo di rotazione 420 ms, avanzamento/rotazione 11.9 mm/s (pitch 0.2), voltaggio del tubo radiogeno 120 kV, tensione del tubo radiogeno 1035 mA, direzione della scansione cranio-caudale.

Sono stati somministrati in media 120 ml di mezzo di contrasto iodato (iomeprol) alla velocità di 5 ml/s mediante iniettore automatico (Stellant, MedRAD, Pittsburgh, PA, USA) collegato ad un'agocannula da 18G, preventivamente posizionato in una vena antecubitale. Questo è l'accesso preferibile in quanto le vene cefalica e basilare che drenano questo distretto vascolare non hanno alcuna connessione con altre vene, evitando la dispersione di mezzo di contrasto. L'arto superiore di scelta, quando possibile, è stato il destro; da questo lato, infatti, l'anatomia della vena anonima è più favorevole e gli artefatti da indurimento legati all'elevata densità del contrasto a livello venoso non compromettono eccessivamente la visualizzazione dell'arco aortico e l'origine dei tronchi sovra-aortici. Allo scopo di ottimizzare l'opacizzazione dei vasi arteriosi coronarici è stata utilizzata la tecnica del *bolus tracking* (Philips Medical Systems) per sincronizzare l'arrivo del mezzo di contrasto nelle arterie coronarie con l'inizio della scansione. I dati della scansione angiografica sono stati ottenuti durante una singola inspirazione di 12-13 s. Sono state effettuate delle ricostruzioni retrospettive basate sul segnale elettrocardiografico per ottenere una qualità dell'immagine priva di artefatti da movimento. Le finestre temporali utilizzate sono state al 60 e al 70% dell'intervallo R-R.

Quando ritenuto necessario (ad esempio, in caso di persistente movimento cardiaco residuo che riduce la qualità diagnostica dell'immagine) sono state analizzate altre ricostruzioni in differenti finestre temporali di

ricostruzioni del ciclo cardiaco, generalmente dal 25 al 35% dell'intervallo R-R. L'algoritmo di ricostruzione utilizzato preleva i dati derivanti da un singolo battito cardiaco ottenuto durante metà rotazione del tubo radiogeno. Questo permette di raggiungere una risoluzione temporale 210 ms. Tutte le scansioni sono state analizzate indipendentemente da due osservatori, che non erano a conoscenza dei risultati dell'AC convenzionale. Tutti i segmenti coronarici visualizzati sono stati considerati valutabili per la presenza di stenosi significative. Tutte le tecniche disponibili (immagini assiali, riformattazioni multiplanari, riformattazioni multiplanari curve, proiezione di massima intensità e riformattazioni di volume) sulla postazione di lavoro (Extended Brilliance Workspace, versione 3.0.1.3200, Philips Medical Systems) sono state utilizzate per classificare le lesioni come significative o non significative. I casi di disaccordo tra i due osservatori sono stati risolti in consenso. La qualità delle immagini è stata valutata per segmento e classificata come buona (quando erano assenti artefatti da movimento o severe calcificazioni), adeguata (quando erano presenti artefatti che degradavano l'immagine, ma la valutazione era ugualmente accettabile) o bassa (quando la presenza di artefatti permetteva una valutazione dell'immagine con una confidenza diagnostica bassa). Si è adoperata la classificazione dei segmenti coronarici secondo l'American Heart Association (Figura 1)²⁰.

Analisi dei dati

L'accuratezza diagnostica dell'AC-TCMD nell'individuazione delle lesioni aterosclerotiche coronariche significative, utilizzando l'AC convenzionale come tecnica di riferimento, è di seguito riportata in termini di sensibilità e specificità, valore predittivo positivo e negativo con intervalli di confidenza corrispondenti al 95%. Il confronto tra AC-TCMD e AC convenzionale è stato eseguito valutando ogni singolo corpo e le anastomosi del BPAC. Le analisi statistiche sono state eseguite con un software dedicato (Statistica, versione 5.0, StatSoft Italia, Vigonza-PD, Italia).

