

Γιατί Μαγνητική Τομογραφία Καρδιάς; Why CMR?

ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ ΔΡΑΜΠΑΛΟΥ

Clinical Research Fellow in CMR,
Guy's and Saint Thomas Hospital / Kings College London

Λέξεις ευρετηρίου:

Μαγνητική τομογραφία καρδιάς, stress CMR, stress perfusion CMR

Επικοινωνία

Αλεξάνδρα Δράμπαλου

Καρδιολόγος, MD, MSc

Υπότροφος Ε.Κ.Ε 2025

Clinical Research Fellow in CMR, Guy's and Saint Thomas Hospital / Kings College London

email: sandradbl89@gmail.com

Η Μαγνητική Τομογραφία Καρδιάς (CMR) έχει εξελιχθεί σε ένα από τα πιο ισχυρά και ακριβή εργαλεία για την απεικόνιση της καρδιάς, επιτρέποντας τη λεπτομερή ανάλυση της ανατομίας, της λειτουργίας και των παθολογικών μεταβολών του μυοκαρδίου. Σε αντίθεση με άλλες απεικονιστικές μεθόδους, όπως η ακτινογραφία ή το υπερηχοκαρδιογράφημα, η CMR παρέχει μοναδική χωρική και χρονική ανάλυση, χωρίς τη χρήση ιονίζουσας ακτινοβολίας. Η εφαρμογή της στην καρδιολογία είναι εκτεταμένη και καλύπτει πληθώρα καρδιοπαθειών, όπως οι βαλβιδοπάθειες, η καρδιακή ανεπάρκεια, η μυοκαρδίτιδα, η αμυλοείδωση, η περικαρδίτιδα, οι συγγενείς καρδιοπαθείες και οι αρρυθμολογικές παθήσεις.

Η ακρίβεια της CMR στην αξιολόγηση αυτών των καταστάσεων την καθιστά απαραίτητο εργαλείο στη σύγχρονη καρδιολογία, με στόχο την καλύτερη διάγνωση και τη στοχευμένη θεραπευτική προσέγγιση.

Η Μαγνητική Τομογραφία Καρδιάς: Ένα παράθυρο στο μυοκάρδιο

1. Διάγνωση Βαλβιδοπαθειών. Όταν η ροή αποκαλύπτει την αλήθεια

Η CMR προσφέρει εξαιρετικά ακριβή μέτρηση του όγκου και του κλάσματος παλινδρόμησης, βοηθώντας στη διαστρωμάτωση της σοβαρότητας των βαλβιδοπαθειών - ιδιαίτερα της μιτροειδούς και της αορτικής βαλβίδας. Ταυτόχρονα, υπερτερεί σε περιπτώσεις ασθενών με προσθετικές βαλβίδες ή δύσκολη ακουστική πρόσβαση, όπου το υπερηχοκαρδιογράφημα έχει αρκετούς περιορισμούς.

2. Καρδιακή Ανεπάρκεια. Πλήρης ανάλυση λειτουργικότητας

Επιτρέπει τον ακριβή υπολογισμό του τελοδιαστολικού και τελοσυστολικού όγκου, του κλάσματος εξώθησης και της μυοκαρδιακής μάζας, προσφέροντας μια πλήρη αξιολόγηση της συστο-

λικής και διαστολικής λειτουργίας. Μέσω της τεχνικής late gadolinium enhancement (LGE), μπορεί να διαφοροποιήσει την ισχαιμική από την μη ισχαιμική αιτιολογίας καρδιακή ανεπάρκεια, να εντοπίσει περιοχές ίνωσης ή ουλής και να κατευθύνει τη θεραπευτική προσέγγιση.

