

Κλινική Έρευνα

Το Μέλλον της Μαγνητικής Τομογραφίας Καρδιάς στην Ελλάδα. Προσδοκίες και Πραγματικότητα

ΠΕΡΙΚΛΗΣ ΝΤΑΒΛΟΥΡΟΣ¹, ΕΛΕΝΗ ΜΑΥΡΟΝΑΣΙΟΥ¹, ΠΕΤΡΟΣ ΔΑΝΙΑΣ², ΙΩΑΝΝΗΣ ΧΕΙΛΑΔΑΚΗΣ¹, ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΧΑΧΑΛΗΣ¹, ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ¹

¹Καρδιολογικό τμήμα Πανεπιστημιακού Νοσοκομείου Πατρών, Ρίο, Πάτρα, Ελλάδα.

²Νοσοκομείο Υγεία, Αθήνα, Ελλάδα.

Λέξεις ευρετηρίου:
Καρδιακή απεικόνιση, μαγνητικός συντονισμός.

Ημερ. παραλαβής εργασίας:
31 Μαΐου 2008.
Ημερ. αποδοχής:
8 Δεκεμβρίου 2008

Διεύθυνση
Επικοινωνίας:
Πετριλής Α.
Νταβλούρος

Καρδιολογική Κλινική,
Πανεπιστημιακό
Νοσοκομείο Πατρών,
e-mail:
pdav@otenet.gr

Εισαγωγή: Οι τελευταίες εξελίξεις στη Μαγνητική Τομογραφία Καρδιάς (ΜΤΚ) έχουν καθιερώσει αυτή την τεχνική ως την απεικονιστική μέθοδο εκλογής για πολλές καρδιακές παθήσεις. Παρόλα αυτά, οι καρδιολόγοι φαίνεται να είναι διστακτικοί στη χρήση της ΜΤΚ στην καθημερινή κλινική πρακτική.

Μέθοδοι: Σε μια προσπάθεια να προσδιορίσουμε μερικές από τις αιτίες αυτής της ασυμφωνίας πραγματοποιήσαμε μια έρευνα, χρησιμοποιώντας ένα γραπτό ερωτηματολόγιο στην τρίτη πληθυσμιακά μεγαλύτερη πόλη της Ελλάδας, μεταξύ 60 ειδικευμένων καρδιολόγων.

Αποτελέσματα: Οι καρδιολόγοι παραπέμπουν ασθενείς για ΜΤΚ σπάνια (71,6%) ή ποτέ (28,3%). Οι περισσότεροι συχνές ενδείξεις για ΜΤΚ ήταν οι συγγενείς καρδιοπάθειες (46,7%) και η αορτογραφία (28,3%). Μόνο το 13,3% είναι εξοικειωμένοι με την αξονική τομογραφία καρδιάς και 8,3% με τη ΜΤΚ. Θα ήθελαν η ΜΤΚ να είναι σε θέση να διευκρινίζει την ανατομία των στεφανιαίων αγγείων (81,3%). Μόνο το 3% απάντησαν σωστά σε όλες τις ερωτήσεις σχετικά με τις αντενδείξεις της ΜΤΚ. Κύριες αιτίες για να μην παραπεμφθεί ένας ασθενής για ΜΤΚ, ήταν η μη διαθεσιμότητα (75%), η έλλειψη εξοικίωσης (60%) και το υψηλό κόστος (55%). Πιστεύουν ότι ο πιο κατάλληλος ιατρός για να πραγματοποιήσει-ερμηνεύσει την εξέταση της ΜΤΚ, είναι ο καρδιολόγος (31,7%), ακτινολόγος (10%) και οι δύο (51,7%) και άνευ σημασίας (6,7%) και ότι η μέθοδος θα διαδοθεί πολύ (41,6%), μέτρια (41,7%), ή καθόλου (1,2%) στο μέλλον.

Συμπεράσματα: Ένας συνδυασμός αλληλεπιδράσεων μεταξύ της έλλειψης ειδικευμένων ιατρών και τεχνικών, της μη διαθεσιμότητας τομογράφων για ΜΤΚ, το υψηλό κόστος και η έλλειψη επαρκούς εκπαίδευσης των καρδιολόγων, οδηγεί σε ένα φαύλο κύκλο με αρνητικό αντίκτυπο για την μέθοδο. Ενέργειες ώστε να παρακαμφθούν αυτά τα ζητήματα απαιτούνται εκ μέρους όλων των επιστημόνων που εμπλέκονται στην ΜΤΚ. Η εκπαίδευση μεγαλύτερου αριθμού ιατρών και τεχνικών, η καθιέρωση ειδικών προγραμμάτων και μια λεπτομερής εκπαίδευση των καρδιολόγων σχετικά με τις ενδείξεις και τα πλεονεκτήματα της ΜΤΚ έναντι των άλλων απεικονιστικών μεθόδων, απαιτείται ώστε να καθιερωθεί η ΜΤΚ στην καθημερινή κλινική πρακτική.

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων 20 ετών, σημαντικές προόδους έχουν λάβει χώρα στο πεδίο της ΜΤΚ και έχει υπάρξει μια εκθετική ανάπτυξη στον αριθμό των σχετικών δημοσιεύσεων.¹ Η ΜΤΚ έχει γίνει η απεικονιστική μέθοδος εκλογής για πολλές καρδιακές παθήσεις.² Τα κύρια πλεονεκτήματά της είναι ότι είναι μη παρεμβατική,

δεν περιλαμβάνει ιοντίζουσα ακτινοβολία, επιτρέπει ευρεία πρόσβαση στο θώρακα και είναι αναπαραγωγίμη.³ Κύριες αντενδείξεις αποτελούν οι εμφυτεύσιμοι βηματοδότες/απινιδωτές, μερικά είδη μεταλλικών εμφυτευμάτων και η σοβαρή κλειστοφοβία.⁴⁻⁶ Οι περισσότερες τεχνητές βαλβίδες όπως και οι ενδοπροθέσεις (στεντ) των στεφανιαίων ή μεγάλων αγ-

