

3. *Indicazioni e controindicazioni alla risonanza magnetica cardiaca*

Indicazioni alla RM cardiaca

La risonanza magnetica (RM) cardiaca è una metodica diagnostica che sta divenendo sempre più diffusa per la capacità di rispondere a diversi quesiti clinici senza l'uso di radiazioni ionizzanti fornendo la possibilità di una caratterizzazione tissutale non invasiva maggiore di qualsiasi altra metodica (ad esempio, identificazione della fibrosi). La RM cardiaca è il gold standard per la valutazione della funzione ventricolare sinistra e destra, consente lo studio morfologico e funzionale del cuore e la miglior caratterizzazione tissutale possibile con una metodica di imaging non invasivo.¹⁻³

Secondo il registro multicentrico europeo EuroCMR,¹ che ha incluso più di 27.000 pazienti in 57 centri di 15 diverse nazioni europee, le tre indicazioni più comuni all'esame sono: la valutazione della cardiopatia ischemica (circa 34% dei casi), lo studio delle cardiomiopatie e miocarditi (circa 32% dei casi) e la valutazione della vitalità miocardica (circa 15% dei casi). In questo registro la RM cardiaca è stata in grado di fornire un'ottima qualità diagnostica delle immagini nella quasi totalità dei casi senza complicazioni rilevanti in oltre il 99% dei casi. Le uniche complicazioni (<0,1%) sono state riportate per la RM cardiaca da stress.

Nella pratica clinica le più comuni indicazioni della RM cardiaca sono rappresentate da:

1. sospetta miocardite;
2. studio delle cardiomiopatie e scompenso cardiaco;
3. valutazione di vitalità ed ischemia nella cardiopatia ischemica;
4. cardiopatie congenite;
5. malattie dell'aorta;
6. masse cardiache;
7. malattie del pericardio;
8. valvulopatie.

In base ad un recente documento di consenso italiano sulle applicazioni della RM cardiaca^{4,5} sono stati formulati dettagliati criteri di appropriatezza per specifiche indicazioni cliniche. In base al consenso degli esperti sono stati individuate possibili specifiche indicazioni per ciascun gruppo di patologie ed assegnati i seguenti punteggi: 1-3 (indicazione inappropriata), 4-6 (indicazione incerta), 7-9 (indicazione appropriata).

Le indicazioni e i punteggi attribuiti sono riassunti nelle Tabelle 3.1-3.10. Tali indicazioni sono in accordo con le linee-guida internazionali.^{6,7}

Riassumendo possiamo dire che per le malattie infiammatorie del cuore la RM cardiaca è appropriata quando si sospetti una miocardite emodinamicamente stabile o si sospetti una pericardite cronica, ricorrente o costrittiva. Viene dato come incerto l'uso nella sospetta pericardite acuta ma in realtà questo è uso assolutamente indicato nei casi con presentazioni atipiche in quanto l'infiammazione pericardica è evidenziabile con la RM cardiaca così come quella miocardica (miocardite) secondo le linee-guida ESC.

Nei pazienti con cardiomiopatie e scompenso cardiaco, la RM cardiaca consente un'adeguata valutazione della funzione e massa dei due ventricoli, la diagnosi differenziale tra eziologia ischemica e non ischemica, la ricerca delle cicatrici e la valutazione funzionale in candidati a terapia risincronizzante e defibrillatore impiantabile e studi di follow-up nei pazienti con cardiomiopatia (Tabella 3.2).

Tabella 3.1

Criteri di appropriatezza per le malattie infiammatorie del cuore

Indicazione	Punteggio	Classe indicazione secondo linee-guida ESC	Sequenze
Sospetta miocardite acuta emodinamicamente stabile	9	ND	Cine, T2 STIR, Early enhancement T1 FSE, LGE
Sospetta miocardite acuta non emodinamicamente stabile	2	ND	
Follow-up a 3-6 mesi dell'edema e LGE miocardico	6	ND	Cine, T2 STIR, LGE
Conferma e caratterizzazione del versamento pericardico	4	IlaC	Cine, T1 FSE, T2 STIR, LGE
Pericardite acuta	6	IC	Cine, T1 FSE, T2 STIR, LGE
Pericardite cronica e ricorrente	8	IC	Cine, T1 FSE, T2 STIR, LGE
Sospetta pericardite costrittiva	9	IC	Cine, T1 FSE, T2 STIR, LGE, Cine Real-time

ND: non determinata; FSE: fast spin-echo; STIR: short-tau inversion recovery; LGE: late gadolinium enhancement

