

## Ειδικό Άρθρο

## Κλινική Εμπειρία από 1000 Συνεχόμενες Εξετάσεις Μαγνητικής Τομογραφίας Καρδιάς σε ένα Τριτοβάθμιο Ιατρικό Κέντρο Αναφοράς

ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΣΟΥΡΙΔΗΣ<sup>1,2</sup>, ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΣ ΘΕΟΦΙΛΟΓΙΑΝΝΑΚΟΣ<sup>3</sup>, ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΘΕΟΦΙΛΟΓΙΑΝΝΑΚΟΣ<sup>3</sup>, ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΑΝΩΓΙΑΝΝΑΚΗΣ<sup>3</sup>, ΦΩΤΙΟΣ ΤΣΕΡΤΟΣ<sup>1</sup>, ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΛΩΡΗΣ<sup>1</sup>, ΙΩΑΝΝΗΣ ΑΝΔΡΕΟΥ<sup>1</sup>, ΠΕΤΡΟΣ ΔΑΝΙΑΣ<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Κέντρο Έρευνας και Ανάπτυξης Μαγνητικής Τομογραφίας Καρδιάς, Διαγνωστικό και Θεραπευτικό Κέντρο Αθηνών "Υγεία", Μαρούσι Αττικής, <sup>2</sup>Ναυτικό Νοσοκομείο Αθηνών (ΒΗΣ), <sup>3</sup>Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης <sup>4</sup>Ιατρική Σχολή Πανεπιστημίου Tufts, Βοστώνη ΗΠΑ.

Λέξεις ευρετηρίου:  
**Μαγνητική τομογραφία καρδιάς και αγγείων, καρδιά, ΜΤΚ.**

Παρουσιάζουμε την εμπειρία μας από τα πρώτα 1000 κλινικά περιστατικά μαγνητικής τομογραφίας καρδιάς που διενεργήθηκαν στο κέντρο μας. Στον όγκο των περιστατικών περιλήφθησαν παιδιατρικοί και ενήλικοι ασθενείς, με μία επικράτηση των αρρένων (τα δύο τρίτα του αριθμού των ασθενών). Το φάσμα των ασθενειών ήταν πολύ ευρύ και περιλάμβανε μυοκαρδιοπάθειες, αθηροσκληρωτικές παθήσεις, αγγειακές νόσους, βαλβιδοπάθειες, νοσήματα του περικαρδίου, νεοπλασίες και συγγενείς καρδιοπάθειες. Η εμπειρία μας αναδεικνύει τα πεδία όπου η μαγνητική τομογραφία καρδιάς έχει καθιερωμένη πλέον αξία και προτείνει πεδία για μελλοντική ανάπτυξη της μεθόδου.

Ημερ. παραλαβής εργασίας:  
5 Μαρτίου 2007  
Ημερ. αποδοχής:  
20 Μαρτίου 2007

Διεύθυνση  
Επικοινωνίας:  
Πέτρος Γ. Δανιάς

Κέντρο Μαγνητικής Τομογραφίας Καρδιάς, Διαγνωστικό και Θεραπευτικό Κέντρο Αθηνών "Υγεία", Ερυθρού Στανρού 4, 15123 Μαρούσι Αττικής, Ελλάδα  
e-mail:  
[pdanias@hygeia.gr](mailto:pdanias@hygeia.gr),  
[peter.danias@tufts.edu](mailto:peter.danias@tufts.edu)

**Η** μαγνητική τομογραφία καρδιάς (ΜΤΚ) αναπτύσσεται με ταχείς ρυθμούς κατά την τελευταία δεκαετία και έχει πλέον καθιερωθεί ως ένα δόκιμο κλινικό διαγνωστικό εργαλείο για ποικίλες καρδιαγγειακές παθήσεις. Η ΜΤΚ είναι πλέον αναντίρροπη η μέθοδος αναφοράς για τη μέτρηση των όγκων της αριστεράς και της δεξιάς κοιλίας, του κλάσματος εξώθησης και της μάζας του μυοκαρδίου.<sup>1,2</sup> Η ΜΤΚ θεωρείται επίσης η καλύτερη μέθοδος για απεικόνιση της θέσης και έκτασης της μυοκαρδιακής ουλής και από πολλούς θεωρείται ως η μέθοδος αναφοράς για την εκτίμηση της βιωσιμότητας του μυοκαρδίου.<sup>3,4</sup> Οι συγγενείς καρδιοπάθειες είναι ακόμα μία ευρεία κατηγορία νοσημάτων, όπου η ΜΤΚ έχει μοναδικά πλεονεκτήματα και έχει εξελιχθεί σε ένα χρήσιμο εργαλείο για την αρχική διάγνωση, την απόφαση επεμβατικής θεραπείας και τη μετεγχειρητική παρακολούθηση.<sup>5-7</sup>

Το νοσοκομείο μας ίδρυσε ένα Κέντρο ΜΤΚ τον Ιούλιο του 2002. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων 4,5 ετών, συμπληρώσαμε άνω των 1200 εξετάσεων, οι οποίες και διενεργήθηκαν για συγκεκριμένες κλινικές ενδείξεις. Παραθέτουμε εδώ την εμπειρία μας από τα πρώτα 1000 κλινικά περιστατικά που ελέγχθησαν κατά τη διάρκεια των πρώτων 4 ετών λειτουργίας του κέντρου μας, με σκοπό να αναδείξουμε τα πεδία όπου η ΜΤΚ έχει καθιερωμένη αξία και κοινή αποδοχή, καθώς και για να προτείνουμε πεδία στα οποία ενδέχεται να είναι δυνατή μεγαλύτερη εφαρμογή και ανάπτυξη της μεθόδου.