γείων δεν συνιστούν αντένδειξη, παρόλα αυτά όμως μερικά μεταλλικά εμφυτεύματα όταν βρεθούν κοντά στο πεδίο απεικόνισης μπορεί να παραγάγουν παράραια χωρίς ωστόσο να συνιστούν αντενδείξεις.^{4,6} Η ΜΤΚ συνιστά μια πολύπλευρη απεικονιστική μέθοδο. Οι ποικίλες ακολουθίες μαγνητικού συντονισμού παρέχουν ένα αξιολογούμενο ευρύ φάσμα από απεικονιστικές και λειτουργικές πληροφορίες σχετικά με την καρδιά. Ακολουθίες spin echo (μαύρου αίματος) παράγουν εξαιρετικής ποιότητας εικόνες της καρδιάς και των αγγείων επιτρέποντας τον προσδιορισμό της καρδιακής ανατομίας. Ακολουθίες βαθμωτής ηχούς (gradient echo, λευκού αίματος) επιτρέπουν την μελέτη της μυοκαρδιακής και βαλβιδικής λειτουργίας και της αιματικής ροής. Οι εξειδικευμένες ακολουθίες χαρτογράφησης αιματικής ροής (flow velocity mapping) επιτρέπουν τον ακριβή υπολογισμό της καρδιακής παροχής και του κλάσματος ανεπαρκείας διαφόρων βαλβίδων. Ακολουθίες βασισμένες στη χρήση σκιαγραφικού όπως το γαδολίνιο, επιτρέπουν την με μεγάλη ακρίβεια μη επεμβατική αγγειογραφία ενώ άλλες περισσότερο πολύπλοκες ακολουθίες όπως η ακολουθία καθυστερημένης ενίσχυσης γαδολινίου (LGE), επιτρέπουν τη μελέτη της μυοκαρδιακής βιωσιμότητας.^{7,8} Τέλος η μελέτη αιμάτωσης του μυοκαρδίου στην ηρεμία και κατά τη διενέργεια φαρμακευτικού στρες αποτελούν πλέον πραγματικότητα.^{3,9,10} Νέες τεχνολογικές προόδους και η ανάπτυξη μαγνητικού πεδίου 3 Tesla διευρύνουν το φάσμα των εφαρμογών της ΜΤΚ ακόμη περισσότερο.¹¹ Όλες αυτές οι εφαρμογές δημιουργούν την ελπίδα ότι στο μέλλον ίσως γίνει πραγματικότητα η λεγόμενη “one stop shop” εξέταση με πολλαπλές πληροφορίες σχετικά με την καρδιακή ανατομία, λειτουργία, αιμάτωση και βιωσιμότητα να συγκεντρώνονται σε μία μόνο συνεδρία ΜΤΚ.¹⁰

Παρόλες αυτές τις προόδους η ΜΤΚ δεν χρησιμοποιείται στην καθημερινή κλινική πρακτική.^{1,12} Οι περισσότεροι καρδιολόγοι θα συμφωνήσουν ότι η ΜΤΚ είναι ένα εξαιρετικά χρήσιμο εργαλείο στη μελέτη σύνθετων συγγενών καρδιοπαθειών,¹³⁻¹⁵ καρδιακών όγκων και άλλων σπάνιων και ειδικών καρδιακών παθήσεων, παρόλα αυτά φαίνεται να είναι διστακτικοί στο να παραπέμπουν ασθενείς για άλλες περισσότερο κοινές ενδείξεις της ΜΤΚ.^{12,16} Αυτό ίσως σχετίζεται με την μη διαθεσιμότητα τομογράφων, το υψηλό κόστος και/ή την έλλειψη εκπαίδευσης σχετικά με τις δυνατότητες της ΜΤΚ.¹⁶ Πραγματικά η χρήση της ΜΤΚ περιορίζεται στα μεγάλα διαγνωστικά κέντρα και υπάρχει έλλειψη εν-

διαφέροντος από τους νέους καρδιολόγους στο να εκπαιδευτούν και να εξειδικευτούν στην χρήση της μεθόδου. Στην χώρα μας υπάρχουν ελάχιστοι τομογράφοι αφιερωμένοι αποκλειστικά στην εκτέλεση ΜΤΚ και οι περισσότεροι εδράζονται στην πρωτεύουσα.

Σκοπός αυτής της μελέτης ήταν να εξετάσει την χρήση της ΜΤΚ από τους καρδιολόγους στην τρίτη μεγαλύτερη πληθυσμιακά πόλη της Ελλάδας, 200 km νότιο-δυτικά της Αθήνας και να εκθέσει τους λόγους για την οποιαδήποτε διστακτικότητα όσον αφορά στην χρησιμοποίηση της μεθόδου.

Μέθοδοι

Ένα γραπτό ερωτηματολόγιο σχετικά με την χρήση της ΜΤΚ διανεμήθηκε σε 60 ειδικευμένους καρδιολόγους (νοσοκομειακούς και ιδιώτες) στην πόλη της Πάτρας. Το ερωτηματολόγιο περιελάμβανε 14 ερωτήσεις που στόχο είχαν να διερευνήσουν την γνώμη των καρδιολόγων σχετικά με τις ενδείξεις, αντενδείξεις, πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της ΜΤΚ όπως επίσης και την άποψη τους για το πως αυτή η απεικονιστική μέθοδος θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά από την καρδιολογική κοινότητα στην καθημερινή κλινική πρακτική. Οι πληροφορίες για κάθε ερώτηση που απαντήθηκε καταγράφηκαν και επεξεργάστηκαν με Microsoft Excel 2003® (Microsoft Corporation, Seattle, WA). Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αριθμητικά και ως εκατοστιαίες ποσοστιαίες μονάδες.

Αποτελέσματα

Εξήντα καρδιολόγοι συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο. Οι συνάδελφοι παραπέμπουν γενικά τους ασθενείς τους σε εξέταση ΜΤΚ σπάνια (71,6%) ή ποτέ (28,3%). Η πιο συχνή ένδειξη για ΜΤΚ την οποία οι καρδιολόγοι μπορούσαν να ανακαλέσουν ήταν οι συγγενείς καρδιοπάθειες (46,7%) και η αορτογραφία (28,3%). Πίνακας 1. Όταν κλήθηκαν να επιλέξουν για ποια από συγκεκριμένες ενδείξεις είχαν παραπέμψει ποτέ ασθενή για ΜΤΚ, η πιο συχνές ενδείξεις ήταν η ανατομία (41,7%), αορτογραφία (20%), βιωσιμότητα (20%) και μυοκαρδιακή ισχαιμία (18,3%) Πίνακας 2.

