

Il ruolo della scintigrafia miocardica nella valutazione della cardiopatia ischemica

The role of myocardial scintigraphy in the assessment of coronary artery disease

Pasquale Perrone Filardi, Alberto Cuocolo, Andrea Petretta, Gianluca Caiazzo, Pierluigi Costanzo, Caterina Marciano, Paolo Cesarano, Antonio Marzano, Teresa Losco, Fabio Marsico, Annamaria Iorio, Paola Gargiulo, Donatella Ruggiero, Oriana Scala, Massimo Chiariello

ABSTRACT: *The role of myocardial scintigraphy in the assessment of coronary artery disease. P. Perrone Filardi, A. Cuocolo, A. Petretta, G. Caiazzo, P. Costanzo, C. Marciano, P. Cesarano, A. Marzano, T. Losco, F. Marsico, A. Iorio, P. Gargiulo, D. Ruggiero, O. Scala, M. Chiariello.*

Single photon emission computed tomography (SPECT) for the assessment of myocardial perfusion was introduced in the early 1970s, following pioneer studies of Gould et al. It has rapidly become one of the most used non-invasive technique for the assessment of myocardial ischemia. Thanks to the current technetium based tracers that allow electrocardiogram gated synchronization, it is possible

to assess the regional ventricular systolic function and the evaluation of myocardial perfusion as well. In the last twenty years, beyond its diagnostic role, myocardial SPECT has become also a prognostic technique. Indeed, it has acquired a role for the short-term prediction of major coronary events in a large cohort with known or suspected coronary artery disease (CAD). The aim of this review is to give an update of the correct use and interpretation of myocardial SPECT in patients with known or suspected CAD and without left ventricular dysfunction.

Monaldi Arch Chest Dis 2007; 68: 213-218.

Cattedra di Cardiologia. Dipartimento di Medicina Clinica, Scienze Cardiovascolari ed Immunologiche, Università Federico II di Napoli.

Corresponding author: Pasquale Perrone-Filardi - Via Pansini 5, I-80131 Napoli, Italy; E-mail address: fpperron@unina.it

Introduzione

Introdotta negli anni '70 a seguito degli studi pionieristici di Gould e coll. [1], la miocardioscintigrafia è diventata rapidamente una metodica non invasiva di uso consolidato in cardiologia e di crescente applicazione clinica, grazie agli enormi progressi nella produzione di nuovi traccianti radionucleari ed a quelli relativi al miglioramento formidabile della tecnologia applicata alla acquisizione ed elaborazione delle immagini. Nata come metodica di diagnosi della cardiopatia ischemica, basata sulla interpretazione visiva di immagini planari a bassa risoluzione spaziale, la miocardioscintigrafia è diventata nel corso di pochi decenni una raffinata tecnica di immagini fondata, attualmente, sulla valutazione semiquantitativa di traccianti di perfusione miocardica in immagini topografiche. In aggiunta, grazie all'impiego degli attuali traccianti tecnecizzati ad alta energia, la valutazione della perfusione miocardica regionale si è arricchita con quella della funzione contrattile regionale e globale basata sulla acquisizione di immagini sincronizzate (gated) sull'elettrocardiogramma, in maniera da consentire una ricostruzione affidabile di immagini (generalmente 8 o 16) corrispondenti ad altrettanti momenti del ciclo cardiaco. Pertanto, attualmente la miocardioscintigrafia è nella maggioranza dei casi un esame di valutazione di perfusione e funzione sistolica regiona-

le e globale del ventricolo sinistro, che consente una visualizzazione in movimento del ventricolo sinistro, ricostruibile in varie proiezioni in maniera da esplorare tutte le pareti miocardiche. Sul piano clinico, da metodica di esclusivo impiego diagnostico la miocardioscintigrafia si è negli ultimi venti anni andata affermando come tecnica di stratificazione prognostica per la predittività a breve termine di eventi coronarici maggiori (morte ed infarto miocardico) in una larga platea di pazienti con sospetta o nota malattia coronaria, rappresentando in tale campo la metodica di immagine più largamente valicata.

Scopo di questa revisione vuole essere quello di fornire un aggiornamento pratico sul corretto impiego ed interpretazione della miocardioscintigrafia nei pazienti con cardiopatia ischemica nota o sospetta e senza disfunzione ventricolare sinistra, sottolineandone i limiti e le precauzioni di impiego legate alla somministrazione di traccianti radioattivi.