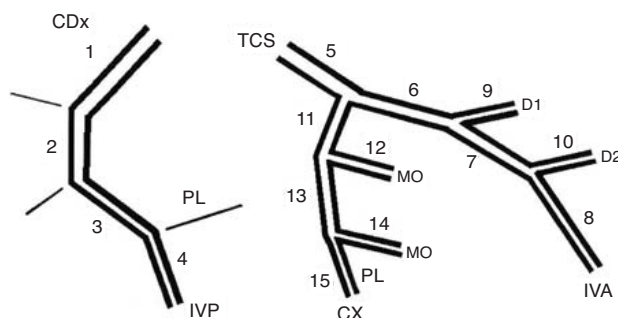


Figura 1. Classificazione dei segmenti delle arterie coronarie secondo lo schema dell'American Heart Association²⁰. CDx = arteria coronaria destra; CX = arteria coronaria circonflessa; IVA = arteria coronaria interventricolare anteriore; IVP = arteria coronaria interventricolare posteriore; MO = ramo marginale ottuso; PL = ramo postero-laterale; TCS = tronco comune sinistro.

Risultati

Durante l'AC convenzionale è stata somministrata una quantità media di mezzo di contrasto iodato di 200 ml, la dose effettiva di radiazioni è stata, mediamente, di 10 mSv per ciascun paziente. L'esecuzione dell'AC-TCMD ha richiesto 100 ml di mezzo di contrasto iodato e il paziente è stato esposto ad una dose effettiva di radiazioni di 15-18 mSv. Nella popolazione in studio, solo 2 pazienti sottoposti ad AC convenzionale hanno avuto complicanze che riguardavano reazioni allergiche di lieve entità. Per quanto riguarda l'esecuzione dell'AC-TCMD, nessun paziente ha avuto complicanze nel corso dell'indagine. Durante lo svolgimento dell'AC-TCMD la frequenza cardiaca media è stata di 60 b/min. Nella popolazione considerata nel nostro studio, 14 pazienti sono portatori di triplice BPAC, 11 di duplice BPAC e 1 paziente presenta 4 BPAC. I BPAC sono costituiti da 16 segmenti di arteria mammaria interna sinistra sull'arteria interventricolare anteriore, 16 segmenti di vena safena sulla coronaria destra, 9 segmenti di vena safena sull'arteria interventricolare posteriore, 5 segmenti di arteria mammaria interna sinistra su marginale ottuso, 6 segmenti di vena safena su marginale ottuso, 4 segmenti di arteria mammaria interna destra su arteria interventricolare anteriore, 6 segmenti di vena safena sul primo ramo diagonale, 6 segmenti di vena safena sul ramo intermedio. Tutti i pazienti sono stati analizzati completamente mediante AC-TCMD. Il numero totale di segmenti analizzati nei pazienti studiati è stato di 68 condotti, di cui 25 arteriosi e 43 venosi, 43 anastomosi prossimali e 68 anastomosi distali (Figure 2-5). La presenza di clip metalliche non ha permesso la visualizzazione di un condotto arterioso e della sua anastomosi distale per la presenza di artefatti da indurimento del fascio radiogeno. La sensibilità, specificità, valore predittivo positivo e negativo nella valutazione dei BPAC e dell'intero albero coronarico nativo dei pazienti valutati nel nostro studio sono riportati in dettaglio, rispettivamente, nelle Tabelle 2 e 3.