Όταν ρωτήθηκαν για το ποιά απεικονιστική μέθοδος συγκριτικά με την ΜΤΚ θα μπορούσε να δώσει εξίσου ακριβείς πληροφορίες για την πάθηση που είχαν στο μυαλό τους (και για την οποία είχε ζητηθεί ΜΤΚ) οι καρδιολόγοι απάντησαν το υπερηχογρά-

Πίνακας 1. Απαντήσεις στην ερώτηση: Ποιές ενδείξεις MTK γνωρίζετε;

Ένδειξη	Αριθμός Καρδιολόγων	Ποσοστό (%)
Συγγενείς καρδιοπάθειες	28	46,7 %
Αορτογραφία	17	28,3 %
Μυοκαρδιοπάθειες-Μυοκαρδίτις	14	23,3 %
Βιωσιμότητα μυοκαρδίου	11	18,3 %
Ισχαμία μυοκαρδίου	11	18,3 %
Όγκοι	4	6,6 %
Συμπτωτική περικαρδίτις	4	6,6 %
Αρρυθμιόγόνος δυσπλασία	3	5 %
Βαλβιδική λειτουργία	3	5 %
Νόσος Cooley's	1	1,6 %

Πίνακας 2. Απαντήσεις στην ερώτηση: Αν έχετε ποτέ παραπέμφει ασθενή για MTK, για ποιά από τις παρακάτω 6 ενδείξεις το έχετε κάνει;

Ένδειξη	Αριθμός Καρδιολόγων	Ποσοστό (%)
Καρδιακή ανατομία	25	41,7 %
Αορτογραφία	12	20 %
Βιωσιμότητα	12	20 %
Ισχαμία μυοκαρδίου	11	18,3 %
Καρδιακή λειτουργία	10	16,7 %
Βαλβιδική λειτουργία	4	6,7 %

φημα (55%), ο καθετηριασμός (46,6%) και η αξονική τομογραφία καρδιάς (23,3%).

Η επόμενη ερώτηση αναφέρονταν στην απεικονιστική μέθοδο με την οποία οι καρδιολόγοι ήταν περισσότερο εξοικειωμένοι και θα μπορούσαν να θέσουν τη σωστή διάγνωση ανασκοπώντας τα φιλμ της εξέτασης. Το υπερηχογράφημα (88,3%) και ο καθετηριασμός (51,7%) ήταν οι πιο συχνές απαντήσεις. Μόνο το 13,3% των καρδιολόγων απάντησαν την αξονική τομογραφία καρδιάς και το 8,3% την MTK.

Όταν ρωτήθηκαν για το ποια θεωρούν τα κυριότερα πλεονεκτήματα της MTK, η ευκρίνεια (55%), η

μη επεμβατική φύση της μεθόδου (36,6%) και η μη χρησιμοποίηση ιοντίζουσας ακτινοβολίας (23,3%), αποτέλεσαν τις πιο συχνές απαντήσεις. Αναφορικά με τα μειονεκτήματα της μεθόδου απάντησαν το υψηλό κόστος (58,3%), τη μη δυνατότητα απεικόνισης των στεφανιαίων αρτηριών (16,7%), την κακή ποιότητα εικόνας που σχετίζεται με τις κινήσεις του ασθενή (6,7%) και την κλειστοφοβία (1,7%). Επίσης ανέφεραν την μη διαθεσιμότητα τομογράφων (25%) και την έλλειψη εκπαίδευσης στην MTK (21,7%) παρά το γεγονός ότι οι απαντήσεις αυτές δεν σχετίζονται άμεσα με τη μέθοδο.

Όταν ρωτήθηκαν για το πιο είδος πληροφοριών θεωρούσαν χρήσιμο να παρέχεται από μία μη επεμβατική απεικονιστική μέθοδο όπως η MTK, η ανατομία των στεφανιαίων αγγείων απαντήθηκε από την συντριπτική πλειοψηφία (81,3%), και ακολούθησαν η καρδιακή ανατομία (36,6%), η καρδιακή λειτουργία (35%), η μυοκαρδιακή αιμάτωση (13,3%), η μυοκαρδιακή βιωσιμότητα (8%) και η βαλβιδική λειτουργία (1,6%).

Οι περισσότεροι καρδιολόγοι απάντησαν ότι οι βηματοδότες αποτελούν αντένδειξη για MTK (75%), παρόλα αυτά οι απαντήσεις τους αναφορικά με τις μεταλλικές βαλβίδες, τα μη φερομαγνητικά μεταλλικά εμφυτεύματα και τα στεντ στην πλειοψηφία τους ήταν συγκεχυμένες. Πίνακας 3.

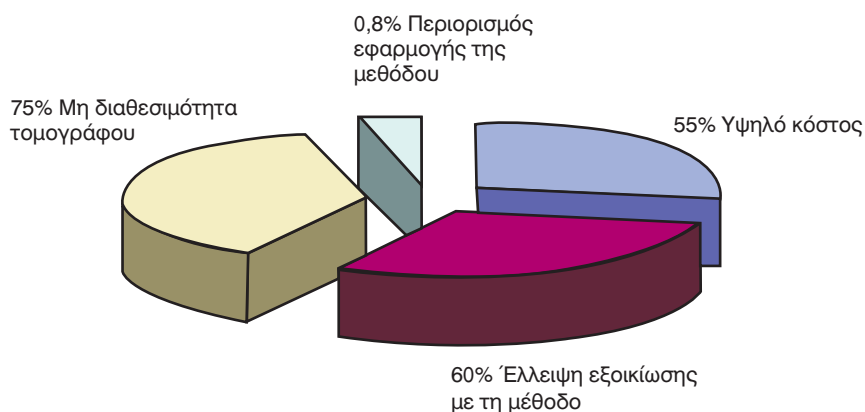
Όταν ρωτήθηκαν για ποιόν, μεταξύ 4 λόγων, θα δίσταζαν να παραπέμψουν έναν ασθενή για MTK, οι πιο συχνές απαντήσεις ήταν η μη διαθεσιμότητα τομογράφου (75%), η έλλειψη εξοικείωσης με την μέθοδο (60%), και το υψηλό κόστος (55%). Λιγότερο από το 1% θεωρούσαν ότι η μέθοδος είναι περιορισμένη και έχει λίγες εφαρμογές. Σχήμα 1.

Οι περισσότεροι καρδιολόγοι έχουν ακούσει για την MTK από συνέδρια (70%), από το διαδίκτυο (43,3%) ή από κάποιο συνεργάτη (30%). Θεωρούν ότι για την εξάπλωση της μεθόδου είναι απαραίτητα η καλύτερη πρόσβαση σε υπηρεσίες MTK (78,3%), η εκπαίδευση και η εξάσκηση (78,3%) και η μείωση του κόστους (60%).