I traccianti radionucleari di uso corrente

Tallio. Il tallio è stato il primo tracciante ad essere impiegato nell'uomo per la valutazione della perfusione miocardica. Si tratta di un tracciante a bassa energia, che come tale risente maggiormente della attenuazione subita dai fotoni nell'attraversamento degli organi e dei tessuti del corpo che si interpongono tra il cuore e la gamma camera, che vie-

ne avidamente estratto dal miocardio in maniera proporzionale al flusso regionale penetrando nelle cellule con un processo energia-dipendente analogo alla captazione del potassio. Una volta penetrato, il tallio subisce un processo di wash-out ritornando nel torrente ematico e potendo quindi penetrare in territori miocardici dipendenti da coronarie stenotiche nei quali il flusso regionale sia aumentato (come accade dopo il termine di un esercizio fisico o di uno stress farmacologico) dopo essere stato relativamente ridotto all'acme dello sforzo (quando viene effettuata la somministrazione del tracciante). Questo processo, determinato dalla libera circolazione del tracciante tra l'interno e l'esterno in relazione al flusso ed ai gradienti di concentrazione tra esterno ed interno della membrana cellulare, rappresenta la spiegazione del fenomeno della *redistribuzione* che è peculiare di questo tracciante e che consente ai territori miocardici dipendenti da vasi stenotici che abbiano ricevuto una minore quantità di tracciante (rispetto a territori irrorati da vasi normali) nella fase di inadeguato aumento del flusso indotta dallo stress di colmare questo deficit una volta terminata la fase di aumentata richiesta di flusso, ovvero in condizioni di riposo quando, anche in presenza di lesioni coronariche severe (fino all'80%) [2], il flusso coronario è normale. Clinicamente, il fenomeno della redistribuzione si appalesa con la *reversibilità* a distanza dallo sforzo (generalmente dopo una attesa di 3-4 ore) di un iniziale difetto di perfusione presente nella fase iniziale di ischemia indotta dallo sforzo che consente di diagnosticare la presenza di una stenosi coronarica emodinamicamente significativa. Viceversa, come è facile intuire, la mancata scomparsa di un iniziale difetto di perfusione nelle immagini a distanza è espressione di tessuto miocardio necrotico, dove il flusso è praticamente assente in ogni momento. L'impiego del tallio prevede dunque una unica somministrazione di tracciante per ogni esame scintigrafico.

Traccianti marcati con ⁹⁹Tecnezio. I due traccianti attualmente impiegati marcati con ⁹⁹Tc, ovvero il sestamibi e la tetrafosmina hanno in Italia largamente sostituito il tallio. Rispetto a quest'ultimo possiedono una maggiore energia che consente una migliore visualizzazione delle immagini con minore attenuazione ed una minore esposizione radioattiva (circa la metà rispetto al tallio). Ma la differenza principale consiste nella cinetica di questi traccianti che, dopo essere stati iniettati in circolo vengono captati passivamente dalle cellule miocardiche in proporzione lineare al flusso ed intrappolati in maniera pressoché irreversibile dai mitocondri. Dunque, rispetto al tallio i traccianti tecnezati non circolano liberamente tra esterno ed interno della membrana cellulare e non subiscono il fenomeno della redistribuzione. Al contrario, la loro peculiarità (e differenza clinica principale rispetto al tallio) è quella di rappresentare nelle immagini di lo stato della perfusione miocardica *al momento dell'iniezione*. Pertanto, la comparazione tra immagini a riposo e immagini al momento dello sforzo potrà avvenire solo con due distinte somministrazioni di tracciante, preferibilmente effettuate in giorni diversi ovvero nello stesso giorno ma impiegando nelle immagini acquisite per seconde (generalmente quelle a riposo)

una dose di tracciante sostanzialmente superiore a quella utilizzata nelle prime immagini (corrispondenti alla fase di esercizio).

Le immagini con traccianti tecnezati, per le caratteristiche di questi accennate precedentemente consentono una adeguata acquisizione gated, in presenza di una relativa stabilità del ritmo cardiaco, e vengono ricostruite in 8 o 16 frames per ciclo cardiaco, consentendo la valutazione della frazione di eiezione e dei volumi del ventricolo sinistro, nonché quella dell'ispessimento sistolico regionale. Tuttavia è da tenere presente, per una corretta interpretazione fisiopatologica e clinica, che, a differenze delle immagini di perfusione, le immagini di funzione corrispondono al momento della acquisizione (e non dell'iniezione del tracciante) e quindi quando acquisite, come normalmente avviene, dopo 30-60 minuti dal completamento dell'esercizio, visualizzano la funzione ventricolare post-stress, e quindi, anche eventuali alterazioni post-ischemiche legate al fenomeno dello stordimento miocardico ripetutamente documentato nell'uomo [3].