### Μέθοδοι

Όλες οι εξετάσεις στο κέντρο μας πραγματοποιήθηκαν σε έναν υπεραγωγίμο 1,5T κλινικό μαγνητικό τομογράφο (Intera, Philips Medical Systems, Best, The Netherlands), με καρδιολογικό λογισμικό (v.9.0.3)

και ένα πηνίο λήψης 5–στοιχείων. Η ανάλυση των εξετάσεων MTK διεξήχθη σε ένα εξειδικευμένο σύστημα επεξεργασίας δεδομένων (Easyvision 5, Philips Medical Systems για την περίοδο 07/2002 – 10/2005 και Viewforum, Philips Medical Systems για την περίοδο 11/2005 και εξής).

Όλοι οι ασθενείς οι οποίοι εισήλθαν στο μαγνητικό τομογράφο για μία εξέταση MTK, ελέγχθηκαν για την παρουσία αντενδείξεων συμπεριλαμβανομένων των μονίμων βηματοδοτών, εμφυτεύσιμων απινιδωτών, οφθαλμικών ή κοχλιακών εμφυτευμάτων, εγκεφαλικών κλίπς, εμφυτεύσιμων αντλιών κτλ., από τον τεχνολόγο που διενεργούσε την εξέταση ή από τον υπεύθυνο ιατρό. Όποτε υπήρξαν ενδοιασμοί περί της ασφάλειας (βλήμα, ενδομήτριες ή άλλες ασυνήθεις εμφυτεύσιμες συσκευές, κτλ.), εκλήθησαν ο παραπέμπων ή ο υπεύθυνος ιατρός για τη συσκευή, για επιπλέον διευκρινίσεις όσον αφορά το εμφύτευμα και υπήρξε περαιτέρω έλεγχος με ακτινογραφική απεικόνιση, όπου ήταν απαραίτητο.

Τα δημογραφικά και τα κλινικά δεδομένα συνελέγησαν άμεσα από τους ασθενείς και εισήχθησαν στη βάση δεδομένων, η οποία και δημιουργήθηκε με τη χρήση λογισμικού Microsoft Access 2003® (Microsoft Corporation, Seattle, WA). Οι πληροφορίες που κατεγράφησαν, περιέλαβαν προσωπικά στοιχεία ταυτότητας (ονοματεπώνυμο, αριθμό αστυνομικής ταυτότητας, αριθμό τηλεφώνου), ύψος, βάρος, τον παραπέμποντα ιατρό, την παρουσία στεφανιαίας νόσου και προηγούμενων εμφραγμάτων του μυοκαρδίου, την παρουσία παραγόντων κινδύνου για στεφανιαία νόσο, συμπεριλαμβανομένων του οικογενειακού ιστορικού στεφανιαίας νόσου [ναι/όχι], του καπνίσματος [ναι/όχι (ποτέ/πρώην καπνιστής {αποχή από το κάπνισμα <5 ετών / αποχή από το κάπνισμα ≥5 ετών})], της υπερχοληστερολαιμίας, [ναι/όχι], του σακχαρώδους διαβήτη [όχι/ναι (τύπος I/τύπος II)] και της παρουσίας προκαρδίου άλγους ή δύσπνοιας [όχι/ναι (σε ηρεμία ή με ήπια, μέση ή έντονη δραστηριότητα)]. Οι γυναίκες επίσης ερωτήθηκαν αν είχαν έμμηνο ρύση ή όχι. Ο δείκτης μάζας σώματος, καθώς και η επιφάνεια σώματος υπολογίστηκαν αυτόματα από το ύψος και το βάρος των ασθενών.<sup>8</sup> Η αξιοπιστία των στοιχείων που κατεγράφησαν από τους ασθενείς, δεν επαληθεύτηκαν με το αρχείο του νοσοκομείου και δεν επιβεβαιώθηκαν από τους παραπέμποντες ιατρούς.