Discussione

La validità diagnostica mostrata dall'AC-TCMD 40 strati ne fa uno strumento utile nella valutazione dei pazienti bypassati al pari dell'AC convenzionale e il vantaggio deriva dalla possibilità di effettuare un esame non invasivo senza ospedalizzazione e che rispetta il paziente anche dal punto di vista dell'esposizione a radiazioni ionizzanti dato che l'AC convenzionale espone in media il paziente a 10 mSv mentre l'AC-TCMD a 15-18 mSv. Nella pratica clinica routinaria trovano impiego, per la valutazione indiretta della pervietà del BPAC, delle metodiche non invasive che valutano la presenza di ischemia miocardica inducibile, tuttavia non prive di limiti. Esse sono principalmente il test da

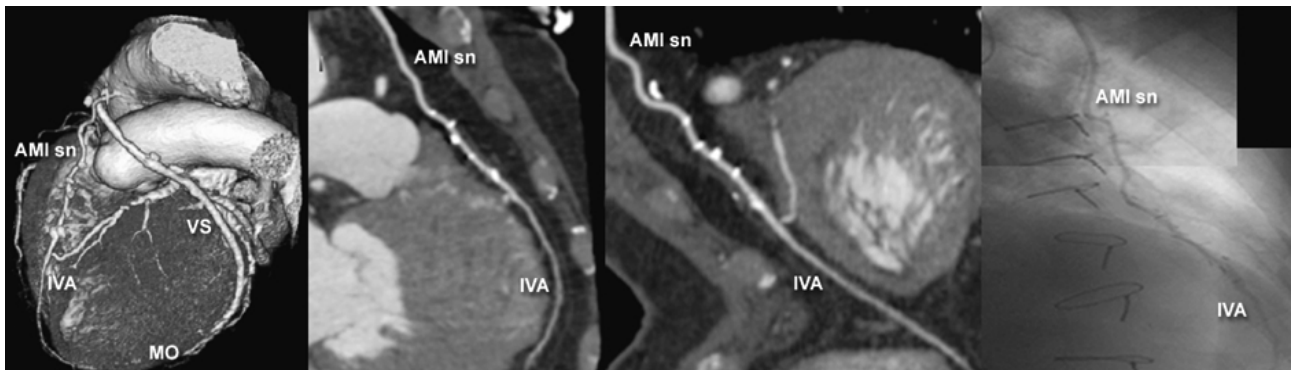


Figura 2. Paziente di 75 anni, già rivascularizzato mediante bypass aortocoronarico (arteria mammaria interna sinistra [AMI sn] su arteria coronaria interventricolare anteriore [IVA]).

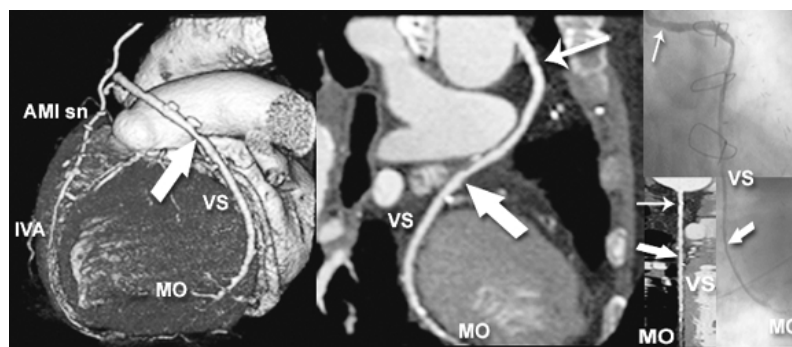


Figura 3. Paziente di 75 anni, già rivascularizzato mediante bypass aortocoronarico (arteria mammaria interna sinistra [AMI sn] su arteria coronaria interventricolare anteriore [IVA]) e vena safena (VS) su ramo marginale ottuso (MO). Ha eseguito angiografia coronarica mediante tomografia computerizzata multidetettore che ha evidenziato una stenosi emodinamicamente significativa del tratto prossimale (freccette sottili) e medio (freccette spesse) del graft VS su MO confermato dall'angiografia coronarica convenzionale. Le immagini angiografiche mediante tomografia computerizzata multidetettore di queste figure sono eseguite mediante riformattazioni di massima intensità curvilinee.