3. Μυοκαρδίτιδα. Η σιωπηλή φλεγμονή

Αποτελεί τη μη επεμβατική μέθοδο εκλογής για τη διάγνωση της μυοκαρδίτιδας. Τα χαρακτηριστικά ευρήματα περιλαμβάνουν οίδημα μυοκαρδίου (T2-weighted imaging), υπεραιμία (early gadolinium enhancement) και καθυστερημένη πρόσληψη σκιαγραφικού (LGE) σε μη ισχαιμικές κατανομές. Τα παραπάνω ευρήματα παίζουν σημαντικό ρόλο στην διάγνωση με βάση τα Lake Louise κριτήρια (>80% ευαισθησία σε οξεία μυοκαρδίτιδα όταν εφαρμόζονται 2 από τα 3 κριτήρια).

4. Καρδιακή Αμυλοείδωση

Η CMR έχει καθοριστική σημασία στην αναγνώριση και διάγνωση της καρδιακής αμυλοείδωσης. Η χαρακτηριστική εικόνα περιλαμβάνει διάχυτη πάχυνση του τοιχώματος, παρατεταμένο T1 χρόνο και διάχυτο LGE, με μη φυσιολογική κατανομή του σκιαγραφικού στο μυοκάρδιο. Η τεχνική T1 mapping και το extracellular volume (ECV) επιτρέπουν την εκτίμηση της μυοκαρδιακής διήθησης.

5. Περικαρδίτιδα. Όταν το περικάρδιο γίνεται παθολογικό

Προσφέρει χρήσιμες πληροφορίες για την πάχυνση, τη φλεγμονή και τη λειτουργικότητα του περικαρδίου, ιδίως στην αξιολόγηση της συμπίεστικής περικαρδίτιδας. Η χρήση LGE αποκαλύπτει την παρουσία ενεργού φλεγμονής, γεγονός που μπορεί να καθορίσει την ανάγκη χρήσης κορτικοστεροειδών ή άλλων ανοσοκατασταλτικών φαρμάκων.

6. Συγγενείς καρδιοπάθειες. Ανατομική χαρτογράφηση χωρίς όρια

Στις συγγενείς καρδιοπάθειες, η CMR επιτρέπει την ακριβή χαρτογράφηση της ανατομίας και την ποσοτική εκτίμηση των ροών και των shunt, διευκολύνοντας την παρακολούθηση ασθενών πριν και μετά την επέμβαση. Ιδιαίτερα χρήσιμη είναι σε πολύπλοκες καρδιοπάθειες ή σε περιπτώσεις όπου η ηχοκαρδιογραφία παρουσιάζει περιορισμούς.

7. Αρρυθμιογόνα υποστρώματα

Η CMR μπορεί να εντοπίσει περιοχές ουλής ή ινώδους ιστού που σχετίζονται με κοιλιακές αρρυθμίες και να συμβάλει σημαντικά στην επεμβατική χαρτογράφηση / ablation. Σε ασθενείς με διατακτική καρδιομυοπάθεια ή υποψία αρρυθμιογόνου καρδιομυοπάθειας, η απεικόνιση με LGE και mapping τεχνικές συμβάλλει στη διαστρωμάτωση του κινδύνου εκδήλωσης αιφνίδιου καρδιακού θανάτου.

Μυοκαρδιοπάθειες και Μαγνητική Τομογραφία Καρδιάς

Η CMR αποτελεί ένα εξαιρετικά χρήσιμο εργαλείο για τη διάγνωση και την αντιμετώπιση των μυοκαρδιοπαθειών, προσφέροντας πολύτιμες πληροφορίες που δεν είναι πάντα διαθέσιμες με άλλες απεικονιστικές μεθόδους.

Ιδιαίτερα στην υπερτροφική μυοκαρδιοπάθεια, η CMR συμβάλλει στην κατανόηση της ανατομίας και της έκτασης της υπερτροφίας, καθώς και στη διάγνωση ειδικών μορφών, όπως η κορυφαία υπερτροφική μυοκαρδιοπάθεια. Μπορεί επίσης να βοηθήσει στη διαφορική διάγνωση υπερτροφιών της αριστερής κοιλίας που οφείλονται σε αρτηριακή υπέρταση, εναπόθεση αμυλοειδούς ή την λεγόμενη «αθλητική καρδιά».