Πίνακας 3. Απαντήσεις στην ερώτηση: Ποιό/ποιά από τα παρακάτω συνιστούν αντενδείξεις για MTK;

Αντένδειξη	ΝΑΙ	ΟΧΙ	Δεν Γνωρίζω
Βηματοδότες/ICDs	45 (75%)	7 (11,7%)	8 (13,3%)
Μεταλλικές Βαλβίδες	32 (53,3%)	18 (30%)	10 (16,7%)
Stents	13 (21,7%)	29 (48,3%)	18 (30%)
Μεταλλικά Εμφυτεύματα*	27 (45%)	18 (30%)	15 (25%)

*Μη φερομαγνητικά. Οι λάθος απαντήσεις είναι υπογραμμισμένες.



Σχήμα 1. Όταν οι καρδιολόγοι ερωτήθηκαν για ποιόν/ποιούς από 4 λόγους διατάζουν να παραπέμψουν έναν ασθενή για ΜΤΚ, η συχνότερη απάντηση ήταν η μη διαθεσιμότητα τομογράφου (75%), και ακολουθούσαν η έλλειψη εξοικίωσης με τη μέθοδο (60%) και το υψηλό κόστος της εξέτασης (55%). Λιγότερο από 1% απάντησαν ότι η μέθοδος έχει περιορισμένες εφαρμογές.

Όταν ρωτήθηκαν για το ποιός είναι καταλληλότερος ιατρός για να πραγματοποιήσει – ερμηνεύσει μια ΜΤΚ, απάντησαν ο καρδιολόγος (31,7%), ο ακτινολόγος (10%), και οι δύο (51,7%) ή ότι αυτό είναι άνευ σημασίας (6,7%).

Στην ερώτηση για το αν η ΜΤΚ είναι σχετικά μη αναγκαία για τη πρακτική τους αυτή την στιγμή, απάντησαν ναι (28,3%), όχι (60%) και «δεν γνωρίζω ακόμα» (11,7%). Τέλος θεωρούν ότι η μέθοδος θα εξαπλωθεί στο μέλλον πολύ (41,6%), μέτρια (46,7%) ή καθόλου (1,2%).

Συζήτηση

Σκοπός αυτού του ερωτηματολογίου ήταν να προσεγγίσουμε την πρακτική των ειδικευμένων καρδιολόγων (νοσοκομειακών και ιδιωτών), που εξυπηρετούν ένα πληθυσμό ενός εκατομμυρίου κατοίκων περίπου σε μια περιοχή της Ελλάδος έξω από την Αθήνα, αναφορικά με την χρήση της ΜΤΚ. Η έρευνά μας κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι καρδιολόγοι σε αυτή την περιοχή σπάνια παραπέμπουν ασθενείς για ΜΤΚ (71,7%). Είναι σημαντικό ότι το 28,3% δεν έχει ποτέ παραπέμψει ασθενή για ΜΤΚ έως τώρα. Αντιθέτως, δεδομένα από τριτοβάθμιο διαγνωστικό κέντρο στην πρωτεύουσα (Αθήνα) που δημοσιεύτηκαν πρόσφατα σε αυτό το περιοδικό κατέδειξαν έναν αυξανόμενο αριθμό κλινικών εξετάσεων ΜΤΚ κατά την διάρκεια των τελευταίων 5 ετών.¹⁷ Θα μπορούσε να υποθεθεί ότι οι καρδιολόγοι που συμμετείχαν σε αυτή την έρευνα θεωρούν είτε ότι η μέθοδος δεν είναι σημαντική για την πρακτική και/ή ότι δεν είναι ενημερωμένοι σχετικά με τις ενδείξεις της ΜΤΚ. Θα μπορούσε επίσης, το υψηλό κόστος και η μη διαθεσιμότητα τομογράφων να θεωρηθούν επιρόσθητοι λόγοι και αυτό θα εξηγούσε την ανισορροπία μεταξύ της αυξανόμενης

κλινικής πρακτικής στην Αθήνα και της πλήρους έλλειψης τομογράφων μόλις 200Km μακριά.¹⁷ Και οι δύο υποθέσεις επιβεβαιώθηκαν με τις απαντήσεις που ακολούθησαν.

Οι δύο πιο συχνές ενδείξεις για ΜΤΚ τις οποίες οι καρδιολόγοι ανακάλεσαν – χωρίς να έχουν δοθεί συγκεκριμένες ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής – ήταν οι συγγενείς καρδιοπάθειες (46,7%) και η ανιούσα αορτογραφία (28,3%). Οι καρδιολόγοι ανέφεραν τις περισσότερες από τις τρέχουσες ενδείξεις ΜΤΚ⁹, παρόλα αυτά όμως αυτό έγινε μόνο από μια μικρή μειοψηφία (10%). Όταν ρωτήθηκαν ποιές ήταν οι ειδικές ενδείξεις για τις οποίες έχουν ποτέ παραπέμψει ασθενή για ΜΤΚ – απαντήσεις με την μορφή 6 πολλαπλών επιλογών-οι πιο συχνές απαντήσεις που δόθηκαν ήταν η ανατομία (41,7%) η αορτογραφία (20%), και η βιωσιμότητα (20%). Φαίνεται ότι οι καρδιολόγοι είναι ενήμεροι για μια από τις πιο σημαντικές εφαρμογές της ΜΤΚ, συγκεκριμένα τις συγγενείς καρδιοπάθειες.^{9,13} Παρόλα αυτά οι γενικοί καρδιολόγοι δεν παρακολουθούν ενήλικες με συγγενείς καρδιοπάθειες διότι οι ασθενείς αυτοί είναι σπάνιοι και επανελέγχονται σε εξειδικευμένα κέντρα. Οι επόμενες συχνότερες ενδείξεις για τις οποίες είχαν παραπέμψει ασθενή για ΜΤΚ, ήταν η αγγειογραφία, ειδικότερα η ανιούσα αορτογραφία και ο έλεγχος της μυοκαρδιακής βιωσιμότητας. Το γεγονός ότι για όλες τις άλλες ενδείξεις ΜΤΚ, συμπεριλαμβανομένης και της αορτογραφίας η οποία αποτελεί μια κοινή ένδειξη στην καθημερινή κλινική πρακτική ενός νέου καρδιολόγου, σπανίως παραπέμπουν τους ασθενείς τους, σημαίνει ότι είτε δεν είναι ενήμεροι για αυτές τις ενδείξεις, είτε θεωρούν ότι άλλες απεικονιστικές μέθοδοι παρέχουν επαρκή πληροφόρηση ώστε να αντιμετωπίσουν επαρκώς τους ασθενείς τους. Αυτό συνάδει και με τις απαντήσεις που δόθηκαν όταν ρωτήσαμε ποιά

