



RASSEGNA
MEDICO-CHIRURGICA

Autorizzazione del Tribunale di Benevento
n. 100 del 10-4-1980
<http://web.tiscali.it/rmc>

Scientifico Trimestrale

ISSN 1123-9166

**B. MOSCATO - F. MOSCATO
A. ROSA - A. BENCIVENGA**

**LA CORONAROGRAFIA CON RISONANZA
MAGNETICA: VALIDA ALTERNATIVA ALLA
CORONAROGRAFIA TRADIZIONALE
APPROCCIO INTEGRATO E NON INVASIVO
PER LO STUDIO DELLA PLACCA
ATEROSCLEROTICA CORONARICA**

*AORN G. Rummo – Benevento
Radiologia e Diagnostica per Immagini
Direttore: A. Bencivenga*

*Cardiologia Clinica
Direttore: V. Moscato*

ESTRATTO DA:
ANNO XXV - VOL. XIX

RIASSUNTO

La Risonanza Magnetica (RM) ha numerose qualità peculiari importanti che la rendono vantaggiosa nella diagnosi e nello studio della placca aterosclerotica coronarica.

Il vaso può essere visualizzato con metodiche morfologiche come le Spin Echo (SE) in cui la parete del vaso viene evidenziata nei suoi dettagli anatomici oppure con metodiche angiografiche (per esempio Time of Flight, TOF) o con sequenze cine gradient eco (GRE) in cui il sangue appare bianco e la placca appare come un minus. Con le tecniche più "morfologiche" (sequenze Spin Eco nelle quali il sangue appare nero) la placca aterosclerotica viene visualizzata direttamente apparendo con intensità di segnale variabile in funzione del suo contenuto tissutale. Con questo approccio si caratterizza la placca nei suoi contenuti principali: lipidi, fibrosi e calcio. Le tecniche dette a "sangue bianco" cine GRE offrono il vantaggio di evidenziare la turbolenza del flusso a livello della placca. Le tecniche angiografiche, rispetto a queste tecniche bidimensionali, offrono il vantaggio di una acquisizione tridimensionale e sono ottenibili senza e con mezzo di contrasto, inoltre permettono di ottenere un luminogramma in cui la placca aterosclerotica si presenta come un difetto di riempimento del lume vasale, di gravità crescente fino alla occlusione completa. Infine valuta la velocità di flusso sia in condizioni basali che dopo vasodilatazione.

L'Angio-RM (angiografia con risonanza magnetica) impiega una varietà di sequenze di RM sensibili al flusso nel tentativo di massimizzare il segnale derivante dal flusso sanguigno e sopprimere il segnale dei tessuti circostanti.

La visualizzazione può essere ottenuta in qualsiasi piano desiderato.

Rispetto ad alcune tecniche, quali la TC (tomografia computerizzata), le immagini in proiezioni sagittale e coronale vengono acquisite direttamente invece di essere il risultato di una operazione di ricostruzione.

L'alta capacità diagnostica dell'Angio-RM è legata all'acquisizione tridimensionale del volume in cui decorre il vaso e all'uso del mezzo di contrasto che migliora il rapporto segnale/rumore e contrasto/rumore.

La non invasività, la riproducibilità e la sicurezza della metodica ne hanno fatto una tecnica competitiva e forse superiore all'angiografia tradizionale.

La visualizzazione delle coronarie con Angio-RM è tuttora difficile per una serie di motivi: per le piccole dimensioni, per la tortuosità e la variabilità del decorso di queste arterie, per il movimento dovuto all'attività contrattile cardiaca e al movimento respiratorio e per la stretta vicinanza con il miocardio e l'epicardio.

Sono state utilizzate diverse sequenze con lo scopo di superare questi ostacoli.

La misurazione della velocità di flusso con la RM è stata effettuata utilizzando una tecnica conosciuta con molti nomi, tra cui "RM in contrasto di fase", "Mappaggio delle velocità di flusso" e "Cine-RM a velocità codificata".

Questo metodo si basa soprattutto sugli spostamenti di fase di spin in movimento in un gradiente del campo magnetico.