Η βάση δεδομένων περιέλαβε επίσης πεδία που αφορούσαν τον προσανατολισμό της καρδιακής απεικόνισης που έλαβε χώρα (ανατομία, λειτουργικότητα κοιλιών, μελέτη βαλβίδων, αγγειογραφία με σκιαγρα-

φικό, βιωσιμότητα, στεφανιογραφία). Από το πόρισμα κάθε εξέτασης MTK εισήχθησαν τα αριθμητικά δεδομένα αναφορικά με τις μετρήσεις όγκου και μάζας της αριστεράς και δεξιάς κοιλίας, καθώς και οι τιμές που προκύπτουν από αναγωγή προς την επιφάνεια σώματος κάθε ασθενούς. Το κλάσμα εξώθησης της αριστεράς και της δεξιάς κοιλίας υπολογίστηκαν αυτόματα, με τη χρήση του τύπου: κλάσμα εξώθησης = (τελοδιαστολικός όγκος) – (τελοσυστολικός όγκος) / (τελοδιαστολικός όγκος) \* 100%. Όπου ολοκληρώθηκαν μετρήσεις ροών, το κλάσμα παλινδρόμησης σε ανεπάρκεια της πνευμονικής και της αορτικής βαλβίδος καθώς και το υπολογισθέν κλάσμα παλινδρόμησης σε ανεπάρκεια της μιτροειδούς και της τριγλώχινος βαλβίδος, εισήχθησαν στη βάση δεδομένων από το πόρισμα της εξέτασης MTK.

Όλες οι εξετάσεις διενεργήθηκαν από έναν εκ των δύο τεχνολόγων (ΦΤ, ΑΛ) και/ή τον υπεύθυνο ιατρό (ΠΔ). Όλες οι γνωματεύσεις έγιναν από έναν έμπειρο καρδιολόγο (ΠΔ). Για όλους τους παιδιατρικούς ασθενείς <8 ετών προηγήθηκε ενδοφλέβια καταστολή, με μιδαζολάμη και προποφόλη από έμπειρο αναισθησιολόγο και με διατήρηση της αυτόνομης αναπνευστικής λειτουργίας του ασθενούς. Στους ασθενείς οι οποίοι δήλωσαν κλειστοφοβικό την ώρα του προγραμματισμού της εξέτασης MTK, συνεστήθη η λήψη εφ'άπαξ δόσης από του στόματος διαζεπάμης, αμέσως πριν την εξέταση.

### Στατιστική ανάλυση

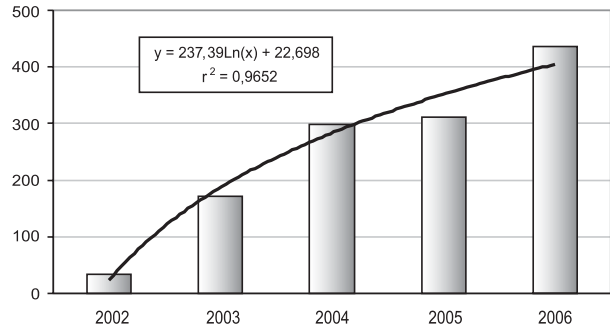
Τα δεδομένα για κάθε παράμετρο, η οποία και καταχωρήθηκε στη βάση δεδομένων, εκτέθησαν σε πρόγραμμα Microsoft Excel 2003® (Microsoft Corporation, Seattle, WA), χρησιμοποιώντας απλές ερωτήσεις (queries). Τα περιγραφικά στατιστικά, περιλαμβάνουν μέσες τιμές ± μία σταθερή απόκλιση (SD), εύρος διακύμανσης και ποσοστό (%), ως οφείλει. Οι συγκρίσεις μεταξύ των ομάδων διεξήχθησαν με τη χρήση του t – κριτηρίου, με το όριο στατιστικής σημαντικότητας στο  $p < 0,05$ .

### Αποτελέσματα

Οι πρώτες 1000 εξετάσεις MTK που διενεργήθηκαν στο κέντρο μας περιελάμβαναν 666 άνδρες (66,6%) και 334 γυναίκες (33,4%). Η μέση ηλικία ήταν  $42 \pm 22$  έτη, με ένα εύρος 0–85 ετών. Τα λεπτομερή δημογραφικά στοιχεία της κοορτής των ασθενών, παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Ο αριθμός των περιπτώσεων ανά έτος, φαίνεται στην Εικόνα 1. Κατά την ανάλυση του

αριθμού των κλινικών περιστατικών στα οποία διενεργήθη ΜΤΚ κατά τα έτη 2002–2006, η λογαριθμική γραμμή παρείχε τη βέλτιστη προσέγγιση ( $R^2=0,97$ ), αν και ένα γραμμικό μοντέλο παρείχε επίσης εξαιρετική εφαρμογή ( $R^2=0,95$ ).