απεικονιστική μέθοδος θα μπορούσε να θεωρηθεί ισοδύναμη με την ΜΤΚ για οποιαδήποτε από τις ενδείξεις της ΜΤΚ που γνωρίζουν. Οι περισσότεροι από αυτούς απάντησαν είτε το υπερηχογράφημα (55%), είτε τον καθετηριασμό (46,7%). Υπάρχει έλλειψη γνώσης αναφορικά με τις δυνατότητες της ΜΤΚ με αποτέλεσμα οι καρδιολόγοι να περιορίζονται στις ανωτέρω αναφερθείσες μεθόδους ως τα κύρια απεικονιστικά τους εργαλεία. Αυτό επίσης ισχύει και για την αξονική τομογραφία καρδιάς για την οποία μόνο το 23,3% των καρδιολόγων πιστεύουν ότι δίνει εξίσου ακριβείς πληροφορίες με την ΜΤΚ. Σήμερα η ΜΤΚ παρέχει πληθώρα πληροφοριών σχετικά με την καρδιακή ανατομία, μυοκαρδιακή και βαλβιδική λειτουργία, μυοκαρδιακή ισχαιμία και βιωσιμότητα.⁹ Εκτός από τις ειδικές πληροφορίες που δίδονται αποκλειστικά από την ΜΤΚ, η τελευταία ενίοτε παρέχει συμπληρωματικές προς το υπερηχογράφημα πληροφορίες, απαραίτητες όσον αφορά στην καλύτερη αντιμετώπιση των ασθενών για ένα ευρύ φάσμα καρδιακών παθήσεων.¹⁸⁻²⁰ Η ελλιπής γνώση είναι προφανώς συνδεδεμένη με ανεπαρκή εκπαίδευση αναφορικά με τις δυνατότητες και εφαρμογές της ΜΤΚ. Η έλλειψη εκπαίδευσης και η μη διαθεσιμότητα της μεθόδου οδηγούν σε έλλειψη εξοικείωσης και εμπιστοσύνης, γεγονός που εξηγεί ότι οι πιο πολλοί καρδιολόγοι αισθάνονται ικανοί να ερμηνεύσουν τις απεικονίσεις από ένα υπερηχογράφημα (88,3%), ή έναν καθετηριασμό-στεφανιογραφία (51,7%), αλλά μόνο μια μικρή μειοψηφία είναι σε θέση να κατανοήσει τις απεικονιστικές πληροφορίες από ένα φιλμ ΜΤΚ (8,3%), ή αξονικής τομογραφίας καρδιάς (13,3%).

Η ανεπαρκής επιμόρφωση και εκπαίδευση στις μοντέρνες απεικονιστικές μεθόδους και η υποεκτίμηση της μη επεμβατικής τους φύσης και της έκθεσης σε ακτινοβολία, ερμηνεύουν τις απαντήσεις που δόθηκαν αναφορικά με τα πλεονεκτήματα της ΜΤΚ. Οι καρδιολόγοι απάντησαν ότι η ποιότητα της απεικόνισης (ευκρίνεια) είναι η πιο σημαντική (55%), παρόλα αυτά λιγότεροι από τους μισούς επισημαίνουν ότι η μέθοδος είναι μη επεμβατική (36,7%) και ότι δεν περιλαμβάνει ιοντίζουσα ακτινοβολία (23,3%). Ειδικά για την μη χρησιμοποίηση ιοντίζουσας ακτινοβολίας, έχει καταδειχθεί ότι οι μη ακτινολόγοι γενικά τείνουν να υποεκτιμούν το θέμα της ακτινοβολίας όταν ζητούν απεικονιστικές εξετάσεις.²¹

Σχετικά με το τι θεωρούν μειονέκτημα της μεθόδου, ήταν πολύ ενδιαφέρον ότι οι περισσότεροι από αυτούς απάντησαν το υψηλό κόστος (58,3%) και την

μη διαθεσιμότητα τομογράφων (25%). Προφανώς το τελευταίο δεν αποτελεί μειονέκτημα της ΜΤΚ αλλά έχει να κάνει με μία σύνθετη συσχέτιση μεταξύ κόστους και έλλειψης παραπομπών που οδηγεί σε αυτή την κατάσταση και εκλαμβάνεται ως μειονέκτημα της μεθόδου από τους καρδιολόγους. Μία άλλη ενδιαφέρουσα παρατήρηση είναι ότι οι πολλοί καρδιολόγοι θεωρούν ότι μια μη επεμβατική απεικονιστική μέθοδος θα είχε αξία εάν ήταν σε θέση να καταδεικνύει την ανατομία των στεφανιαίων αγγείων (81,7%). Αυτό επίσης επιβεβαιώνεται από το γεγονός ότι το 16,7% αυτών πιστεύουν πως ένα σημαντικό μειονέκτημα της ΜΤΚ είναι ότι δεν μπορεί να απεικονίσει τα στεφανιαία αγγεία. Ο τρέχων ρόλος της ΜΤΚ στην απεικόνιση των στεφανιαίων αγγείων είναι μάλλον περιορισμένος και κυρίως επιτρέπει την απεικόνιση της έκφυσης των στεφανιαίων αγγείων.^{22,23} Ωστόσο η ΜΤΚ έχει πολύ καλή ευαισθησία και μέτρια ειδικότητα στο να καταδείξει σημαντική στεφανιαία νόσο.²⁴

Αναφορικά με τις αντενδείξεις για ΜΤΚ, ρωτήσαμε συγκεκριμένα για τους απινιδωτές/βηματοδότες, μεταλλικά εμφυτεύματα, μεταλλικές βαλβίδες και στεντ. Οι περισσότεροι καρδιολόγοι, (75%), ήταν ενήμεροι για το ότι όταν υπάρχει εμφυτευμένος βηματοδότης/απινιδωτής αυτό αποτελεί αντένδειξη για ΜΤΚ. Παρόλα αυτά ήταν απογοητευτικό ότι οι περισσότεροι από τους μισούς θεωρούν ότι οι μεταλλικές βαλβίδες ή τα μη φερομαγνητικά εμφυτεύματα (π.χ. ορθοπεδικά) και 21,7% τα στεφανιαία στεντ, αποτελούν αντένδειξη για ΜΤΚ. Επίσης μερικοί καρδιολόγοι δηλώνουν πως αγνοούν πότε οι παραπάνω καταστάσεις αποτελούν αντένδειξη ή όχι (13,3-30%) Πίνακας 3. Μόνο μια μικρή μειοψηφία απάντησε σωστά σε όλες τις ερωτήσεις (3%). Αυτή η σύγχυση υπογραμμίζει το γεγονός ότι υπάρχει επιτακτική ανάγκη για εκπαίδευση και εξάσκηση στην ΜΤΚ.