Per quanto riguarda la difficoltà dovuta al movimento respiratorio si è cercato di superare l'ostacolo con le sequenze, con il respiro trattenuto ("breath-hold") che hanno lo scopo di minimizzare il movimento dipendente dall'attività respiratoria.

L'inconveniente di queste sequenze è di acquisire un basso rapporto segnale/rumore per cui sono state utilizzate sequenze ultrarapide come la spiral spoiled gradient echo che è una sequenza di ultima generazione, bidimensionale con respiro trattenuto, in cui l'immagine viene costruita in maniera non tradizionale.

I vantaggi:

- essendo un'immagine prodotta in circa 12-18 secondi presenta meno artefatti da movimento o da flusso;-migliore è il risultato del rapporto segnale/rumore e contrasto/rumore;
- il grasso che in genere si trova intorno all'arteria viene cancellato per cui il contrasto naturale si presenta migliorato.

I limiti:

- bidimensionalità del metodo;
- il tempo dell'acquisizione dell'immagine non è adeguato per evidenziare le coronarie in modo completo.

Per minimizzare il movimento respiratorio esiste anche un altro metodo che consiste nell'applicazione di un trigger respiratorio ("sequenze con navigator") per cui l'acquisizione delle immagini avviene nella stessa fase del ciclo respiratorio.

Poiché l'acquisizione avviene senza trattenere il respiro "free-breathing" non vi saranno limiti temporali.

Questa tecnica è stata applicata in sequenze bidimensionali e tridimensionali

Queste ultime offrono il vantaggio di dare un migliore rapporto segnale/rumore soprattutto danno la possibilità di misurare il volume in cui decorre l'arteria che, essendo per sua natura tortuosa, si trova su diversi piani.

Altro vantaggio di questa tecnica è l'uso del mezzo di contrasto che migliora il rapporto contrasto/rumore e distingue le coronarie dai tessuti circostanti.

Recenti osservazioni hanno suggerito la fattibilità della visualizzazione delle placche aterosclerotiche delle coronarie utilizzando le tecniche di RM ad alta risoluzione con l'uso di gradienti magnetici maggiori e campi di vista focali.

Sono in avanzata sperimentazione mezzi di contrasto con cinetica monocompartimentale che rimangono "intrappolati" nel lume vascolare prolungando nel tempo l'effetto di contrasto.

L'accuratezza diagnostica dell'Angio-RM coronarica è variabile a seconda della coronaria e dei segmenti arteriosi considerati, risultando più elevata per i segmenti prossimali delle arterie, discendente anteriore e coronaria destra rispetto ai segmenti distali di queste arterie e dell'intera arteria circonflessa.

La coronarografia con risonanza magnetica rappresenta una valida prospettiva di valutazione non invasiva della coronaropatia, ma attualmente non è da considerare alternativa alla coronarografia tradizionale.

Ulteriori tecnologie sono necessarie per migliorare la visualizzazione delle coronarie e quindi l'accuratezza diagnostica.

Numerosi studi autoptici hanno permesso di definire le componenti delle placche aterosclerotiche responsabili dell'infarto del miocardio e delle sindromi coronariche acute.

È ormai noto che le lesioni aterosclerotiche responsabili dell'infarto presentano una capsula fibrosa sottile, con spessore inferiore a 60 μm ed un nucleo lipidico sottostante ben sviluppato.

Lo spessore della capsula fibrosa condiziona la tendenza alla rottura della placca aterosclerotica: quanto maggiore è lo spessore tanto minore è la possibilità di ulcerazione della placca.

Anche le dimensioni del "core" lipidico e la composizione dello stress sono elementi che condizionano la rottura della placca aterosclerotica. La rottura della capsula fibrosa si associa abitualmente ad una marcata infiltrazione locale di macrofagi e spesso linfociti T.

I macrofagi possono rilasciare delle proteasi in grado di degradare la matrice intracellulare: le metalloproteinasi, tra cui le collagenasi, le gelatinasi e la stromelisinasi.