Οι μελέτες διεξήχθησαν για διερεύνηση μυοκαρδιοπαθειών (γνωστές ή πιθανολογούμενες μη ισχαιμικού τύπου, υπερτροφικές, περιοριστικές ή διηθητικές μυοκαρδιοπάθειες) (N=226), συγγενών καρδιοπαθειών (N=240), ισχαιμικού τύπου καρδιοπαθειών (N=167), βαλβιδοπαθειών (N=104), νοσημάτων της αορτής (N=71), καρδιακών ή αγγειακών μαζών (N=50), νοσημάτων του περικαρδίου (N=21), στεφανιογραφιών (N=17) και άλλων ενδείξεων (N=9). Όλοι οι ασθενείς είχαν μία αδρή ανατομική απεικόνιση των δομών του θώρακα. Η εξέταση περιελάβε λεπτομερή ανατομική απεικόνιση της καρδιάς και/ή των μεγάλων αρτηριών σε 753 (75%), λειτουργική απεικόνιση της αριστερής και της δεξιάς κοιλίας σε 989 (99%), απεικόνιση όπισθης επίτασης του σήματος για διερεύνηση βιωσιμότητας σε 410 (41%), αγγειογραφία των μεγάλων αγγείων με χορήγηση σκιαγραφικού μέσου αντίθεσης σε 422 (42%) και υψηλής ανάλυσης απεικόνιση με ακολουθία η οποία χρησιμοποιείται για στεφανιογραφία σε 390 (39%) ασθενείς. Στην μεγάλη πλειοψηφία των ασθενών οι οποίοι προχώρησαν σε απεικόνιση με την υψηλής ανάλυσης με στεφανιοαία ακολουθία ΜΤΚ, ο πρώτος λόγος για τη χρήση της ακολουθίας αυτής δεν ήταν η εκτίμηση της ακεραιότητας των στεφανιοαίων αρτηριών, αλλά περισσότερο η διερεύνηση της ανατομίας της καρδιάς ή των μεγάλων αγγείων με μία υψηλής ανάλυσης και με ελεύθερη αναπνοή τεχνική λευκού αίματος. Σχεδόν σε όλους τους ασθενείς (95%), έγινε ποσοτικοποίηση της λειτουργίας της αριστερής κοιλίας με cine



**Εικόνα 1.** Αριθμός των κλινικών περιστατικών ΜΤΚ από το 2002 (δεύτερο ήμισυ) έως το 2006. Η καμπύλη καλύτερης εφαρμογής είναι η λογαριθμική (η εξίσωση και το R2 φαίνονται στο γράφημα).

απεικόνιση. Ποσοτική ανάλυση της δεξιάς κοιλίας, διενεργήθηκε στο 23% του αριθμού των ασθενών. Γενικά, η ποσοτική ανάλυση της δεξιάς κοιλίας διενεργήθηκε όπου ήταν γνωστή ή ύποπτη παθολογία εκ της δεξιάς κοιλίας, πράγμα που εξηγεί το γεγονός ότι τα παθολογικά ευρήματα όσον αφορά τη δεξιά κοιλία ήταν αναλογικά περισσότερα απ'ότι αυτά της αριστερής. Ο Πίνακας 2 συνοψίζει τις μετρήσεις της αριστερής και της δεξιάς κοιλίας για την ακολουθία των ασθενών της μελέτης.

Μη καρδιακά ευρήματα υπήρξαν στο 10% περίπου των εξετάσεων. Η επίπτωση των μη καρδιακών ευρημάτων, αναλόγως και το όργανο / σύστημα το οποίο εμπλέκεται, παρουσιάζεται στην Εικόνα 2. Σε πολλούς ασθενείς, τα μη καρδιακά ευρήματα σχετιζόνταν με την αρχική καρδιακή διάγνωση (π.χ. πλευριτική συλλογή σε ασθενή με συμφορητική καρδιακή ανεπάρκεια), ενώ σε αρκετές περιπτώσεις το εύρημα ήταν εντελώς τυχαίο (π.χ. ηπατικές κύστες ή αιμαγγειώματα).

Η ύπαρξη επιπλοκών κατά τη διάρκεια της ΜΤΚ απεικόνισης ήταν εξαιρετικά σπάνια (0,1%) στις πρώτες 1000 περιπτώσεις μας. Το πιο σοβαρό συμβάν έλαβε χώρα σε έναν παιδιατρικό ασθενή, στον οποίο παρατηρήθηκαν σπασμοί μετά την έγχυση σκιαγραφικού για τη διερεύνηση μίας μεγάλης καρδιακής μάζας. Έως 90% των παιδιών με καρδιακά ραβδομώματα – τον πιο συχνό καρδιακό όγκο στα παιδιά – έχουν οξώδη σκλήρυνση, η οποία και συχνά εμφανίζεται με σπασμούς.<sup>9</sup> Συνεπώς η εμφάνιση σπασμών στον ασθενή αυτόν μπορεί και να μη σχετιζόταν με την εξέταση ΜΤΚ αυτήν καθ'εαυτήν. Ούτως ή άλλως, ο ασθενής σταθεροποιήθηκε γρήγορα και δεν είχε περαιτέρω συμβάματα. Ένας άλ-

**Πίνακας 1.** Δημογραφικά χαρακτηριστικά της κοορτής των 1000 πρώτων ασθενών που υπεβλήθησαν σε ΜΤΚ στο κέντρο μας.

Δημογραφικά χαρακτηριστικά	Αριθμός (%) ή ± SD
Ανδρες	666 (67)
Γυναίκες	334 (33)
Ηλικία (έτη)	42 ± 22
Παιδιατρικοί ασθενείς (0 – 14 ετών)	128 (13)
Έφηβοι ή ενήλικοι ασθενείς (≥ 14 ετών)	872 (87)
Παιδιατρικοί ασθενείς (≤ 8 ετών)	67 (7)
Ύψος (m)	1,66 ± 0,20
Βάρος (kg)	71 ± 23
Δείκτης μάζας σώματος (BMI, kg/m <sup>2</sup> )	25 ± 8
Επιφάνεια σώματος (m <sup>2</sup> )	1,78 ± 0,38