Interpretazione delle immagini scintigrafiche

Dall'iniziale interpretazione visiva di immagini planari nelle quali si cercava di evidenziare la presenza o assenza di difetti di perfusione, l'attuale valutazione delle immagini scintigrafiche si avvale di sofisticati processi di analisi computerizzata basati sulla quantizzazione automatica della captazione del tracciante in un numero prefissato di segmenti della parete miocardica, nei quali la quantità di tracciante presente viene espressa e visualizzata come percentuale della captazione massima per quel paziente. Per una corretta valutazione delle immagini è dunque necessario rammentare che queste evidenziano variazioni *relative* e non assolute della quantità di tracciante presente tra una regione e l'altra, e che dunque, solo apparentemente in maniera paradossale, una omogenea riduzione della captazione in tutta la parete ventricolare (ad esempio in caso di severa ed estesa malattia coronaria) può non evidenziare alcun difetto di perfusione apparendo come un esame falsamente negativo.

La valutazione regionale della captazione di tracciante viene eseguita dal computer in un numero prestabilito di 17 segmenti miocardici, convenzionalmente raccomandati dal consenso delle principali società scientifiche per tutte le metodiche di imaging in maniera da rendere confrontabili le informazioni ottenute da differenti tecniche (figura 1) [4]. In questi segmenti miocardici la quantità di tracciante viene automaticamente stimata secondo una scala semiquantitativa a 5 punti dove 0 esprime normale perfusione e 4 assenza di perfusione (tabella 1). Questo tipo di misurazione viene fatto sia nelle immagini da stress che in quelle a riposo, ottenendone degli score che rappresentano per ciascun set di immagini la somma dei punteggi nei 17 segmenti e che per le immagini a riposo (summed rest score) esprimono l'estensione e severità del tessuto necrotico mentre per le immagini da stress (summed stress score) l'estensione e severità del tessuto ischemico e di quello necrotico; la differenza tra i due score (summed difference score) esprimerà dunque la

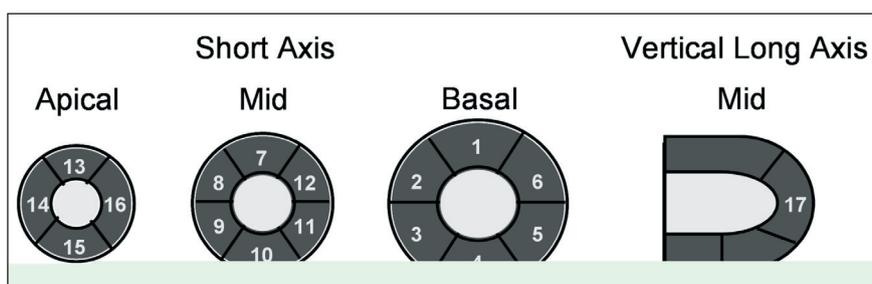


Figure 1. - Modello a 17 segmenti.

Tabella 1. - Valutazione del punteggio segmentale

0 = normale captazione del tracciante
1 = lieve riduzione della captazione del tracciante
2 = moderata riduzione della captazione del tracciante
3 = severa riduzione della captazione del tracciante
4 = assenza di captazione del tracciante

estensione e severità della ischemia inducibile. Valori crescenti di questi score rappresentano estensioni crescenti di coinvolgimento della parete ventricolare secondo un rapporto illustrato nella tabella 2 ed hanno pertanto un differente correlato prognostico che può essere di ausilio nella valutazione dei pazienti affetti da malattia coronarica (tabella 2). Nelle attuali refertazioni, i punteggi relativi alla quantizzazione dei difetti di perfusione sono riportati insieme alla descrizione qualitativa delle immagini e dovrebbero essere interpretati insieme a questa da chi ha prescritto l'esame.

Il valore clinico della miocardioscintigrafia

Diagnosi di cardiopatia ischemica. Come per tutte le metodiche diagnostiche, l'accuratezza della miocardioscintigrafia è influenzata da una serie di variabili che la rendono differente da soggetto a soggetto e che solo in parte dipendono dalla tecnica.