Pertanto secondo una teoria che riceve consensi, le lesioni aterosclerotiche “vulnerabili”, o meglio le placche aterosclerotiche che possono andare incontro a processi di rottura con sovrapposizione trombotica, presentano una capsula fibrosa sottile con una componente lipidica sottostante ben rappresentata e segni di infiammazione.

La caratterizzazione tissutale con RM per immagini si basa sul diverso tempo di rilassamento longitudinale (T1), trasversale (T2) e di densità protonica (DP) dei singoli costituenti della placca.

Nelle immagini in Spin-echo T1 pesate i tessuti con T1 breve hanno un segnale iperintenso rispetto a quelli con T1 lungo.

Viceversa, i tessuti con T2 breve appaiono ipointensi rispetto a quelli con T2 lungo.

L'intensità di segnale in PD dipende dalla densità tissutale dei protoni per cui nelle immagini in DP i tessuti a maggiore ricchezza di protoni, ad es. i lipidi, hanno un segnale iperintenso, viceversa le calcificazioni possiedono una bassa concentrazione di protoni e quindi appaiono ipointense.

Le placche lipidiche hanno sia un breve T1 e breve T2, per cui sono iperintense nelle immagini T1 pesate e ipointense in quelle T2. Le placche fibrotiche hanno un segnale di intensità quasi simile nelle immagini T1 e T2 pesate.

L'intensità di segnale è inferiore rispetto alle placche lipidiche nelle immagini T1 pesate.

Le aree emorragiche hanno segnale variabile nel tempo in funzione dello stato metabolico desossiemoglobina>metaemoglobina>emosiderina.

Utilizzando sequenze T2 pesate, si distinguono in vivo il core lipidico, le aree di calcificazione, le aree di emorragia all'interno della placca e il tessuto normale costituito da media e avventizia in funzione del valore assoluto di T2.

Le pareti delle arterie coronarie possono essere evidenziate in vivo utilizzando la sequenza black blood (es. immagini in inversion recovery T2 pesate) che annulla il segnale del sangue.

Nella stessa sequenza, può essere utilizzata l'opzione di saturazione del segnale del grasso (“fat saturation”) che annullando il segnale proveniente dal tessuto adiposo, aumenta il contrasto tra parete coronarica e tessuti circostanti.

La limitazione intrinseca di tutte le sequenze black blood risiede nel fatto che anche la componente adiposa della placca viene cancellata e quindi placche ad alto contenuto di colesterolo o materiale affine può venire sottostimata dimensionalmente. In sintesi, le potenziali applicazioni della caratterizzazione tissutale con RM sono l'identificazione delle placche aterosclerotiche clinicamente silenti; l'identificazione di placche aterosclerotiche ad alto rischio di rottura; il monitoraggio degli effetti terapeutici sulla placca aterosclerotica.

Il significato funzionale di una stenosi coronarica è valutabile con RM mediante la sequenza phase contrast che rappresenta una mappa di velocità per cui l'intensità di segnale corrispondente ad ogni pixel all'interno del vaso è funzione lineare della velocità del flusso.

La RM consente di studiare in maniera non invasiva non solo la morfologia delle coronarie e la individuazione delle alterazioni aterosclerotiche ma anche di caratterizzare la compromissione funzionale del circolo coronario.

CONCLUSIONI

La RM rappresenta un nuovo metodo diagnostico non invasivo per la valutazione dell'estensione e gravità della coronaropatia.

Per la valutazione integrata di morfologia, caratterizzazione tissutale e funzionale della placca aterosclerotica e la non invasività, questa metodica è potenzialmente in grado di studiare in vivo l'aterosclerosi e i vari processi evolutivi della placca aterosclerotica, dalla progressione alla regressione, dalla stabilità alla rottura, al rimodellamento e degli effetti terapeutici

su questi ultimi. Negli anni futuri, certamente, si potranno utilizzare delle metodiche di “imaging” per definire le placche aterosclerotiche vulnerabili in maniera più appropriata.

Pertanto gli ulteriori sviluppi tecnologici sono necessari per una più accurata visualizzazione dei rami coronarici principali e secondari per considerare la coronarografia con Risonanza Magnetica una valida alternativa alla coronarografia tradizionale.