Η μέθοδος επιτρέπει λεπτομερή μορφολογική και ογκομετρική απεικόνιση της αριστερής κοιλίας, καθώς και χαρακτηρισμό των ιστών μέσω της καθυστερημένης ενίσχυσης με γαδολίνιο, που αποτυπώνει περιοχές ίνωσης. Αυτή η δυνατότητα έχει αλλάξει την οπτική μας σχετικά με την παθοφυσιολογία της ίνωσης, τη συμμετοχή της στη βαρύτητα της νόσου και την επίδρασή της στην κλινική πορεία. Η συμπληρωματική χρήση της CMR αυξάνει τη διαγνωστική ακρίβεια και βελτιώνει τη θεραπευτική στρατηγική, με τελικό στόχο την καλύτερη πρόγνωση των ασθενών.

Stress CMR στην κλινική πράξη. Αξιολόγηση της αιμάτωσης του μυοκαρδίου με σύγχρονα δεδομένα

Η εκτίμηση της μυοκαρδιακής αιμάτωσης υπό stress αποτελεί πλέον έναν από τους βασικούς πυλώνες στην διάγνωση της στεφανιαίας νόσου. Η stress CMR επιτρέπει την απεικόνιση της αιματικής

ροής στο μυοκάρδιο κατά τη διάρκεια φαρμακολογικής πρόκλησης υπεραιμίας με τη χρήση παραμαγνητικής σκιαγραφικής ουσίας (γαδολίνιο).

Κατά τη διάρκεια της εξέτασης, η υπεραιμία προκαλείται συνήθως με τη χορήγηση αγγειοδιασταλτικών παραγόντων, όπως η αδενοσίνη ή η ρεγαδενοσόνη. Ακολουθεί δυναμική χορήγηση γαδολινίου και παρακολούθηση της πρώιμης φάσης πλήρωσης του μυοκαρδίου. Σε περιοχές που αρδεύονται από στεφανιαίες αρτηρίες με σημαντικού βαθμού στένωση, παρατηρείται μειωμένος ρυθμός πρόσληψης σκιαγραφικού, με αποτέλεσμα την εμφάνιση υπόπυκνης περιοχής σε σχέση με το φυσιολογικά αιματούμενο μυοκάρδιο. Αυτή η περιοχή απεικονίζεται ως έλλειμμα σκιαγράφησης (perfusion defect).

Διαγνωστική ερμηνεία

- Αναστρέψιμο έλλειμμα αιμάτωσης που εμφανίζεται κατά τη διάρκεια stress, χωρίς συνοδό όψιμη ενίσχυση (LGE) υποδηλώνει ισχαιμία.
- Μη αναστρέψιμο έλλειμμα αιμάτωσης που αντιστοιχεί σε περιοχή με όψιμη ενίσχυση είναι ενδεικτικό μυοκαρδιακής νέκρωσης ή ουλής.

Διαγνωστική ακρίβεια και πλεονεκτήματα

Το Stress CMR παρουσιάζει εξαιρετικά υψηλή ευαισθησία (90%) και καλή ειδικότητα (80%) για την ανάδειξη προκλητής ισχαιμίας και τη διάγνωση σημαντικής στεφανιαίας νόσου. Επιπλέον, προσφέρει:

- Υψηλή χωρική διακριτική ικανότητα, επιτρέποντας την αναγνώριση ενδοτοξωματικών και υποενδοκαρδιακών διαταραχών αιμάτωσης.
- Απουσία ακτινικής επιβάρυνσης, καθιστώντας την ασφαλή για τον ασθενή.
- Απεικόνιση μυοκαρδιακής βιωσιμότητας με τη χρήση όψιμης ενίσχυσης (LGE), προσφέροντας ολοκληρωμένη εκτίμηση.

Η δυνατότητα απεικόνισης του υποενδοκαρδίου, το οποίο είναι το πρώτο που προσβάλλεται σε ισχαιμία, και αποτελεί σαφές πλεονέκτημα έναντι του SPECT που έχει περιορισμένη ανάλυση.