In generale, l'accuratezza predittiva è fortemente influenzata, secondo il teorema di Bayes, dalla prevalenza della malattia nella popolazione studiata, ovvero dalla probabilità pre-test di malattia nel soggetto da studiare. Questa probabilità è facilmente desumibile e quantificabile in bassa, intermedia o elevata in base alla età, al sesso ed alla caratteristiche dei sintomi (tabella 3). A titolo di esempio la figura 2 riporta la probabilità di falsi positivi per una metodica con sensibilità buona ed ottima specificità (ovvero ridotto numero di falsi positivi) quando questa venga impiegata in una popolazione a bassa prevalenza di malattia. Si può osservare come in un caso del genere (rappresentabile dall'esempio di una valutazione scintigrafia di un dolore toracico in un soggetto femmini-

le giovane) nonostante l'elevata specificità insita nella tecnica, questa produca 19 falsi positivi su ogni 200 pazienti studiati, con una accuratezza del 38%. Per converso, la stessa scintigrafia applicata ad una popolazione ad elevata probabilità pre-test di malattia (rappresentabile dall'esempio di un dolore toracico da sforzo in un soggetto ultracinquantenne con fattori di rischio

cardiovascolari) produrrà un elevato numero di falsi negativi in caso di esame normale. È consigliabile dunque che il risultato dell'esame venga sempre interpretato e filtrato da un approccio di tipo bayesano che sia in grado di determinare un ragionevole dubbio di fronte a risultati che contrastino fortemente con il ragionamento clinico e con l'ipotesi diagnostica. In generale, il valore incrementale dell'esame, definibile come la differenza tra probabilità post-test e probabilità pre-test di malattia, è dunque tanto più elevato quanto maggiore sia questa differenza, ed è massimo nelle popolazioni a probabilità intermedia di malattia.

Il secondo rilevante fattore di influenza sull'accuratezza è legato alla probabilità di artefatti tecnici, ovvero di apparenti deficit di perfusione in alcune regioni miocardiche. Tali deficit apparenti possono essere dovuti a difetti da attenuazione dei fotoni lungo il passaggio dal cuore alla gamma camera attraverso i tessuti del corpo. Infatti, a differenza della tomografia ad emissione di positroni che prevede l'acquisizione di immagini di trasmissione ovvero di immagini finalizzate proprio a valutare il grado di impedimento delle particelle radioattive a raggiungere i detectori intorno al paziente, con le quali vengono corrette le immagini di emissione, ovvero quelle provenienti dal paziente dopo la somministrazione del mezzo radioattivo, la tomografia ad emissione di fotone singolo (SPECT) non prevede anco-

Tabella 2. - Score e superficie ventricolare

Normale. SSS ≤3 (0-4% of abnormal myocardium)
Lieve. SSS 4-7 (5-10% of abnormal myocardium)
Moderato. SSS 8-10 (11-15% of abnormal myocardium)
Severo. SSS >10 (≥16% of the abnormal myocardium)

Tabella 3. - Linee Guida per i test basati sullo stress fisico. Probabilità pre-test di coronaropatia aterosclerotica in base ad età e sintomi [21]

Età	Angina tipica	Angina atipica	Dolore non anginoso	Asintomatico
30-39	Intermedio	Molto basso	Molto basso	Molto basso
40-49	Intermedio	Basso	Molto basso	Molto basso
50-59	Intermedio	Intermedio	Basso	Molto basso
60-69	Alto	Intermedio	Intermedio	Basso
>70	Alto	Intermedio	Intermedio	Basso

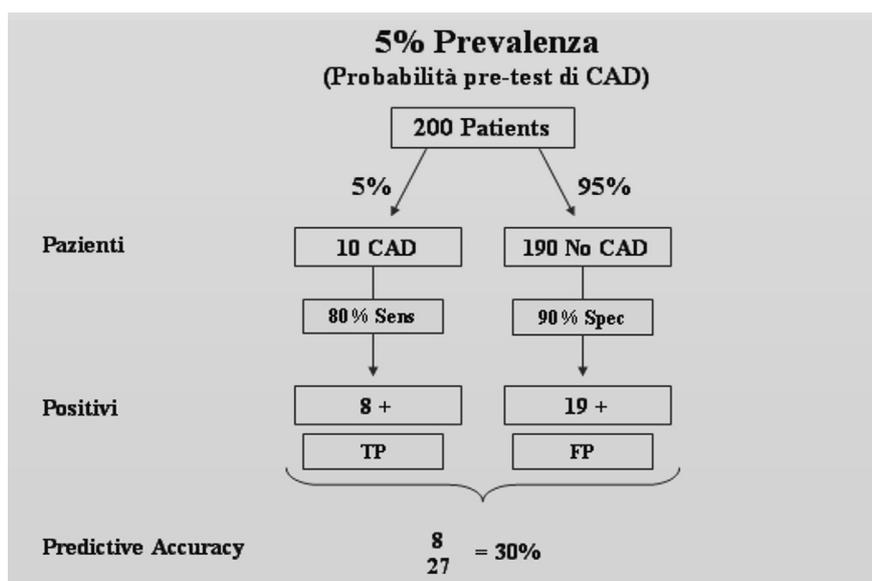


Figura 2. - Esempio di accuratezza predittiva.