**Πίνακας 2.** Ποσοτικοποίηση των παραμέτρων της αριστερής και της δεξιάς κοιλίας στην κοορτή των ασθενών της μελέτης.

**Λειτουργικές παράμετροι της αριστεράς κοιλίας (N = 962 ασθενείς)**

Τελοδιαστολικός όγκος (ml)	167 ± 81
Δείκτης τελοδιαστολικού όγκου (ml/m <sup>2</sup> )	92 ± 39
Τελοσυστολικός όγκος (ml)	76 ± 71
Δείκτης τελοσυστολικού όγκου (ml/m <sup>2</sup> )	41 ± 37
Κλάσμα εξώθησης (%)	60 ± 16
Μυοκαρδιακή μάζα (g)	120 ± 50
Δείκτης μυοκαρδιακής μάζας (g/m <sup>2</sup> )	67 ± 24

**Λειτουργικές παράμετροι της δεξιάς κοιλίας (N = 228 ασθενείς)**

Τελοδιαστολικός όγκος (ml)	175 ± 88
Δείκτης τελοδιαστολικού όγκου (ml/m <sup>2</sup> )	106 ± 44
Τελοσυστολικός όγκος (ml)	80 ± 51
Δείκτης τελοσυστολικού όγκου (ml/m <sup>2</sup> )	48 ± 28
Κλάσμα εξώθησης (%)	56 ± 11
Μυοκαρδιακή μάζα (g)	57 ± 29
Δείκτης μυοκαρδιακής μάζας (g/m <sup>2</sup> )	35 ± 14



**Εικόνα 2.** Μη καρδιολογικά ευρήματα που διαπιστώθηκαν στις 1000 εξετάσεις ΜΤΚ.

λος ασθενής παραπονέθηκε για αίσθημα καύσους στο μέρος μίας πρόθεσης από τιτάνιο στη σπονδυλική στήλη, γεγονός που οδήγησε σε πρόωμη διακοπή της εξέτασης. Τέλος, μία ακόμα εξέταση τερματίστηκε πρόωρα λόγω σοβαρού βαθμού κλειστοφοβίας.

Σε 48 εξετάσεις (~5%) η ποιότητα της εικόνα ήταν υποβέλπιστη, ωστόσο οι περισσότερες από τις

εξετάσεις αυτές ήταν επαρκείς για κλινική εκτίμηση. Η κολπική μαρμαρυγή με ευρεία διακύμανση της καρδιακής συχνότητας και οι συχνές υπερκοιλιακές και κοιλιακές συστολές, ήταν με μεγάλη διαφορά οι συχνότερες αιτίες υποβέλπιστης εξέτασης. Η αρρυθμία είναι γνωστό ότι δυσχεραίνει ιδιαίτερα τη λήψη εικόνων που συγχρονίζονται με το ηλεκτροκαρδιογραφικό σήμα. Υπήρξαν επίσης πολύ

λίγοι ασθενείς (N=3), χωρίς διαγνωστικές εξετάσεις λόγω σοβαρού επηρεασμού της ποιότητας της εικόνας από τεχνήματα λόγω θωρακικών ενδοπροθέσεων/εμφυτευμάτων.

## Συζήτηση

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών η ΜΤΚ έχει εξελιχθεί σε ένα πολύτιμο διαγνωστικό εργαλείο στην καρδιολογία. Το φάσμα των νοσημάτων στα οποία η ΜΤΚ μπορεί να προσφέρει πρόσθετες πληροφορίες, πάνω και πέρα από τις συμβατικές διαγνωστικές μεθόδους, είναι πολύ ευρύ και εκτείνεται στις συγγενείς καρδιοπάθειες, βαλβιδοπάθειες, ισχαιμικές καρδιοπάθειες και μυοκαρδιοπάθειες. Το 2004 δημοσιεύθηκε ταυτόχρονα στο *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance*<sup>10</sup> και στο *European Heart Journal*<sup>11</sup> μία αναφορά ομάδας ειδικών σχετικά με την κλινική χρησιμότητα και τις ενδείξεις της ΜΤΚ, ακολουθούμενη σε μικρό χρονικό διάστημα από μία κατηγοριοποίηση των κριτηρίων για ΜΤΚ από το American College of Cardiology Foundation Quality Strategic Directions Committee Appropriateness Criteria Working Group το 2006.<sup>12</sup> Η δική μας πρακτική όσον αφορά τις ενδείξεις ΜΤΚ υπήρξε σύμφωνη με τα ανωτέρω προσφάτως δημοσιευθέντα κριτήρια χρησιμότητας.