Περιορισμοί

Παρά τα σημαντικά πλεονεκτήματα, το stress CMR παρουσιάζει ορισμένους περιορισμούς, όπως:

- Περιορισμένη διαθεσιμότητα εξειδικευμένων κέντρων με κατάλληλο εξοπλισμό και έμπειρο προσωπικό.
- Αντενδείξεις σε ασθενείς με εμφυτευμένους παλαιού τύπου βηματοδότες ή απινιδωτές (ειδί-

κές ρυθμίσεις στις συσκευές πριν την εξέταση και απαραίτητη παρουσία εξειδικευμένου προσωπικού).

- Δυσκολία εφαρμογής σε ασθενείς με κλειστοφοβία ή αδυναμία συνεργασίας.

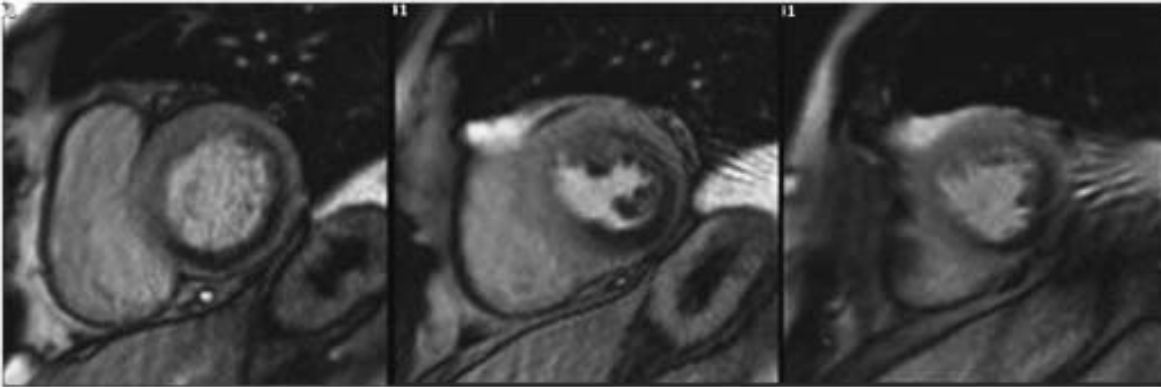
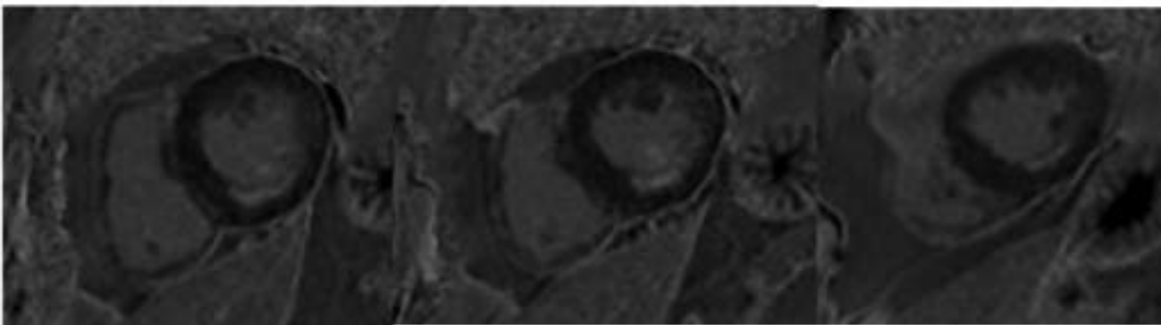
Το Stress Perfusion CMR αποτελεί ένα εξελιγμένο, μη επεμβατικό εργαλείο με υψηλή διαγνωστική ακρίβεια στην ανάδειξη ισχαιμίας του μυοκαρδίου. Συνδυάζει την αξιολόγηση της αιμάτωσης, της μυοκαρδιακής βιωσιμότητας και της λειτουργικότητας της αριστερής κοιλίας, χωρίς ακτινική επιβάρυνση. Η μελλοντική επέκταση της χρήσης του προϋποθέτει ευρύτερη διαθεσιμότητα και εκπαίδευση εξειδικευμένου προσωπικού, ώστε να ενσωματωθεί ακόμη πιο δυναμικά στην καθημερινή κλινική πράξη.