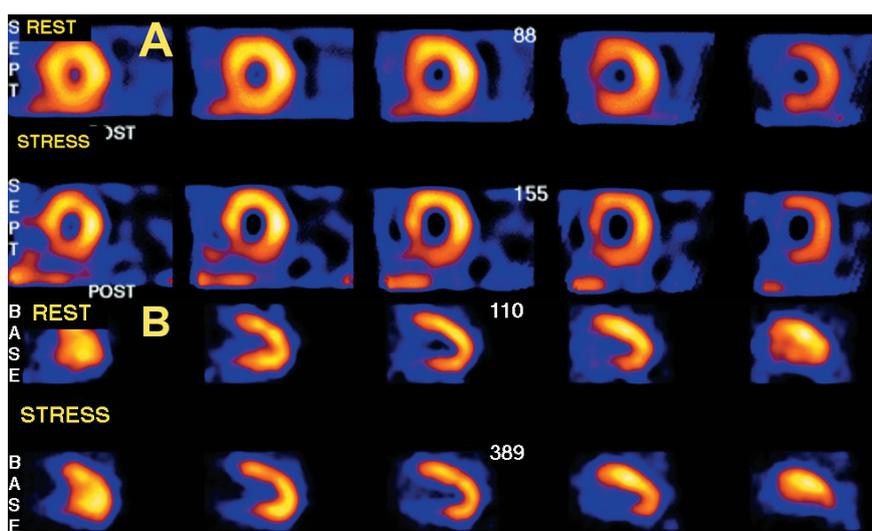


Figura 3. - Immagine SPECT con difetto reversibile (A) e con difetto fisso (B).

ra routinariamente la correzione per la attenuazione. Questo giustifica la presenza di falsi positivi in alcuni territori come la parete inferiore nell'uomo per effetto della interposizione del diaframma e la parete anterolaterale nella donna per effetto della interposizione del tessuto mammario, così come la presenza di falsi positivi in soggetti obesi di entrambi i sessi.

Ancora, un fattore indipendente dalla tecnica, che fortemente ne influenza l'accuratezza nella diagnosi di cardiopatia ischemica, è rappresentato dall'adeguatezza del test da sforzo ovvero dalla capacità di questo di creare un deficit di apporto di flusso nei territori dipendenti da una coronaria stenotica. L'inadeguatezza del test ergometrico [5], che dovrebbe sempre essere massimale, ovvero raggiungere almeno l'85% della frequenza teorica per quel soggetto, è un fattore importante di riduzione dell'accuratezza associato alla presenza di un numero elevato di falsi negativi (ridotta sensibilità e valore predittivo negativo). In alcune categorie di soggetti nei quali spesso il test ergometrico non riesce ad es-

sere massimale (anziani, donne, soggetti in soprappeso, soggetti affetti da arteriopatia degli arti inferiori, soggetti in terapia beta bloccante) sarebbe preferibile optare da subito per una prova farmacologica (dipiridamolo o adenosina) che sostituisca il test ergometrico.

Da quanto sinora esposto si intuisce come il valore medio di sensibilità (87%) e specificità (82%) riportato in recenti meta-analisi [6] sia da considerarsi del tutto indicativo, anche se testimonianza di una elevata accuratezza intrinseca alla tecnica e dunque del suo elevato valore clinico.

Specificità e sensibilità sono state migliorate dalla introduzione della tecnica gated e dalla valutazione della funzione regionale insieme alla perfusione. In particolare, la specificità, ovvero il numero di falsi positivi, può essere ridotto, soprattutto nelle donne, dalla consensuale osservazione della perfusione e della funzione contrattile nella stessa regione miocardica [7]. Tuttavia, una normale funzione post-stress non esclude necessariamente la presenza di un difetto di perfusione ischemico e quindi di una ischemia inducibile non in grado di determinare stordimento miocardico [3]. Allo stesso modo, anche la sensibilità per la diagnosi di cardiopatia ischemica può essere migliorata dalla osservazione congiunta di perfusione e funzione tenendo presente che una riduzione della funzione regionale può essere presente in assenza di una evidente riduzione della perfusione [8].

presente in assenza di una evidente riduzione della perfusione [8].