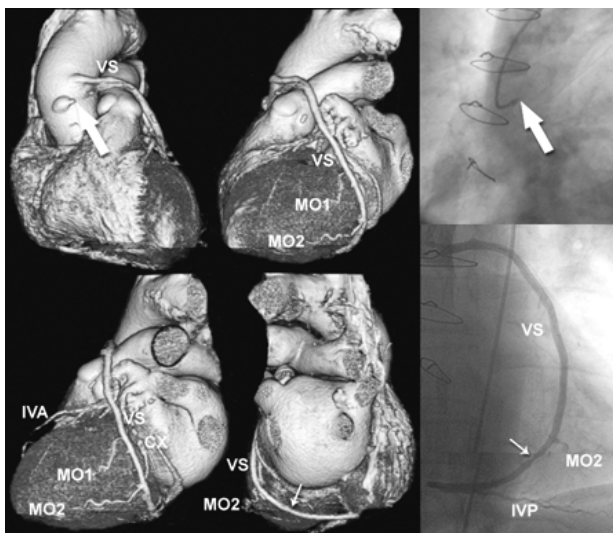


Figura 4. Paziente di 73 anni sottoposto nel 1993 ad intervento di rivascularizzazione miocardica mediante confezionamento di due bypass venosi (vena safena-VS) ambedue sequenziali: uno su primo ramo marginale (MO1), secondo ramo marginale (MO2) e arteria coronaria interventricolare posteriore (IVP), l'altro su arteria coronaria interventricolare anteriore (IVA) e MO2. Nelle riformattazioni tridimensionali e nelle immagini angiografiche convenzionali, si può osservare la chiara corrispondenza dell'occlusione prossimale della VS su IVA e MO2 (freccette spesse), e la stenosi >50% della VS per MO1, MO2 e IVP nel tratto distale (freccette sottili).

sforzo, l'eco-stress e la scintigrafia. Per quanto riguarda il test da sforzo, i falsi positivi e negativi si presentano nel loro insieme in un terzo circa dei casi; inoltre l'eventuale positività non rilascia informazioni circa la localizzazione e l'entità della stenosi. A ciò si aggiunge il limite che non tutti i pazienti sono in grado di esercitarsi per varie limitazioni fisiche e non tutti presentano un ECG di base interpretabile. L'eco-stress, associato alla somministrazione di dobutamina e dipiridamolo, presenta rischi connessi proprio alla somministrazione di questi farmaci, anche se rispetto al test ergometrico presenta un'accuratezza diagnostica superiore; inoltre è una metodica eseguibile solo nei pazienti con finestra acustica adeguata. La scintigrafia eseguita con stress farmacologico presenta gli stessi problemi sopra citati a causa delle sostanze somministrate, oltre ai limiti dovuti all'effetto dell'utilizzo degli isotopi radioattivi. Di queste metodiche non invasive la scintigrafia eseguita sotto sforzo mostra la migliore accuratezza predittiva per la diagnosi di coronaropatia; ma queste tre metodiche hanno, inoltre, il limite di dare una valutazione indiretta della localizzazione e dell'entità della stenosi, richiedendo pertanto un successivo approfondimento diagnostico angiografico. L'AC-TCMD di nuova gene-