Από την ανατομία στην πρόγνωση

Η CMR έχει καθιερωθεί ως ένα εξαιρετικά αξιόπιστο εργαλείο για τη διάγνωση και την παρακολούθηση πολλών καρδιολογικών παθήσεων. Από την αξιολόγηση των βαλβιδοπαθειών και της καρδιακής ανεπάρκειας μέχρι τη διαγνωστική προσέγγιση της μυοκαρδίτιδας και της αμυλοείδωσης, η CMR προσφέρει προηγμένα χαρακτηριστικά απεικόνισης που δεν παρέχονται από άλλες απεικονιστικές τεχνικές. Η δυνατότητα αντίχνευσης λειτουργικών και ανατομικών μεταβολών του μυοκαρδίου, όπως η ίνωση ή η φλεγμονή, σε πραγματικό χρόνο είναι ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα της μεθόδου.

Η CMR συμβάλλει καθοριστικά στην εκτίμηση της σοβαρότητας των βαλβιδοπαθειών μέσω της ποσοτικοποίησης των όγκων ροής και της παλινδρόμησης, ενώ προσφέρει ακριβή δεδομένα για την καρδιακή λειτουργία και την υπερτροφία. Η χρήση τεχνικών LGE επιτρέπει την ακριβή χαρτογράφηση της ουλής, της ίνωσης ή της φλεγμονής, στοχεύοντας στην πρώιμη διάγνωση καταστάσεων, όπως η μυοκαρδίτιδα και η αμυλοείδωση. Παράλληλα, η CMR είναι ανεκτίμητη για την αξιολόγηση των συγγενών καρδιοπαθειών και την παρακολούθηση των ασθενών με καρδιομυοπάθεια και αρρυθμίες.

Η ενσωμάτωσή της στην καθημερινή κλινική πρακτική μπορεί να οδηγήσει σε πιο εξατομικευμένες και ακριβείς θεραπευτικές στρατηγικές, βελτιώνοντας την ποιότητα ζωής των ασθενών και μειώνοντας τη θνησιμότητα.

CMR perfusion images**LGE dark blood images****Εικόνα.**

Stress CMR σε ασθενή με γνωστή στεφανιαία νόσο (balloon angioplasty στην δεξιά στεφανιαία αρτηρία και από μετέπειτα στεφανιογραφία χρόνια ολική απόφραξη στην δεξιά στεφανιαία αρτηρία και μέτρια νόσο στον πρόσθιο κατιόντα κλάδο). Παρατηρείται μειωμένη πρόσληψη σκιαγραφικού και κατ' επέκταση εκτεταμένο ισχαιμικό φορτίο στις περιοχές που αιματώνονται από τη δεξιά και περισπωμένη στεφανιαία αρτηρία, καθώς και ήπια υπενδοκάρδια ισχαιμία στην περιοχή που αιματώνεται από το άπω τμήμα του πρόσθιου κατιόντα κλάδου. Η βιωσιμότητα του μυοκαρδίου είναι διατηρημένη σε όλη την έκταση της αριστερής κοιλίας με εξαίρεση μια μικρή υπενδοκάρδια ουλή στην περιοχή που αιματώνεται από τη δεξιά στεφανιαία αρτηρία (<25% διατοιχωματική επέκταση).

Βιβλιογραφία

1. Μαυρογενή ΣΙ, Χατζαντώνης Γ, Αγγέλη Κ, Τουσούλης Δ. Καρδιαγγειακή Μαγνητική Τομογραφία για τον Κλινικό Γιατρό. Αθήνα: Πασχαλίδης; 2023.
2. Ferrari V, editor. EACVI Textbook of Cardiovascular Magnetic Resonance. Oxford: Oxford University Press; 2018.

*Το κλινικό παράδειγμα είναι
από το προσωπικό αρχείο.*