Stratificazione prognostica. La miocardioscintigrafia rappresenta attualmente la tecnica più largamente validata nella stratificazione prognostica di pazienti affetti da cardiopatia ischemica nota o sospetta, per la predittività a breve-medio termine (generalmente 1-2 anni) di eventi cardiaci quali morte e infarto del miocardio [9, 10]. Il presupposto fisiopatologico è rappresentato dal ruolo prognostico e complementare, largamente verificato, della estensione della ischemia miocardica e della riduzione della funzione ventricolare sinistra. In generale, così come per la ecocardiografia da stress, la negatività del test è associata a una percentuale di eventi cardiaci maggiori estremamente bassa, sovrapponibile a quella della popolazione generale (<1% all'anno)[9, 10]. Anche in questo caso, tuttavia, il ragionamento clinico deve essere sempre di tipo bayesano e considerare la tipologia di paziente o soggetto al quale l'esame viene prescritto. In ogni caso il valore prognostico della miocardioscintigrafia, così

come di qualunque esame strumentale di secondo livello, dovrebbe essere incrementale, ovvero aggiungere informazioni significative, e non solo ridondante rispetto ad esami di primo livello, ed in particolare rispetto al test ergometrico. A tale riguardo, così come per la diagnosi di cardiopatia ischemica, la miocardioscintigrafia non deve essere considerata tecnica di elezione in categorie di soggetti a basso rischio cardiovascolare ed asintomatici, nei quali il miglior predittore prognostico di sopravvivenza e di eventi cardiaci maggiori è rappresentato dal test ergometrico ed in particolare dalla capacità funzionale [11, 12]. Sottoporre questi soggetti a miocardioscintigrafia significherebbe esporli immotivatamente a radiazioni ionizzanti senza ottenere alcun beneficio clinico.

Viceversa, la miocardioscintigrafia fornisce un rilevante ed incrementale contributo prognostico ai soggetti con probabilità intermedia di malattia coronarica o con cardiopatia ischemica nota, per tutti i gradi di severità. In particolare, nei soggetti con cardiopatia ischemica nota o sospetta, ed a rischio intermedio in relazione al test ergometrico (Duke treadmill score intermedio) la negatività della miocardioscintigrafia con test da sforzo o farmacologico (dipiridamolo o adenosina) identifica una categoria di pazienti a bassa probabilità di eventi (inferiore all'1% all'anno) nei successivi uno o due anni [9, 10]. Questa informazione può essere nel singolo caso molto rilevante riguardo alla scelta terapeutica tra terapia medica e rivascolarizzazione, soprattutto alla luce di dati recenti che hanno dimostrato nella popolazione generale di pazienti con cardiopatia ischemica una sostanziale parità, in termini di eventi cardiaci maggiori, tra le due scelte [13]. Analogamente, dati retrospettivi su pazienti sottoposti a miocardioscintigrafia e seguiti per un follow-up medio di 3 anni hanno indicato un sostanziale beneficio della rivascolarizzazione, rispetto alla terapia medica, solo in quelli con estensione della ischemia inducibile superiore al 15% della parete ventricolare [14].

La stratificazione prognostica ottenibile con la miocardioscintigrafia risulta essere molto utile in altre due categorie di soggetti, quelli con sindrome coronarica acuta e quelli sottoposti a rivascolarizzazione percutanea o chirurgica. Nei soggetti con sindrome coronarica acuta ad ST non sopraslivellato ed a basso rischio, la miocardioscintigrafia può essere utilizzata come tecnica di immagine per la successiva condotta terapeutica, invasiva o conservativa, prima della dimissione ospedaliera, secondo le raccomandazioni delle attuali linee guida europee [15]. Allo stesso modo, in pazienti con infarto acuto del miocardio non complicato da instabilità emodinamica ed elettrica o angina post-infartuale una miocardioscintigrafia può essere eseguita con stress farmacologico già in seconda o terza giornata per decidere sulla necessità di indagini invasive [16].

Una indicazione crescente della miocardioscintigrafia è rappresentata dalla valutazione dei pazienti sottoposti a rivascolarizzazione percutanea o chirurgica. Vi è generale consenso riguardo al fatto che in assenza di sintomi, qualunque test di ischemia inducibile non dovrebbe essere effettuato a meno di 4-6 mesi dalla rivascolarizzazione al fine di ridurre il numero di falsi positivi che risulta essere elevato nei

primi mesi dopo la procedura. Più discussa è invece l'indicazione alla valutazione con imaging nei pazienti asintomatici. È stato dimostrato che la presenza di ischemia silente conferisce un peggioramento prognostico sostanziale anche se meno rilevante rispetto alla ischemia sintomatica [17]. Sulla base di tali osservazioni vi è consenso nel ritenere indicata una valutazione in pazienti asintomatici con particolari fattori di rischio dopo 4-6 mesi dalla procedura. Tale indicazione riguarda dunque soprattutto i soggetti diabetici, quelli con risultato subottimale della procedura o con rivascolarizzazione incompleta [18].