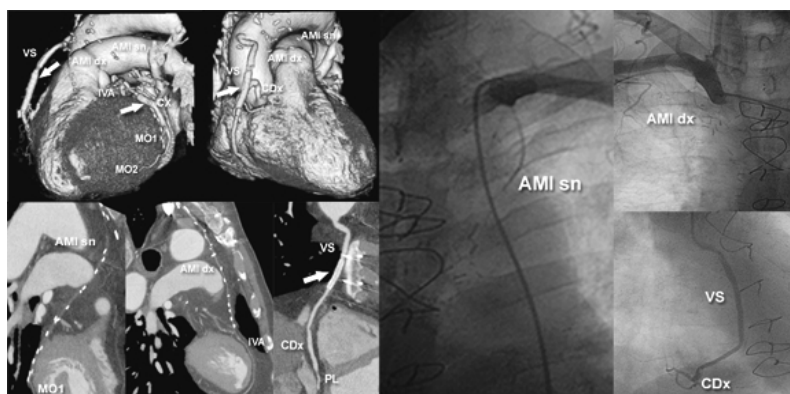


Figura 5. Riformattazioni tridimensionali e di massima intensità curvilinee e corrispettivo angiografico convenzionale di paziente di 55 anni con plurimi bypass: due graft arteriosi, arteria mammaria interna destra (AMI dx) su arteria coronaria interventricolare anteriore (IVA) e arteria mammaria interna sinistra (AMI sn) su primo ramo marginale (MO1), occlusi; un graft venoso (vena safena-VS) su arteria coronaria destra (CDx) distale sottoposto a stent (freccia); stent (freccia) su arteria coronaria circonflessa (CX). PL = ramo postero-laterale.

Tabella 2. Accuratezza diagnostica della tomografia computerizzata multidetettore nella valutazione dei bypass e delle loro anastomosi.

	N.	Sensibilità (%, n)	Specificità (%, n)	VPP (%, n)	VPN (%, n)
Bypass totali	68	92.3 (36/39)	100 (28/28)	100 (36/36)	90.3 (28/31)
Bypass arteriosi	25	90 (9/10)	100 (14/14)	100 (9/9)	93.3 (14/15)
Bypass venosi	43	93.1 (27/29)	100 (14/14)	100 (27/27)	87.5 (14/16)
Anastomosi	111	88 (44/50)	93.3 (56/60)	91.7 (44/48)	90.3 (56/62)

VPN = valore predittivo negativo; VPP = valore predittivo positivo.

Tabella 3. Accuratezza diagnostica della tomografia computerizzata multidetettore nella valutazione delle coronarie native.

Segmento	N.	Sensibilità (%, n)	Specificità (%, n)	VPP (%, n)	VPN (%, n)
CDx					
Prossimale	26	94.7 (18/19)	100 (7/7)	100 (18/18)	87.5 (7/8)
Media	22	92.3 (12/13)	88.9 (8/9)	92.3 (12/13)	88.9 (8/9)
Distale	17	91.7 (11/12)	100 (5/5)	100 (11/11)	83.3 (5/6)
IVP	13	90 (9/10)	100 (3/3)	100 (9/9)	75 (3/4)
TCS	26	84.6 (11/13)	100 (13/13)	100 (11/11)	86.7 (13/15)
IVA					
Prossimale	26	94.4 (17/18)	87.5 (7/8)	94.4 (17/18)	87.5 (7/8)
Media	21	93.75 (15/16)	80 (4/5)	93.75 (15/16)	80 (4/5)
Distale	17	91.7 (11/12)	100 (5/5)	100 (11/11)	83.3 (5/6)
1° ramo diagonale	21	77.8 (7/9)	91.7 (11/12)	87.5 (7/8)	84.6 (11/13)
2° ramo diagonale	14	75 (6/8)	83.3 (5/6)	85.7 (6/7)	71.4 (5/7)
CX					
Prossimale	26	93.3 (14/15)	91 (10/11)	93.3 (14/15)	91 (10/11)
1° ramo marginale	21	81.8 (9/11)	90 (9/10)	90 (9/10)	81.8 (9/11)
Media	19	92.3 (12/13)	100 (6/6)	100 (12/12)	85.7 (6/7)
2° ramo marginale	12	85.7 (6/7)	80 (4/5)	85.7 (6/7)	80 (4/5)
Ramo PL	14	83.3 (5/6)	87.5 (7/8)	83.3 (5/6)	87.5 (7/8)
Ramo intermedio	9	80 (4/5)	100 (3/3)	100 (4/4)	75 (3/4)