Όταν ρωτήσαμε τους συναδέλφους μας γιατί διαστάζουν να παραπέμπουν ασθενείς για ΜΤΚ, ανάμεσα σε 4 προκαθορισμένες απαντήσεις, η μη διαθεσιμότητα τομογράφων, το υψηλό κόστος, και η έλλειψη εκπαίδευσης και επιμόρφωσης απαντήθηκαν από την πλειοψηφία.²⁵ Σχήμα 1 Σχετικά με τα δύο πρώτα, αποτελούν προφανώς τα κύρια εμπόδια για την περαιτέρω ανάπτυξη της ΜΤΚ στην Ελλάδα και πιθανόν παγκοσμίως.¹⁶ Στην περιοχή μας υπάρχουν 3 τομογράφοι, ένας (0,5 T) στο πανεπιστημιακό νοσοκομείο και δύο (1,5 T) σε ιδιωτικά διαγνωστικά κέντρα. Κανένας από αυτούς δεν είναι εξοπλισμένος με καρδιαγγειακές ακολουθίες, εκτός αυτών

που απαιτούνται για αορτογραφία. Οι τομογράφοι υπάρχουν, παρόλα αυτά δεν χρησιμοποιούνται για ΜΤΚ. Και αυτό λόγω έλλειψης εκπαιδευμένου προσωπικού (ιατροί και τεχνικοί).¹⁶ Υπάρχει έλλειψη ενδιαφέροντος για εκπαίδευση για 2 λόγους: Α. Δυσκολίες στην εκπαίδευση και Β. Η θεώρηση ότι ίσως αυτό αποτελεί λανθασμένη επιλογή καριέρας από πλευράς εισοδήματος. Όσον αφορά στο πρώτο, οι τεχνικοί όσο και οι ιατροί θα πρέπει να κατανοήσουν και να εξοικειωθούν με την φυσική της ΜΤ, την καρδιακή ανατομία και φυσιολογία, τις ειδικές παραμέτρους των καρδιακών παθήσεων και την χρήση ενός σύνθετου λογισμικού και τεχνολογίας που χρειάζεται για την πραγματοποίηση της ΜΤΚ.^{2,26} Η εκπαίδευση λοιπόν δεν είναι απλή και αυτό μπορεί να μην είναι ελκυστικό για πολλούς νέους καρδιολόγους. Σημαντικές επίσης είναι και οι δυσκολίες που υπάρχουν στο να αποκτήσουν πρόσβαση σε εξειδικευμένα κέντρα για εκπαίδευση οι νέοι συνάδελφοι. Στη χώρα μας για παράδειγμα δεν υπάρχει κανένα ειδικό πρόγραμμα για εκπαίδευση στην ΜΤΚ. Οι νέοι ιατροί αναγκάζονται να μεταναστεύσουν ώστε να εκπαιδευτούν, κάτι το οποίο δεν αποτελεί εύκολη απόφαση, κυρίως για οικονομικούς λόγους. Αναφορικά με την πιθανότητα ότι οι τεχνικοί και οι ιατροί ίσως θεωρούν την εκπαίδευση στην ΜΤΚ ως λανθασμένη επιλογή καριέρας, αυτό σαφώς σχετίζεται με την έλλειψη παραπομπών για ΜΤΚ. Ένας καρδιολόγος ο οποίος εξασκεί μια επιτυχή κλινική πρακτική, κάνοντας υπερηχογραφήματα και άλλες μη επεμβατικές εξετάσεις και/ή στεφανιογραφίες ή αγγειοπλαστικές, δεν θεωρεί απαραίτητο να χρησιμοποιεί τις δυνατότητες της ΜΤΚ, τόσο για κλινικούς όσο και για οικονομικούς λόγους.¹⁶ Προφανώς δημιουργείται ένας φαύλος κύκλος όπου η έλλειψη παραπομπών οδηγεί σε έλλειψη ενδιαφέροντος για ενασχόληση με τη μέθοδο και αντίστροφα. Οι επενδυτές είναι επίσης διστακτικοί στο να εγκαταστήσουν ΜΤΚ σε ιδιωτικά κέντρα. Τουλάχιστον για ένα ιδιωτικό κέντρο, ένας λογικός όγκος παραπομπών είναι απαραίτητος ώστε να καταστεί η μέθοδος κερδοφόρα. Επίσης, μια πλήρης μελέτη ΜΤΚ απαιτεί τουλάχιστον 40 λεπτά για να ολοκληρωθεί, σε αντίθεση με άλλες εξετάσεις όπως ΜΤ εγκεφάλου, κοιλίας κτλ. Αυτό αποτελεί προφανώς μειονέκτημα για ένα πολυάσχολο ιδιωτικό κέντρο ακόμη και για ένα δημόσιο νοσοκομείο.¹⁶

Άλλος λόγος σχετιζόμενος με την έλλειψη παραπομπών είναι το κόστος. Το κόστος για μια μελέτη ΜΤΚ είναι αρκετά υψηλό, (συγκεκριμένα 700 Ευros για ανατομία/λειτουργία/βιωσιμότητα), και δύσκολο

αν όχι ανέφικτο για τους περισσότερους ασθενείς να ανταπεξέλθουν. Από την άλλη με το δημόσιο σύστημα παροχής υπηρεσιών στην Ελλάδα υπάρχει μεγάλη γραφειοκρατία που θα πρέπει να υπερνικηθεί ώστε ένας ασθενής να πάρει έγκριση για ΜΤΚ από το ασφαλιστικό του ταμείο. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι η ιδιωτική ασφάλιση δεν είναι ιδιαίτερα δημοφιλής στην Ελλάδα αυτή την στιγμή. Δυστυχώς μελέτες κόστους για την ΜΤΚ υπάρχουν ελάχιστες στην βιβλιογραφία και δεν υπάρχουν καθόλου πληροφορίες σχετικά με την χώρα μας. Δεδομένης της έλλειψης ΜΤΚ στη περιοχή μας, ένας ασθενής θα πρέπει να ταξιδέψει στην Αθήνα για μια ΜΤΚ, κάτι που αυξάνει τις δαπάνες ακόμη περισσότερο.