Il valore clinico della negatività del test. È stato già sottolineato come, in generale, una miocardioscintigrafia negativa si associ ad una incidenza di eventi pari a quella della popolazione generale, ovvero inferiore all'1% all'anno. Tuttavia è opportuno conoscere alcuni aspetti del valore prognostico del test negativo che possono essere di ausilio nella valutazione clinica e sulla necessità di ripetere periodicamente la valutazione. Gli studi prognostici riportati finora hanno generalmente osservato periodi di follow-up relativamente brevi, in genere non superiori ai due anni [9, 10]. Dunque, il valore predittivo negativo deve essere riferito sempre e non oltre questo intervallo temporale. E tuttavia, anche in questo ristretto intervallo temporale il dato strumentale deve essere interpretato nel contesto clinico e di rischio cardiovascolare a cui il paziente appartiene. Infatti, la predittività negativa si riduce all'aumentare dei fattori di rischio (storia clinica di cardiopatia ischemica, età, sintomi, capacità lavorativa) ed in presenza di condizioni di rischio associate quali il diabete mellito [19, 20]. In questi casi, la negatività del test può non configurare necessariamente una condizione di basso rischio cardiovascolare.

Considerazioni conclusive

La miocardioscintigrafia rappresenta e continuerà ad essere una tecnica di imaging consolidata ed insostituibile per il cardiologo clinico, capace di fornire routinariamente informazioni di perfusione e funzione cardiaca utili ai fini diagnostici e prognostici. Come per tutte le tecniche ha limitazioni inerenti la tecnica e la corretta applicazione in relazione alle caratteristiche del paziente. Tuttavia, a differenza della ecocardiografia, comporta una esposizione del paziente a radiazioni ionizzanti che dovrebbe essere sempre considerata dal prescrittore, soprattutto nella richiesta che riguardi soggetti in età fertile e nella ripetibilità dell'esame. Come per tutte le tecniche, ma in particolare per quelle che comportano esposizioni radioattive, la *sostenibilità* del test dovrebbe essere sempre verificata alla luce del contributo informativo aggiuntivo che dalla tecnica si attende e dalla ricaduta di questo sulla condotta terapeutica.

Riassunto

Introdotta negli anni '70 a seguito degli studi pionieristici di Gould e coll., la miocardioscintigrafia è diventata rapidamente una metodica non invasiva di uso consolidato in cardiologia e di crescente

applicazione clinica. Con l'impiego degli attuali traccianti tecneziati ad alta energia, la valutazione della perfusione miocardica regionale si è arricchita con quella della funzione contrattile regionale e globale basata sulla acquisizione di immagini sincronizzate (gated) sull'elettrocardiogramma. Pertanto, attualmente la miocardioscintigrafia è nella maggioranza dei casi un esame di valutazione di perfusione e funzione sistolica regionale e globale del ventricolo sinistro. Sul piano clinico, da metodica di esclusivo impiego diagnostico, la miocardioscintigrafia si è negli ultimi venti anni andata affermando come tecnica di stratificazione prognostica per la predittività a breve termine di eventi coronarici maggiori (morte ed infarto miocardico) in una larga platea di pazienti con sospetta o nota malattia coronarica, rappresentando in tale campo la metodica di immagine più largamente validata. Scopo di questa revisione vuole essere quello di fornire un aggiornamento pratico sul corretto impiego ed interpretazione della miocardioscintigrafia nei pazienti con cardiopatia ischemica nota o sospetta e senza disfunzione ventricolare sinistra, sottolineandone i limiti e le precauzioni di impiego legate alla somministrazione di traccianti radioattivi.