Tabella 3.2

Criteri di appropriatezza per le cardiomiopatie e lo scompenso cardiaco

Indicazione	Punteggio	Classe indicazione secondo linee-guida ESC	Sequenze
Valutazione della massa, volumi e gettata sistolica di entrambi i ventricoli	9	IC	Cine
Monitoraggio della funzione durante la terapia	6	ND	Cine, T2 STIR, LGE
Diagnosi differenziale tra eziologia ischemica e non ischemica dello scompenso e della cardiomiopatia	9	ND	Cine, LGE
Valutazione di candidati a terapia risincronizzante, defibrillatore	7-8	IIb	Cine, LGE
Valutazione sospetta displasia aritmogena del ventricolo destro	7-8	IC	Cine, T1 FSE, T2 STIR, LGE
Valutazione di sospetta cardiomiopatia ipertrofica:	5-9	IC-IIa e IIb	
– valutazione della massa e spessori	8	IC	Cine
– valutazione ostruzione dinamica e follow-up dopo miectomia	5	ND	Cine
– valutazione fibrosi miocardica	9	IIaB, IIbC	LGE
– diagnosi differenziale	9	IIaC	LGE, T1 mapping
Sospetta emocromatosi	9	ND	T2*
Sospetto miocardio non compatto	7	ND	Cine
Sospetta sarcoidosi	7	ND	Cine, LGE

ND: non determinata; STIR: short-tau inversion recovery; LGE: late gadolinium enhancement; FSE: fast spin-echo. Punteggi: 1-3 (indicazione inappropriata); 4-6 (indicazione incerta); 7-9 (indicazione appropriata)

Nell'ambito della cardiopatia ischemica le principali indicazioni sono la valutazione di ischemia e la stratificazione prognostica (Tabella 3.3).

Nelle cardiopatie congenite la RM cardiaca consente una migliore valutazione anatomica e funzionale rispetto all'ecocardiografia, la possibilità di ottenere volumi e frazione d'eiezione del ventricolo destro, oltre che un'adeguata valutazione dei flussi e degli shunt (Tabella 3.4).

Nello studio delle masse e della cardiotoxicità la RM consente un miglior studio funzionale in presenza di una finestra acustica ecografica subottimale, un miglior studio e caratterizzazione delle masse. È bene precisare che nell'ambito dello studio delle masse la RM cardiaca è valida soprattutto per le sospette masse neoplastiche e la diagnosi differenziale con trombi mentre dà risultati inferiori

Tabella 3.3

Criteri di appropriatezza per la cardiopatia ischemica

Indicazione	Punteggio	Classe indicazione secondo linee-guida ESC	Sequenze
Imaging delle coronarie	4	ND	Whole Heart
Imaging dei bypass	4	ND	CEMRA
Diagnosi di ischemia reversibile	9	IA (stabile con probabilità intermedia di malattia)	RM cardiaca da stress con adenosina o dipiridamolo, cine, perfusione, LGE
Stratificazione prognostica	9	IB-IC (altri quadri: es. test non alternativi non eseguibili o interpretabili, sospetto in base ad anamnesi)	RM cardiaca da stress con adenosina o dipiridamolo, cine, perfusione, LGE

- ND: non determinata; FSE: fast spin echo; STIR: short-tau inversion recovery. LGE: late gadolinium enhancement

Tabella 3.4

Criteri di appropriatezza per le cardiopatie congenite

Indicazione	Punteggio	Classe indicazione secondo linee-guida ESC	Sequenze
Valutazione dell'anatomia cardiaca e dei vasi	8	ND	Cine, T1 FSE
Valutazione dei volumi e funzione del ventricolo sinistro	6-8	ND	Cine
Valutazione dei volumi e funzione del ventricolo sinistro	9	ND	Cine
Vitalità e fibrosi miocardica	9	ND	LGE
Valutazione dei flussi e insufficienze valvolari	7	ND	VEPC
Valutazione di shunt	9	ND	VEPC

ND: non determinata; FSE: fast spin-echo; LGE: late gadolinium enhancement; VEPC: velocity encoded phase contrast

all'ecocardiografia nello studio delle piccole masse mobili come vegetazioni o fibroelastomi papillari valvolari perché ha una risoluzione temporale inferiore all'ecocardiografia (Tabella 3.5).