CDx = arteria coronaria destra; CX = arteria coronaria circonflessa; IVA = arteria coronaria interventricolare anteriore; IVP = arteria coronaria interventricolare posteriore; PL = postero-laterale; TCS = tronco comune sinistro; VPN = valore predittivo negativo; VPP = valore predittivo positivo.

razione offre, grazie alla maggiore velocità di rotazione dello scanner, alla riduzione degli artefatti da movimento e alla maggiore risoluzione spaziale e temporale dell'immagine, la possibilità di avere una chiara visio-

ne dell'anatomia coronarica e dello stato dei bypass. I risultati sono molto interessanti sia per le coronarie native, sia per gli stent, che per il BPAC. Per questi ultimi, altresì, si è evidenziata una maggiore accuratezza dia-

Tabella 4. Dati relativi alla letteratura già pubblicata sui risultati di accuratezza diagnostica nella valutazione dei bypass.

	N. pazienti	N. bypass	Sensibilità (%)	Specificità (%)
4 strati				
Ropers et al. ⁴	65	182	97	98
Yoo et al. ⁵	42	125	98	100
Nieman et al. ⁶	24	60	100	98
Marano et al. ⁷	57	122	93	98
16 strati				
Schlosser et al. ⁸	48	131	96	95
Rossi et al. ⁹	47	116	100	100
Martuscelli et al. ¹⁰	93	285	96	100
Anders et al. ¹¹	84	94	97	100
Burgstahler et al. ¹²	13	43	100	93
Salm et al. ¹³	25	67	100	100
Yamamoto et al. ¹⁴	42	101	100	93
Andreini et al. ¹⁵	132	212	100	98.5
64 strati				
Pache et al. ¹⁶	31	96	98	89
Malagutti et al. ¹⁷	52	109	99	96
Ropers et al. ¹⁸	50	138	100	94
Meyer et al. ¹⁹	138	418	97	97

gnostica, dovuta principalmente alla maggiore dimensione del condotto e alla maggiore fissità spaziale rispetto alle coronarie e alla loro direzione rispetto al raggio di radiazione. L'AC-TCMD, inoltre, presenta vantaggi, rispetto all'AC convenzionale, che riguardano una migliore caratterizzazione morfostrutturale della placca aterosclerotica e della parete vasale coronarica.

In letteratura sono riportati numerosi studi di AC mediante TCMD, volti a valutare la pervietà non solo dei BPAC, ma anche delle coronarie native e degli stent. Dopo i primi studi effettuati con scanner a 4 strati, che hanno dato risultati inadeguati, oggi la disponibilità di scanner di nuova generazione ha consentito di ottenere risultati molto incoraggianti. I risultati di alcuni interessanti studi, condotti su pazienti sottoposti a BPAC, sono riportati nella Tabella 4⁴⁻¹⁹. Il nostro studio mostra una specificità in linea con i dati della letteratura, mentre la sensibilità risulta inferiore rispetto ad essi. Le spiegazioni che possono essere attribuite a quest'ultimo dato potrebbero riguardare il ridotto numero di pazienti e la relativa bassa prevalenza di malattia nella popolazione studiata. Riteniamo, comunque, che nel follow-up del paziente bypassato asintomatico o con sintomatologia incerta, l'AC-TCMD costituisca un valido ausilio diagnostico, anche se un limite importante è costituito dalla dose non trascurabile di radiazioni assorbite dal paziente con questo esame e dal fatto che alcune categorie di pazienti non ne possano beneficiare (aritmie cardiache, insufficienza respiratoria, portatori di pacemaker, severe calcificazioni, posizione delle clip metalliche). L'evoluzione degli scanner AC-TCMD è destinata a fornire migliori risultati, a visualizzare vasi di più piccolo calibro e ad incrementare l'accuratezza diagnostica. Per quanto riguarda, invece, la categoria di pazienti sintomatici con elevata probabilità pre-test di coronaropatia, l'AC convenzionale rimane l'indagine di prima scelta,