Έτσι παρά το γεγονός ότι οι περισσότεροι καρδιολόγοι συμφωνούν ότι η ΜΤΚ είναι μια τεχνική που μπορεί να απαντήσει καλύτερα στην κλινική πρακτική σε ορισμένες παθήσεις, είναι διστακτικοί στο να παραπέμψουν τους ασθενείς τους εξαιτίας του κόστους και της μη διαθεσιμότητας.

Ένα άλλο θέμα που θα πρέπει να διευθετηθεί είναι το ποίος είναι κατάλληλότερος στο να πραγματοποιεί και να ερμηνεύει μια ΜΤΚ: ο καρδιολόγος ή ο ακτινολόγος; Είναι αξιοσημείωτο ότι οι περισσότεροι καρδιολόγοι (51,7%) απάντησαν και οι 2, ή ότι δεν έχει σημασία (6,7%). Παρόλα αυτά 31,7% θεωρούν ότι μόνο οι καρδιολόγοι είναι κατάλληλοι για αυτή την διαδικασία και μόνο 10% οι ακτινολόγοι. Θεωρούμε ότι αυτό δεν θα έπρεπε να αποτελεί θέμα εάν θέλουμε να διαδοθεί η μέθοδος.² Δεν θα πρέπει να αποτελεί σημαντικό λόγο το ποίος πραγματοποιεί την εξέταση, από την στιγμή που ο ιατρός είναι πλήρως εκπαιδευμένος, αξιόπιστος και καταρτισμένος. Μια πολύπλευρη προσέγγιση θα ήταν προς όφελος των ιατρών και κυρίως των ασθενών τους.²

Η σύνθετη αυτή αλληλεπίδραση μεταξύ της έλλειψης πληροφοριών αναφορικά με την ΜΤΚ εκ μέρους των "τελικών χρηστών" (καρδιολόγοι), της έλλειψης εκπαιδευμένων ιατρών και τεχνικών, του υψηλού κόστους και της μη διαθεσιμότητας καρδιακών τομογράφων στην περιοχή μας, οδηγεί σε μία ανατροφοδοτούμενη κατάσταση. Είναι προφανές ότι η εκπαίδευση και η εξάσκηση των καρδιολόγων, η μείωση του κόστους εάν είναι δυνατό και η καλύτερη πρόσβαση σε κέντρα ΜΤΚ θα συνεισφέρουν σε ευρεία διάδοση αυτής της απεικονιστικής μεθόδου.¹⁶ Αυτό συμφωνεί με τις απαντήσεις των περισσότερων καρδιολόγων στην συγκεκριμένη ερώτηση. Ένα εξειδικευμένο καρδιολογικό ή απεικονιστικό κέντρο με ειδικούς τομογράφους ΜΤΚ θα μπορού-

σε να αποτελεί την απάντηση τουλάχιστον στη μη διαθεσιμότητα και εν μέρει στο θέμα της παραπομπής των ασθενών.²⁷ Το πανεπιστημιακό νοσοκομείο θα μπορούσε να παρέχει τέτοιες υπηρεσίες, όμως απαιτείται συνεργασία μεταξύ καρδιολόγων και ακτινολόγων, μια γενναιόδωρη χρηματοδότηση από το υπουργείο Υγείας για έναν νέας γενιάς τομογράφο και τέλος κατάλληλη εκπαίδευση προσωπικού.^{12,28,29} Η ανάπτυξη ενός εξειδικευμένου πανεπιστημιακού κέντρου ΜΤΚ στη χώρα μας ίσως άλλαζε τα πράγματα, ενώ ένα σύστημα υποτροφιών για νέους συναδέλφους σε ένα τέτοιο κέντρο θα προσέλκυε το ενδιαφέρον.^{27,30,31} Σίγουρα απαιτούνται μελέτες κόστους και ανάλυση των οικονομικών πλεονεκτημάτων-αν υπάρχουν-της ΜΤΚ έναντι των άλλων απεικονιστικών μεθόδων.¹ Αν πραγματικά θέλουμε η ΜΤΚ να χρησιμοποιηθεί στη χώρα μας, πρέπει να υπάρξει οργανωμένο σχέδιο εκπαίδευσης, μείωση του κοστολογίου και εγκατάσταση περισσότερων τομογράφων εκτός κέντρου. Η Ελληνική Καρδιολογική Εταιρεία έχει συνεισφέρει πολύ στη διάδοση της μεθόδου περιλαμβάνοντας τη θεματολογία της ΜΤΚ σε συνέδρια, οργανώνοντας ειδικά σεμινάρια και χρηματοδοτώντας υποτροφίες για εκπαίδευση στο εξωτερικό. Παρόλα αυτά είναι προφανές ότι πρέπει να γίνουν ακόμα περισσότερα.^{12,28}

Για όλους αυτούς τους προαναφερθέντες λόγους, δεν αποτέλεσε έκπληξη ότι 46,7 % των καρδιολόγων θεωρεί ότι η μέθοδος δεν θα αναπτυχθεί περισσότερο, τουλάχιστο στην περιοχή που διεξήχθη η παρούσα έρευνα. Εμείς θα θέλαμε να συνταχούμε με το 41,7 % των συναδέλφων που θεωρεί το αντίθετο. Και θα συμφωνήσουμε με τον διακεκριμένο στην μαγνητική τομογραφία συνάδελφο Dr Vivian Lee, ο οποίος τονίζει ότι αν η μέθοδος δεν χρησιμοποιηθεί, μοιραία θα εκλείψει.

Συμπέρασμα: Σε μια περιοχή της χώρας μας μόλις 200 km από την πρωτεύουσα, οι καρδιολόγοι που υπηρετούν περίπου 1 εκατομμύριο πληθυσμού, φαίνεται να είναι ελλειπώς ενημερωμένοι σχετικά με τα πλεονεκτήματα και τις δυνατότητες της ΜΤΚ. Η σύνθετη αλληλεπίδραση μεταξύ έλλειψης εκπαίδευσης, κόστους και μη διαθεσιμότητας της μεθόδου, δημιουργεί και συντηρεί ένα φαύλο κύκλο που αναστέλλει την εφαρμογή και την διάδοση της ΜΤΚ. Μεγαλύτερη προσπάθεια προς αυτή την κατεύθυνση απαιτείται από επιστήμονες, επιστημονικούς οργανισμούς, το πανεπιστήμιο και την πολιτεία.

Ευχαριστήριο: Προς όλους τους/τις συναδέλφους που ευγενικά μας διέθεσαν τον πολύτιμο χρόνο τους.