Nello studio delle valvulopatie, la RM cardiaca è soprattutto utile per lo studio dell'anatomia valvolare aortica, nella quantificazione dell'insufficienza aortica e polmonare e nella precisa valutazione dei volumi e funzione biventricolare. È invece inferiore all'ecocardiografia nella valutazione della stenosi aortica e delle insufficienze delle valvole atrioventricolari (Tabella 3.6).

Tabella 3.5
Criteri di appropriatezza per tossicità cardiaca e masse

Indicazione	Punteggio	Classe indicazione secondo linee-guida ESC	Sequenze
Studio funzionale in presenza di una finestra acustica ecografica subottimale	9	ND	Cine
Screening e follow-up nei pazienti a rischio di cardi tossicità	5	ND	Cine
Valutazione dei tumori cardiaci e diagnosi differenziale delle masse inclusi trombi	9	ND	Cine, T1 FSE, T2 STIR, perfusione, LGE
Diagnosi differenziale tra natura benigna e maligna dei tumori	7	ND	Cine, T1 FSE, T2 STIR, perfusione, LGE
Caratterizzazione di piccole masse mobili (fibroelastomi papilliferi, vegetazioni)	2	ND	Cine, T1 FSE, T2 STIR, perfusione, LGE

ND: non determinata; STIR: short-tau inversion recovery; LGE: late gadolinium enhancement; FSE: fast spin-echo

Tabella 3.6
Criteri di appropriatezza per lo studio delle valvulopatie

Indicazione	Punteggio	Classe indicazione secondo linee-guida ESC	Sequenze
Valutazione anatomia valvolare aortica	8	IC	Cine
Quantificazione dell'insufficienza aortica e polmonare	9	IC	Cine, VEPC
Valutazione della stenosi aortica (area planimetrica) e della stenosi valvolare polmonare	8	ND	Cine, VEPC (polmonare)
Quantificazione dell'insufficienza valvolare mitralica (metodo indiretto)	7	ND	VEPC
Valutazione gradiente aortico	5		VEPC
Valutazione di tumori valvolari e sospette vegetazioni endocarditiche	3	ND	Cine

ND: non determinata; VEPC: velocity encoded phase contrast

Controindicazioni alla RM cardiaca

La principale controindicazione all'esame di RM cardiaca rimane la presenza di un dispositivo non compatibile con la RM.^{2, 8-10}

Possiamo distinguere nel dettaglio controindicazioni assolute e relative.

Rappresentano controindicazioni assolute (l'esame RM non deve essere mai eseguito):

- la presenza di un dispositivo sconosciuto potenzialmente attivo in un campo magnetico, un dispositivo ferromagnetico o una clip di aneurisma di materiale non documentato;
- la presenza di un frammento metallico in un occhio o vicino ad un tessuto nobile lesionabile (nervo o vaso), nel dubbio eseguire una radiografia e/o usare metal detector;
- qualunque dispositivo che è *MR unsafe* secondo la terminologia analizzata nel Capitolo 2.

Rappresentano controindicazioni relative invece, quelle condizioni nelle quali va attentamente valutato il rapporto rischio/benefici nell'esecuzione dell'esame e in cui pertanto, previo ottenimento di consenso informato, l'esame è eseguibile se i vantaggi derivanti dall'esecuzione dell'esame superano i rischi (Tabella 3.7).

La maggior parte degli stent impiantabili, le protesi valvolari, i punti di sutura sternale, i dispositivi di chiusura e filtri sono compatibili con l'esecuzione di una RM cardiaca a 1,5 T.

Allo stato attuale delle conoscenze non vi sono evidenze che l'uso clinico della RM sia risultato nocivo al feto in gravidanze nell'essere umano fino a 3 Tesla ed indipendentemente dal trimestre di gravidanza (<http://www.mrisafety.com/SafetyInfo.asp?SafetyInfoID=195>). Pertanto la gravidanza non rappresenta una controindicazione assoluta all'esame: le pazienti vanno avvisate e l'esame RM è

Tabella 3.7

Controindicazioni assolute e relative alla RM cardiaca

Controindicazioni assolute (l'esame non va MAI eseguito):

- la presenza di un dispositivo sconosciuto potenzialmente attivo in un campo magnetico, un dispositivo ferromagnetico o una clip di aneurisma non nota;
- la presenza di un frammento metallico in un occhio o vicino ad un tessuto nobile lesionabile (nervo o vaso);
- qualunque dispositivo MR unsafe.