Συγκριτικά με τις άλλες μη επεμβατικές απεικονιστικές μεθόδους η ΜΤΚ έχει πολλαπλά πλεονεκτήματα. Κατ'αρχάς είναι πλήρως μη επεμβατική, δεν εμπλέκεται με έκθεση σε ιονίζουσα ακτινοβολία και το σκιαγραφικό μέσο αντίθεσης το οποίο χρησιμοποιείται (όπου είναι απαραίτητο) είναι γενικά μη νεφροτοξικό. Η μη επεμβατική φύση της εξέτασης την κάνει ιδιαίτερος ελκυστική για παιδιατρικούς ή ενηλίκους ασθενείς και ιδιαίτερος για εκείνους στους οποίους υπάρχει ανάγκη για επαναλαμβανόμενες εξετάσεις με την πάροδο των ετών. Οι ασθενείς με συγγενείς καρδιοπάθειες είναι οι κύριοι εκπρόσωποι της ομάδος αυτής, αλλά και νέοι ασθενείς με μυοκαρδίτιδα και μυοκαρδιοπάθεια για τους οποίους η συχνή παρακολούθηση ενδείκνυται για την εκτίμηση της πρόγνωσης και την καθοδήγηση της θεραπείας. Η ΜΤΚ επίσης προσφέρει εξαιρετική διακριτική ικανότητα (χωρική, αντίθεσης και χρονική), με την οποία και μπορεί να διακρίνει λεπτές δομές ή ιστούς με πολύ μικρή διαφορά αντίθεσης μεταξύ τους. Για μελέτες της καρδιακής λειτουργικότητας η ΜΤΚ έχει δείξει ότι παρέχει ιδιαίτερα ακριβείς μετρήσεις των όγκων της αριστερής και της δεξιάς κοιλίας, του κλάσματος εξώθησης και

της μυοκαρδιακής μάζας και η ΜΤΚ θεωρείται πλέον ως η μέθοδος αναφοράς για την εκτίμηση αυτών των μεγεθών. Άλλοι<sup>13-15</sup> και εμείς<sup>16</sup> έχουν καταδείξει μία ιδιαίτερος υψηλή επαναληψιμότητα των μετρήσεων, γεγονός που κάνει αυτήν την τεχνική να είναι κατάλληλη για συνεχόμενες μετρήσεις προ και μετά την εφαρμογή εξειδικευμένων θεραπειών.

Η ΜΤΚ δεν είναι ελεύθερη περιορισμών. Οι ασθενείς με κλειστοφοβία δεν είναι καλοί υποψήφιοι για εξέταση ΜΤΚ. Δεν έχουμε καταγεγραμμένα δεδομένα για το πόσες μελέτες δεν εκτελέστηκαν λόγω σοβαρής κλειστοφοβίας και είτε ακυρώθηκαν είτε επαναπρογραμματίστηκαν για να εκτελεστούν υπό ενδοφλέβια καταστολή. Πιστεύουμε ωστόσο ότι σε καλά πληροφορημένους ασθενείς, ο αριθμός αυτών που δεν μπορούν να ολοκληρώσουν μία εξέταση ΜΤΚ είναι μικρότερος από 2%. Τα δεδομένα στη βιβλιογραφία αναφέρουν ότι ο αριθμός αυτός μπορεί να είναι μέχρι της τάξεως του 5%,<sup>17,18</sup> αλλά το κατάλληλο περιβάλλον, η λεπτομερής περιγραφή της εξέτασης και ενημέρωση του ασθενούς, η ακρόαση μουσικής με ακουστικά και η άνετη θέση του σώματος είναι πολύ βοηθητικά στο να διατηρούν τον ασθενή ήρεμο κατά τη διάρκεια της εξέτασης και στο να επιτρέψουν μία διαγνωστική μελέτη.

Οι ασθενείς με βηματοδότες και απινιδωτές δεν είναι υποψήφιοι για ΜΤΚ. Έχουν αναφερθεί ακόμα και θάνατοι σε ασθενείς οι οποίοι είχαν ηλεκτρόδια βηματοδοτών ή απινιδωτών και οι οποίοι χωρίς έλεγχο υπεβλήθησαν σε εξέταση MRI.<sup>19</sup> Πρόσφατα δεδομένα αναφέρουν ότι για επιλεγμένους ασθενείς με βηματοδότη ίσως είναι ασφαλής η διενέργεια εξέτασης MRI,<sup>20</sup> αλλά οργανισμοί και ρυθμιστικά σώματα<sup>21</sup> καθώς και εμείς είμαστε αρκετά συντηρητικοί σε αυτό και ακόμα θεωρούμε την παρουσία βηματοδότη, απινιδωτή ή μόνιμα εμφυτευμένων ηλεκτροδίων ως απόλυτες αντενδείξεις για ΜΤΚ.

Μεταξύ των πρώτων 1000 εξετάσεων ελάχιστος ήταν ο αριθμός των ΜΤΚ στεφανιογραφιών τις οποίες εκτελέσαμε για την εκτίμηση στεφανιαίων στενώσεων. Ο ρόλος της ΜΤΚ στεφανιογραφίας είναι μάλλον περιορισμένος και αφορά περισσότερο στην απεικόνιση της έκφυσης των στεφανιαίων αρτηριών. Η ομάδα μας πρόσφατα εξέτασε την ευαισθησία της εξέτασης ΜΤΚ για τη διάγνωση σημαντικής στεφανιαίας νόσου και βρήκαμε καλή ευαισθησία με ενδιάμεση ειδικότητα.<sup>22</sup> Για τους περισσότερους ασθενείς με υποψία στεφανιαίας αθηρωσκλήρυνσης η ΜΤΚ δεν ενδείκνυται, καθώς η θετική εξέταση δεν οδηγεί στην αποφυγή περαιτέρω

εξετάσεων, ενώ μία αρνητική εξέταση ανταποκρίνεται μόνο στα τμήματα των στεφανιαίων αρτηριών που απεικονίζονται ευκρινώς.