anche perché fornisce, eventualmente, possibilità interventistiche. Ancora un altro vantaggio dell'AC rispetto all'AC-TCMD è la visualizzazione del fenomeno dello *slow flow*, che riguarda la valutazione del rallentamento del flusso di sangue all'interno dei BPAC e che generalmente è indice di degenerazione del condotto stesso. Altri aspetti, invece, legati alla caratterizzazione della placca (placca calcifica/non calcifica, ulcerata, ecc.) sono ben valutabili con entrambe le metodiche.

In conclusione, alla luce dei risultati ottenuti dal nostro studio e in accordo con la letteratura internazionale, riteniamo che l'AC-TCMD costituisca un valido ausilio diagnostico per valutare la pervietà del BPAC nei pazienti con sospetto clinico di occlusione.

Riassunto

Razionale. La coronarografia attualmente costituisce il *gold standard* per valutare la pervietà del bypass aortocoronarico, tuttavia questa è una metodica invasiva, che fa uso di raggi X e che ha un certo numero, seppur basso, di complicanze. Pertanto emerge l'esigenza di una metodica non invasiva dotata di buona accuratezza diagnostica per il follow-up del paziente bypassato. Scopo del nostro studio è stato confrontare la performance diagnostica della tomografia computerizzata a 40 strati rispetto all'angiografia coronarica convenzionale.

Materiali e metodi. Sono stati studiati 26 pazienti di cui 20 maschi e 6 femmine con età media di 65 anni precedentemente sottoposti a rivascularizzazione miocardica mediante bypass, con indicazione ad eseguire coronarografia non in urgenza. Sono stati esaminati un totale di 68 bypass di cui 25 arteriosi e 43 venosi, e 111 anastomosi.

Risultati. È stato possibile analizzare la pervietà del bypass in tutti i pazienti; 23 pazienti presentavano una stenosi o un'occlusione del bypass con l'esecuzione dell'angiografia coronarica convenzionale; 19 di questi pazienti sono stati correttamente diagnosticati dall'angiografia coronarica eseguita mediante tomografia computerizzata (sensibilità 84%, specificità 100%). In

particolare, la tomografia computerizzata ha mostrato una sensibilità del 90% e una specificità del 100% nella valutazione del corpo del bypass, mentre nei confronti dell'anastomosi ha mostrato una sensibilità dell'88% e una specificità del 94%.

Conclusioni. In accordo con i risultati del nostro studio riteniamo che la tomografia computerizzata costituisca un valido ausilio diagnostico per la valutazione della pervietà del bypass in pazienti con sospetto clinico di occlusione.

Parole chiave. Angiografia coronarica; Bypass aortocoronarico; Follow-up.