BIBLIOGRAFIA

SARDANELLI F. MOLINARI G. MANDRINO F. BALBI M. **Three-dimensional, navigator-echo MR coronary angiography in detecting stenoses of the major epicardial vessels, with conventional coronary angiography as the standard of reference** *Radiology* 2000;211(3);649-50.

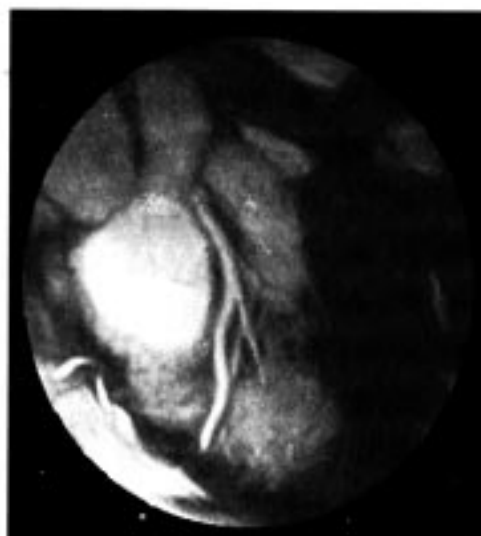
CORTI R. FAYAD ZA, FUSTER V. WORTHLEY SG. HELFT G. CHESEBRO J. MERCURI M. BADIMON JJ. **Effects of lipid-lowering by simvastatin on human atherosclerotic lesion by high-resolution, noninvasive magnetic resonance imaging.** *Circulation* 2001; 104;249-252.

BOTNAR RM, STUBER M. KISSINGER KV. KIM W Y, SPUNTRUP E. MANNING WJ. **Noninvasive coronary vessel wall and plaque imaging with magnetic imaging.** *Circulation* 2000; 102:2582-2587.

HUNDLEY WG. HILLIS LD. HAMILTON CA, APPELEGATE RJ, HERRINGTON DM, CLARKE GD, BRADEN GA, THOMAS MS, LANGE RA, PESHOCK RM, LINK KM. **Assessment of coronary arterial restenosis with phase-contrast magnetic resonance imaging measurements of coronary flow reserve.** *Circulation* 2000; 101:2375-2381.



Coronaria destra



Discendente anteriore

Figura 1- Coronaria destra e arteria discendente anteriore visualizzate con sequenza Spiral Spoiled Gradient Echo (SSGE).

Visualizzazione della parete coronarica

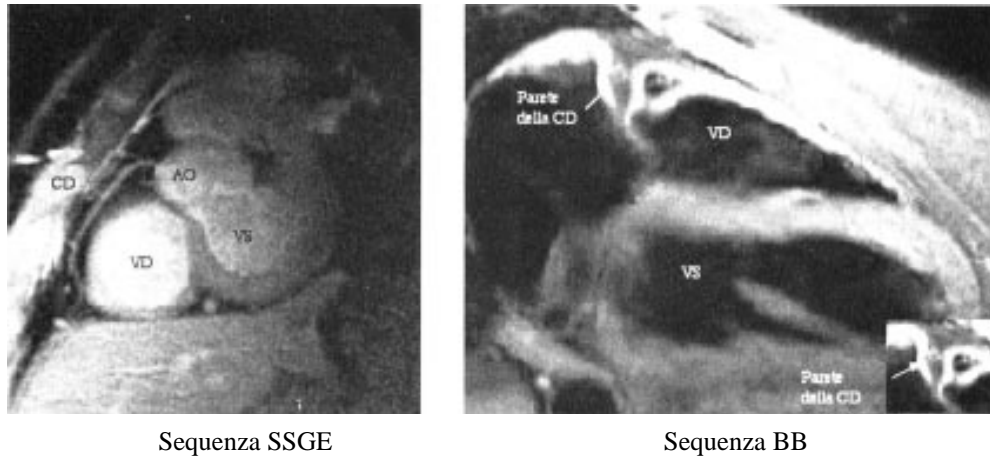


Figura 2 - Stenosi critica (90%) dell'arteria discendente anteriore prossimale (freccia). A sinistra, angiografia digitale, a destra angio-RM con sequenza Spiral Spoiled Gradient Echo (SSGE).