Οι εφαρμογές της ΜΤΚ οι οποίες προσφάτως έχουν τύχει αποδοχής και φαίνεται να είναι πολλά υποσχόμενες για τη διερεύνηση υποψίας στεφανιαίας νόσου, περιλαμβάνουν τη δυναμική δοκιμασία με ινóτροπη διέγερση (ΜΤΚ δοβουταμίνης) και με αγγειοδιαστολή (ΜΤΚ αιμάτωσης με αδενοσίνη). Αυτές οι εφαρμογές δεν εκτελούνται επί του παρόντος στην Ελλάδα. Οι λόγοι είναι περισσότερο πρακτικοί. Η ΜΤΚ δοβουταμίνης επί παραδείγματι, έχει έναν μικρό κίνδυνο επιπλοκών (αρρυθμία, ισχαιμία του μυοκαρδίου ή έμφραγμα, νατία / έμετοι), απαιτεί τη συνεχή παρουσία καρδιολόγου και εκπαιδευμένου/ης νοσηλεύτη/τριας επί τόπου και είναι αρκετά χρονοβόρα εξέταση. Η ΜΤΚ αιμάτωσης από την άλλη, έχει αμφίβολη επαναληψιμότητα και είναι ακόμα εξελισσόμενη ως μέθοδος. Στη χώρα μας υπάρχουν λιγότερα από 10 δημόσια ή ιδιωτικά κέντρα που διεξάγουν εξετάσεις ΜΤΚ. Τα περισσότερα από αυτά εντοπίζονται στην ευρύτερη περιοχή της Αττικής. Καθώς οι κλινικοί καρδιολόγοι αντιλαμβάνονται τη χρησιμότητα της ΜΤΚ, η εφαρμογή της τεχνικής αυτής αναμένεται να αυξηθεί. Στο κέντρο μας υπήρξε μία σταθερή αύξηση των περιστατικών κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών με μία παράλληλη αύξηση του αριθμού των παραπεμπόντων ιατρών. Πιστεύουμε ιδιαίτερα ότι δύο συστατικά είναι απαραίτητα για περαιτέρω ανάπτυξη: Το πρώτο είναι η διατήρηση της υψηλής ποιότητας των εξετάσεων και των διαγνώσεων, τα οποία θα καθιερώσουν την αξιοπιστία της εξέτασης. Το δεύτερο είναι η εκπαίδευση της καρδιολογικής κοινότητας στη διαγνωστική αξία της ΜΤΚ. Το κέντρο μας έχει αποσιωθεί στην προαγωγή και των δύο αυτών στοιχείων. Οι σκεπτικιστές για την ΜΤΚ αντιτείνουν ότι το σχετικά υψηλό κόστος της εξέτασης θα περιορίσει τη χρήση της. Ωστόσο, το κόστος μίας ΜΤΚ εξέτασης για ιδιώτες ασθενείς στο κέντρο μας είναι όσο τρεις φορές το κόστος ενός διαθωρακικού υπερηχογραφήματος, περίπου 1,4 φορές το κόστος ενός σπινθηρογραφήματος αιματώσεως του μυοκαρδίου και περίπου 0,4 φορές το κόστος ενός διαγνωστικού καρδιακού καθετηριασμού. Εκτιμώντας την αξία μίας διαγνωστικής τεχνικής, κάποιος θα πρέπει να λάβει υπόψη του το πηλίκο κόστους – αποτελεσματικότητας μάλλον, παρά μεμονωμένα το κόστος. Πιστεύουμε ότι η αξία μίας εξέτασης ΜΤΚ σε επιλεγμένους ασθενείς (ως περιεγραφή ανωτέρω) υπερβαίνει κατά πολύ το κόστος αυτής. Αν και δεν έχουν δημοσι-

ευτεί δεδομένα αναφορικά με το πηλίκο κόστους – αποτελεσματικότητας της ΜΤΚ, οι παράγοντες δημόσιας και ιδιωτικής ασφάλειας αποζημιώνουν τις εξετάσεις ΜΤΚ στις ΗΠΑ και στη Δυτική Ευρώπη, επιβεβαιώνοντας την προσέγγισή μας αναφορικά με το πηλίκο κόστους – αποτελεσματικότητας της ΜΤΚ.

## Συμπεράσματα

Η ΜΤΚ είναι μία ταχέως εξελισσόμενη μη επεμβατική διαγνωστική απεικονιστική τεχνική με σταθερή αύξηση της κλινικής της αξιοποίησης στην Ελλάδα. Η εμπειρία του κέντρου μας από τις πρώτες 1000 περιπτώσεις καταδεικνύει τα πεδία εγνωσμένης κλινικής αξίας της μεθόδου και αναδεικνύει τις προοπτικές για μελλοντική εξέλιξη.