Bibliografia

1. Eagle KA, Guyton RA, Davidoff R, et al. ACC/AHA 2004 guideline update for coronary artery bypass graft surgery: summary article. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Update the 1999 Guidelines for Coronary Artery Bypass Graft Surgery). *Circulation* 2004; 110: 1168-76.
2. Fitzgibbon GM, Kafka HP, Leach AJ, Keon WJ, Hooper GD, Burton JR. Coronary bypass graft fate and patient outcome: angiographic follow-up of 5065 grafts related to survival and reoperation in 1388 patients during 25 years. *J Am Coll Cardiol* 1996; 28: 616-26.
3. Kennedy JW, Baxley WA, Bunnell IL, et al. Mortality related to cardiac catheterization and angiography. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1982; 8: 323-40.
4. Ropers D, Ulzheimer S, Wenkel E, et al. Investigation of aortocoronary artery bypass grafts by multislice spiral computed tomography with electrocardiographic-gated image reconstruction. *Am J Cardiol* 2001; 88: 792-5.
5. Yoo KJ, Choi D, Choi BW, Lim SH, Chang BC. The comparison of the graft patency after coronary artery bypass grafting using coronary angiography and multi-slice computed tomography. *Eur J Cardiothorac Surg* 2003; 24: 86-91.
6. Nieman K, Pattynama PM, Rensing BJ, Van Geuns RJ, de Feyter PJ. Evaluation of patients after coronary artery bypass surgery: CT angiographic assessment of grafts and coronary arteries. *Radiology* 2003; 229: 749-56.
7. Marano R, Storto ML, Maddestra N, Bonomo L. Non-invasive assessment of coronary artery bypass graft with retrospectively ECG-gated four-row multi-detector spiral computed tomography. *Eur Radiol* 2004; 14: 1353-62.
8. Schlosser T, Konorza T, Hunold P, Kuhl H, Schmermund A, Barkhausen J. Noninvasive visualization of coronary artery bypass grafts using 16-detector row computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 2004; 44: 1224-9.
9. Rossi R, Chiurlia E, Ratti C, Ligabue G, Romagnoli R, Modena MG. Noninvasive assessment of coronary artery bypass graft patency by multislice computed tomography. *Ital Heart J* 2004; 5: 36-41.
10. Martuscelli E, Romagnoli A, D'Eliseo A, et al. Evaluation of venous and arterial conduit patency by 16-slice spiral computed tomography. *Circulation* 2004; 110: 3234-8.
11. Anders K, Baum U, Schmid M, et al. Coronary artery bypass graft (CABG) patency: assessment with high-resolution submillimeter 16-slice multidetector-row computed tomography (MDCT) versus coronary angiography. *Eur J Radiol* 2006; 57: 336-44.
12. Burgstahler C, Beck T, Kuettner A, et al. Non-invasive evaluation of coronary artery bypass grafts using 16-row multislice computed tomography with 188 ms temporal resolution. *Int J Cardiol* 2006; 106: 244-9.
13. Salm LP, Bax JJ, Jukema JW, et al. Comprehensive assessment of patients after coronary artery bypass grafting by 16-detector-row computed tomography. *Am Heart J* 2005; 150: 775-81.
14. Yamamoto M, Kimura F, Niinami H, Suda Y, Ueno E, Takeuchi Y. Noninvasive assessment of off-pump coronary artery bypass surgery by 16-channel multidetector-row computed tomography. *Ann Thorac Surg* 2006; 81: 820-7.
15. Andreini D, Pontone G, Ballerini G, et al. Bypass graft and native postanastomotic coronary artery patency: assessment with computed tomography. *Ann Thorac Surg* 2007; 83: 1672-8.
16. Pache G, Saueressig U, Frydrychowicz A, et al. Initial experience with 64-slice cardiac CT: non-invasive visualization of coronary artery bypass grafts. *Eur Heart J* 2006; 27: 976-80.
17. Malagutti P, Nieman K, Meijboom WB, et al. Use of 64-slice CT in symptomatic patients after coronary bypass surgery: evaluation of grafts and coronary arteries. *Eur Heart J* 2006; 2007; 28: 1879-85.
18. Ropers D, Pohle FK, Kuettner A, et al. Diagnostic accuracy of noninvasive coronary angiography in patients after bypass surgery using 64-slice spiral computed tomography with 330-ms gantry rotation. *Circulation* 2006; 114: 2334-41.
19. Meyer TS, Martinoff S, Hodamitzky M, et al. Improved noninvasive assessment of coronary artery bypass grafts with 64-slice computed tomographic angiography in an unselected patient population. *J Am Coll Cardiol* 2007; 49: 946-50.
20. Austen WG, Edwards JE, Frye RL, et al. A reporting system on patients evaluated for coronary artery disease. Report of the Ad Hoc Committee for Grading of Coronary Artery Disease, Council on Cardiovascular Surgery, American Heart Association. *Circulation* 1975; 51: 5-40.