Stenosi critica della discendente anteriore prossimale

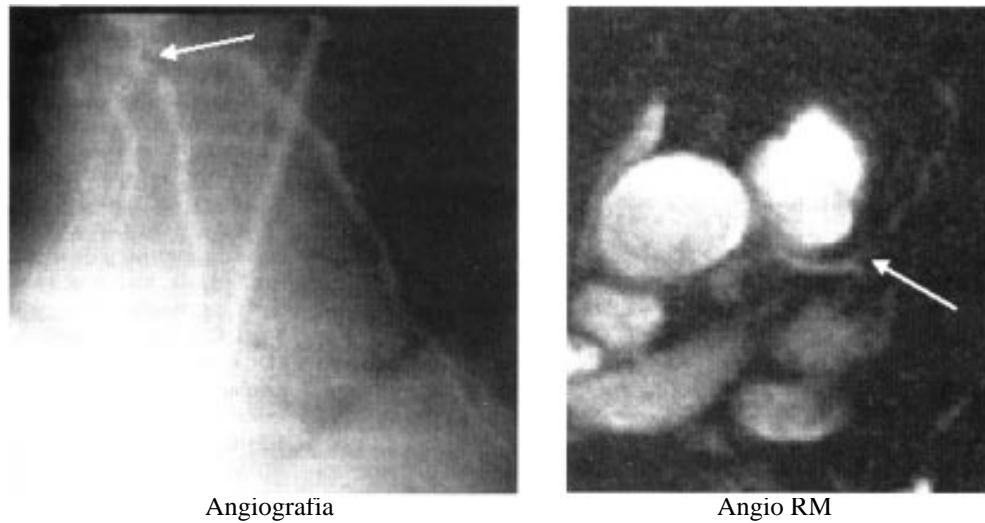


Figura 3 - Visualizzazione della parete della coronaria destra prossimale con sequenza Black Blood (BB) (a sinistra). A destra, angio - RM con sequenza Spiral Spoiled Gradient Echo (SSGE). CD= coronaria destra ; VD = ventricolo destro; AO = aorta; VS = ventricolo sinistro.

Valutazione della riserva coronarica

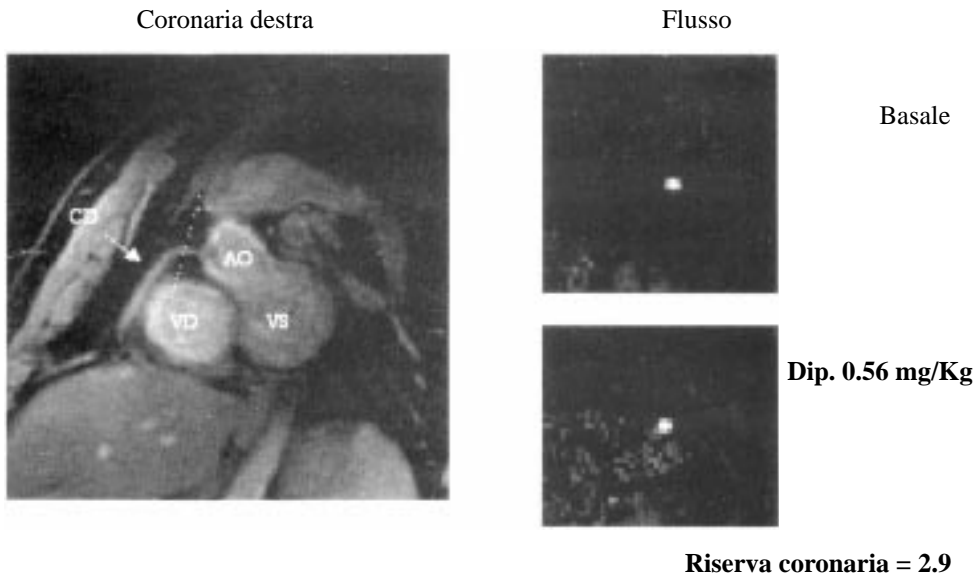


Figura 4 – Valutazione della riserva coronarica con sequenza phase contrast.