Bibliografia

- Gould KL. Noninvasive assessment of coronary stenoses by myocardial perfusion imaging during pharmacologic coronary vasodilatation. I. Physiologic basis and experimental validation. *Am J Cardiol* 1978; 2: 267-78.
- Uren NG, Melin JA, De Bruyne B, et al. Relation between myocardial blood flow and the severity of coronary-artery stenosis. *N Engl J Med* 1994; 25: 1782-8.
- Ambrosio G, Betocchi S, Pace L et al. Prolonged impairment of regional contractile function after resolution of exercise-induced angina. Evidence of myocardial stunning in patients with coronary artery disease. *Circulation* 1996; 10: 2455-64.
- Cerqueira MD, Weissman NJ, Dilsizian V, et al. American Heart Association Writing Group on Myocardial Segmentation and Registration for Cardiac Imaging. Standardized myocardial segmentation and nomenclature for tomographic imaging of the heart: a statement for healthcare professionals from the Cardiac Imaging Committee of the Council on Clinical Cardiology of the American Heart Association. *Circulation* 2002; 4: 539-42.
- Marwick T, D'Hondt AM, Baudhuin T, et al. Optimal use of dobutamine stress for the detection and evaluation of coronary artery disease: combination with echocardiography or scintigraphy, or both? *J Am Coll Cardiol* 1993; 22: 159-67.
- Fleischmann KE, Maria G, Douglas PS, et al. Exercise Echocardiography or Exercise SPECT Imaging? A Meta-analysis of Diagnostic Test Performance. *JAMA* 1998; 280: 913-20.
- Taillefer R, DePuey EG, Udelson JE et al. Comparative diagnostic accuracy of Tl-201 and Tc-99m sestamibi SPECT imaging (perfusion and ECG-gated SPECT) in detecting coronary artery disease in women. *J Am Coll Cardiol* 1997; 1: 69-77.
- Sharir T, Bacher-Stier C, Dhar S et al. Identification of severe and extensive coronary artery disease by postexercise regional wall motion abnormalities in Tc-99m sestamibi gated single-photon emission computed tomography. *Am J Cardiol* 2000; 11: 1171-5.
- Hachamovitch R, Berman DS, Kiat H et al. Exercise myocardial perfusion SPECT in patients without known coronary artery disease: incremental prognostic value and use in risk stratification. *Circulation* 1996; 5: 905-14.
- Hachamovitch R, Berman DS, Shaw LJ et al. Incremental prognostic value of myocardial perfusion single photon emission computed tomography for the prediction of cardiac death: differential stratification for risk of cardiac death and myocardial infarction. *Circulation* 1998; 6: 535-43.
- Snader CE, Marwick TH, Pashkow FJ et al. Importance of estimated functional capacity as a predictor of all-cause mortality among patients referred for exercise thallium single-photon emission computed tomography: report of 3,400 patients from a single center. *J Am Coll Cardiol* 1997; 3: 641-8.
- Myers J, Prakash M, Froelicher V et al. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med* 2002; 346: 793-801.
- Boden WE, O'Rourke RA, Teo KK et al. for the COURAGE trial research group. Optimal Medical Therapy with or without PCI for Stable Coronary Disease. *N Engl J Med* 2006; 356: 1503-16.
- Hachamovitch R, Hayes SW, Friedman JD et al. Comparison of the short-term survival benefit associated with revascularization compared with medical therapy in patients with no prior coronary artery disease undergoing stress myocardial perfusion single photon emission computed tomography. *Circulation* 2003; 23: 2900-7.
- Bertrand ME, Simoons ML, Fox KA, et al. Task Force on the Management of Acute Coronary Syndromes of the European Society of Cardiology. Management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation. *Eur Heart J* 2002; 23: 1809-40.
- Brown KA, Heller GV, Landin RS et al. Early dipyridamole (99m)Tc-sestamibi single photon emission computed tomographic imaging 2 to 4 days after acute myocardial infarction predicts in-hospital and postdischarge cardiac events: comparison with submaximal exercise imaging. *Circulation* 1999; 20: 2060-6.
- Zellweger MJ, Weinbacher M, Zutter AW et al. Long-term outcome of patients with silent versus symptomatic ischemia six months after percutaneous coronary intervention and stenting. *J Am Coll Cardiol* 2003; 1: 33-40.
- Galassi AR, Azzarelli S, Tomaselli A et al. Incremental prognostic value of technetium-99m-tetrofosmin exercise myocardial perfusion imaging for predicting outcomes in patients with suspected or known coronary artery disease. *Am J Cardiol* 2001; 2: 101-6.
- Hachamovitch R, Hayes S, Friedman JD, et al. Determinants of risk and its temporal variation in patients with normal stress myocardial perfusion scans: what is the warranty period of a normal scan? *J Am Coll Cardiol* 2003; 8: 1329-40.
- Berman DS, Kang X, Hayes SW et al. Adenosine myocardial perfusion single-photon emission computed tomography in women compared with men. Impact of diabetes mellitus on incremental prognostic value and effect on patient management. *J Am Coll Cardiol* 2003; 7: 1125-33.
- Gibbons RJ, Balady GJ, Bricker JT et al. ACC/AHA 2002 Guideline Update for Exercise Testing: Summary Article: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Update the 1997 Exercise Testing Guidelines). *Circulation* 2002; 106: 1883-92.