## Βιβλιογραφία

1. Pattynama PM, De Roos A, Van der Wall EE, Van Voorhuisen AE: Evaluation of cardiac function with magnetic resonance imaging. *Am Heart J* 1994; 128: 595-607.
2. Sakuma H, Fujita N, Foo TK, et al: Evaluation of left ventricular volume and mass with breath-hold cine MR imaging. *Radiology* 1993; 188: 377-380.
3. Klein C, Nekolla SG, Bengel FM, et al: Assessment of myocardial viability with contrast-enhanced magnetic resonance imaging: comparison with positron emission tomography. *Circulation* 2002; 105: 162-167.
4. Gutberlet M, Frohlich M, Mehl S, et al: Myocardial viability assessment in patients with highly impaired left ventricular function: comparison of delayed enhancement, dobutamine stress MRI, end-diastolic wall thickness, and TI201-SPECT with functional recovery after revascularization. *Eur Radiol* 2005; 15: 872-880.
5. Buxt LM, Rozenshtein A. MR imaging of congenital heart disease. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 2003; 11: 27-48.
6. Pignatelli RH, McMahon CJ, Chung T, Vick GW 3rd: Role of echocardiography versus MRI for the diagnosis of congenital heart disease. *Curr Opin Cardiol* 2003; 18: 357-365.
7. Weber OM, Higgins CB: MR evaluation of cardiovascular physiology in congenital heart disease: flow and function. *J Cardiovasc Magn Reson* 2006; 8: 607-617.
8. Du Bois D, Du Bois EF: A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. 1916. *Nutrition* 1989; 5: 303-311.
9. Wang JN, Yao CT, Chen JS, Yang YJ, Tsai YC, Wu JM: Cardiac tumors in infants and children. *Acta Paediatr Taiwan* 2003; 44: 215-219.
10. Pennell DJ, Sechtem UP, Higgins CB, et al: Clinical indications for cardiovascular magnetic resonance (MTK): Consensus Panel report. *J Cardiovasc Magn Reson* 2004; 6: 727-765.
11. Pennell DJ, Sechtem UP, Higgins CB, et al: Clinical indications for cardiovascular magnetic resonance (MTK): Consensus Panel report. *Eur Heart J* 2004; 25: 1940-1965.
12. Hendel RC, Patel MR, Kramer CM, et al: ACCF/ ACR/ SCCT/SMTK/ASNC/NASCI/SCAI/SIR 2006 appropriateness criteria for cardiac computed tomography and cardiac

- magnetic resonance imaging: a report of the American College of Cardiology Foundation Quality Strategic Directions Committee Appropriateness Criteria Working Group, American College of Radiology, Society of Cardiovascular Computed Tomography, Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, American Society of Nuclear Cardiology, North American Society for Cardiac Imaging, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society of Interventional Radiology. *J Am Coll Cardiol* 2006; 48: 1475-1497.
13. Danilouchkine MG, Westenberg JJ, de Roos A, Reiber JH, Lelieveldt BP: Operator induced variability in cardiovascular MR: left ventricular measurements and their reproducibility. *J Cardiovasc Magn Reson* 2005; 7: 447-457.
  14. Grothues F, Moon JC, Bellenger NG, Smith GS, Klein HU, Pennell DJ: Interstudy reproducibility of right ventricular volumes, function, and mass with cardiovascular magnetic resonance. *Am Heart J* 2004; 147: 218-223.
  15. Semelka RC, Tomei E, Wagner S, et al: Normal left ventricular dimensions and function: interstudy reproducibility of measurements with cine MR imaging. *Radiology* 1990; 174: 763-768.
  16. Roussakis A, Baras P, Seimenis I, Andreou J, Danias PG: Relationship of number of phases per cardiac cycle and accuracy of measurement of left ventricular volumes, ejection fraction, and mass. *J Cardiovasc Magn Reson* 2004; 6: 837-844.
  17. Francis JM, Pennell DJ: Treatment of claustrophobia for cardiovascular magnetic resonance: use and effectiveness of mild sedation. *J Cardiovasc Magn Reson* 2000; 2: 139-141.
  18. Melendez JC, McCrank E: Anxiety-related reactions associated with magnetic resonance imaging examinations. *JAMA* 1993; 270: 745-747.
  19. Price RR: The AAPM/RSNA physics tutorial for residents. MR imaging safety considerations. *Radiological Society of North America. Radiographics* 1999; 19: 1641-1651.
  20. Prasad SK, Pennell DJ: Safety of cardiovascular magnetic resonance in patients with cardiovascular implants and devices. *Heart* 2004; 90: 1241-1244.
  21. Faris OP, Shein M: Food and Drug Administration perspective: Magnetic resonance imaging of pacemaker and implantable cardioverter-defibrillator patients. *Circulation* 2006; 114: 1232-1233.
  22. Danias PG, Roussakis A, Ioannidis JP: Diagnostic performance of coronary magnetic resonance angiography as compared against conventional X-ray angiography: a meta-analysis. *J Am Coll Cardiol* 2004; 44 : 1867-1876.