Controindicazioni relative (esame eseguibile previo consenso informato se i benefici superano i potenziali rischi):

- dispositivi attivi non testati come MR conditional (es. la maggior parte dei pacemakers e defibrillatori impiantabili, pompe insuliniche, neurostimolatori);
- dispositivi rimuovibili (protesi acustiche, pompe che sono rimuovibili prima di entrare nello scanner);
- claustrofobia.

eseguita se non vi siano mezzi diagnostici alternativi o se i mezzi diagnostici alternativi prevedano l'uso di radiazioni ionizzanti.

Per quanto riguarda l'esecuzione della RM in pazienti che utilizzano la spirale come metodo anticoncenzionale (<http://www.mrisafety.com/SafetyInfo.asp?SafetyInfoID=181>), va ricordato che sono stati eseguiti studi che ne dimostrano la sicurezza per i dispositivi non metallici o di rame. Va ricordato alle pazienti di sottoporsi ad un controllo ginecologico per verificare il corretto posizionamento del dispositivo dopo l'esame RM.

PUNTI CHIAVE SU INDICAZIONI E CONTROINDICAZIONI ALLA RM CARDIACA

- La RM cardiaca è il gold standard per la valutazione della funzione ventricolare sinistra e destra, consente lo studio morfologico e funzionale del cuore e la miglior caratterizzazione tissutale possibile con una metodica di imaging non invasivo. L'acquisizione delle immagini in RMC richiede la sincronizzazione ECG e fasi di apnea respiratoria per prevenire artefatti da movimento delle strutture cardiache e toraciche.
- Nella pratica clinica le più comuni indicazioni della RM cardiaca sono rappresentate da: 1) sospetta miocardite; 2) studio delle cardiomiopatie e scompenso cardiaco; 3) valutazione di vitalità ed ischemia nella cardiopatia ischemica; 4) cardiopatie congenite; 5) malattie dell'aorta; 6) masse cardiache; 7) malattie del pericardio; 8) valvulopatie.
- La principale controindicazione all'esame di RM cardiaca rimane la presenza di un dispositivo non compatibile con la RM.
- Sono controindicazioni assolute (l'esame RM non deve essere mai eseguito): la presenza di un dispositivo sconosciuto potenzialmente attivo in un campo magnetico, un dispositivo ferromagnetico o una clip di aneurisma non nota, un frammento metallico in un occhio o vicino ad un tessuto nobile lesionabile (nervo o vaso), qualunque dispositivo che è *MR unsafe*.

BIBLIOGRAFIA

1. Bruder O, Wagner A, Lombardi M, et al. European Cardiovascular Magnetic Resonance (EuroCMR) registry--multi national results from 57 centers in 15 countries. *J Cardiovasc Magn Reson* 2013;15:9.
2. Schwitter J. *CMR Update 2012*. Juerg Schwitter, Lausanne, Switzerland.
3. Pennell DJ, Sechtem UP, Higgins CB, et al. Clinical indications for cardiovascular magnetic resonance (CMR): Consensus Panel report. *Eur Heart J* 2004;25:1940-65.
4. Aquaro GD, Di Bella G, Castelletti S, et al. Clinical recommendations of cardiac magnetic resonance, part I: ischemic and valvular heart disease: a position paper of the working group "Applicazioni della Risonanza Magnetica" of the Italian Society of Cardiology. *J Cardiovasc Med* 2017;18:197-208.
5. Aquaro GD, Di Bella G, Castelletti S, et al. Clinical recommendations of cardiac magnetic resonance, part II: inflammatory and congenital heart disease, cardiomyopathies and

- cardiac tumors: a position paper of the working group "Applicazioni della Risonanza Magnetica" of the Italian Society of Cardiology. *J Cardiovasc Med* 2017;18:209-22.
6. von Knobelsdorff-Brenkenhoff F, Pilz G, Schulz-Menger J. Representation of cardiovascular magnetic resonance in the AHA / ACC guidelines. *J Cardiovasc Magn Reson* 2017;19(1):70.
 7. Lee DC, Markl M, Dall'Armellina E, et al. The growth and evolution of cardiovascular magnetic resonance: a 20-year history of the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance (SCMR) annual scientific sessions. *J Cardiovasc Magn Reson* 2018;20(1):8.
 8. Sawyer-Glover A, Shellock FG. Pre-MRI procedure screening: recommendations and safety considerations for biomedical implants and devices. *J Magn Reson Imag* 2000;12:510.
 9. Dill T. Contraindications to magnetic resonance imaging: non-invasive imaging. *Heart* 2008;94(7):943-8.
 10. Plein S, Greenwood J, Ridgway J. Cardiovascular MR manual. Heidelberg: Springer International Publishing, 2015.