Βιβλιογραφία

1. Stillman AE. What has happened to cardiac MRI? J Am Coll Radiol. 2007; 4: 224-226; discussion 227-228.
2. Danias PG. Cardiovascular magnetic resonance imaging. An opportunity for fruitful collaborations. Hellenic J Cardiol. 2007; 48: 53-54.
3. Alfayoumi F, Gradman A, Traub D, Biedermann R. Evolving clinical application of cardiac MRI. Rev Cardiovasc Med. 2007; 8: 135-144.
4. Levine GN, Gomes AS, Arai AE, et al. Safety of magnetic resonance imaging in patients with cardiovascular devices: an American Heart Association scientific statement from the Committee on Diagnostic and Interventional Cardiac Catheterization, Council on Clinical Cardiology, and the Council on Cardiovascular Radiology and Intervention: endorsed by the American College of Cardiology Foundation, the North American Society for Cardiac Imaging, and the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. Circulation. 2007; 116: 2878-2891.
5. Giroletti E, Corbucci G. Cardiac magnetic resonance imaging: patient safety considerations. Phys Med. 2005; 21: 5-13.
6. Prasad SK, Pennell DJ. Safety of cardiovascular magnetic resonance in patients with cardiovascular implants and devices. Heart. 2004; 90: 1241-1244.
7. Pamboucas C, Schmitz S, Nihoyannopoulos P. Magnetic resonance imaging in the detection of myocardial viability: the role of delayed contrast hyperenhancement. Hellenic J Cardiol. 2005; 46: 108-116.
8. Mavrogeni S, Cokkinos D. Study of myocardial viability using gadolinium-enhanced magnetic resonance imaging. Hellenic J Cardiol. 2005; 46: 68.
9. Pennell DJ, Sechtem UP, Higgins CB, et al. Clinical indications for cardiovascular magnetic resonance (CMR): Consensus Panel report. J Cardiovasc Magn Reson. 2004; 6: 727-765.
10. Bandettini WP, Arai AE. Advances in Clinical Applications of Cardiovascular Magnetic Resonance Imaging. Heart. 2008.
11. Pamboucas C, Nihoyannopoulos P. Cardiovascular magnetic resonance at 3 Tesla: advantages, limitations and clinical potential. Hellenic J Cardiol. 2006; 47: 170-173.
12. Kim HW, Crowley AL, Kim RJ. A clinical cardiovascular magnetic resonance service: operational considerations and the basic examination. Magn Reson Imaging Clin N Am. 2007; 15: 473-485, v.
13. Davlouros PA, Kilner PJ, Hornung TS, et al. Right ventricular function in adults with repaired tetralogy of Fallot assessed with cardiovascular magnetic resonance imaging: detrimental role of right ventricular outflow aneurysms or akinesia and adverse right-to-left ventricular interaction. J Am Coll Cardiol. 2002; 40: 2044-2052.
14. Davlouros PA, Niwa K, Webb G, Gatzoulis MA. The right ventricle in congenital heart disease. Heart. 2006; 92 Suppl 1: i27-38.
15. Kiaffas MG, Davlouros P, Tsertos F, Andreou J, Danias PG. Cardiovascular magnetic resonance evaluation of patients with transposition of the great arteries following atrial switch surgical correction. Hellenic J Cardiol. 2005; 46: 69-73.
16. Atalay MK. Establishing a cardiac MRI program: problems, pitfalls, expectations. J Am Coll Radiol. 2005; 2: 740-748.
17. Sourides BE, Theofilogiannakos EK, Theofilogiannakos G, et al. Clinical experience from 1000 consecutive cardiovascu-

- lar MRI cases at a tertiary referral medical center. *Hellenic J Cardiol.* 2007; 48: 192-197.
18. Sorrell VL. The complementary role of cardiac MRI to 2D and Doppler echocardiography in the diagnosis and management of patients with cardiovascular diseases. *Echocardiography.* 2007; 24: 182-184.
 19. Sorrell VL, Altbach MI, Kudithipudi V, Squire SW, Goldberg SJ, Klewer SE. Cardiac MRI is an important complementary tool to Doppler echocardiography in the management of patients with pulmonary regurgitation. *Echocardiography.* 2007; 24: 316-328.
 20. Altbach MI, Squire SW, Kudithipudi V, Castellano L, Sorrell VL. Cardiac MRI is complementary to echocardiography in the assessment of cardiac masses. *Echocardiography.* 2007; 24: 286-300.
 21. Heyer CM, Peters S, Lemburg S, Nicolas V. [Awareness of radiation exposure of thoracic CT scans and conventional radiographs: what do non-radiologists know?]. *Rofo.* 2007; 179: 261-267.
 22. Manning WJ, Nezafat R, Appelbaum E, Danias PG, Hauser TH, Yeon SB. Coronary magnetic resonance imaging. *Magn Reson Imaging Clin N Am.* 2007; 15: 609-37, vii.
 23. Vozaiti M, Pipilis A, Loris A, Andreou J, Danias PG. Clinical utility of coronary magnetic resonance angiography: is the important contribution of the method the visualization of significant stenoses, or persuasion to undergo invasive evaluation? *Hellenic J Cardiol.* 2005; 46: 300-301.
 24. 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.
 25. From the editor. The Cardiovascular Institute, the future of CMR. *J Cardiovasc Magn Reson.* 2005; 7:v.
 26. Pohost GM, Kim RJ, Kramer CM, Manning WJ. Task Force 12: training in advanced cardiovascular imaging (cardiovascular magnetic resonance [CMR]) endorsed by the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. *J Am Coll Cardiol.* 2008; 51: 404-408.
 27. Rehwald WG, Wagner A, Sievers B, Kim RJ, Judd RM. Cardiovascular MRI. its current and future use in clinical practice. *Expert Rev Cardiovasc Ther.* 2007; 5: 307-321.
 28. Kim RJ, de Roos A, Fleck E, et al. Guidelines for training in Cardiovascular Magnetic Resonance (CMR). *J Cardiovasc Magn Reson.* 2007; 9: 3-4.
 29. O'Regan DP, Schmitz SA. Establishing a clinical cardiac MRI service. *Clin Radiol.* 2006; 61: 211-224.
 30. Woodard PK, Bluemke DA, Cascade PN, et al. ACR practice guideline for the performance and interpretation of cardiac magnetic resonance imaging (MRI). *J Am Coll Radiol.* 2006; 3: 665-676.
 31. Pohost GM, Kim RJ, Kramer CM, Manning WJ. Task Force 12: training in advanced cardiovascular imaging (cardiovascular magnetic resonance [CMR]): endorsed by the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. *J Am Coll Cardiol.* 2006; 47: 910-914.