

*Υπερηχοκαρδιογραφική αξιολόγηση του υπερτασικού ασθενούς

**Μ.Σ. Καλλίστρατος
Ν. Κοντογιάννης
Σ. Γιαννίτση
Α.Ι. Μανώλης**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αρτηριακή υπέρταση αποτελεί την κυριότερη αιτία καρδιαγγειακού θανάτου παγκοσμίως. Η έγκαιρη διάγνωση και θεραπεία αποτελούν πλέον τον ακρογωνιαίο λίθο για τη μείωση αυτής της καρδιαγγειακής νοσηρότητας και θνητότητας. Η ηχοκαρδιογραφική αξιολόγηση του υπερτασικού ασθενούς αποτελεί πλέον εξέταση ρουτίνας καθώς καθορίζει σε μεγάλο βαθμό τη διαχείριση και τον καθορισμό των θεραπευτικών χειρισμών σε αυτούς τους ασθενείς. Σε αυτήν την ανασκόπηση, εξετάζουμε τα τρέχοντα δεδομένα σχετικά με την υπερηχοκαρδιογραφική αξιολόγηση του υπερτασικού ασθενούς.

Λέξεις-κλειδιά: Αρτηριακή Υπέρταση, Υπερτροφία αριστερής κοιλίας, υπέρηχος καρδιάς, μυοκαρδιακή παραμόρφωση

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αρτηριακή υπέρταση αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα κινδύνου καθώς αυξάνει την καρδιαγγειακή νοσηρότητα και θνητότητα. Η υπερτασική μυοκαρδιοπάθεια αποτελεί μια σύνθετη οντότητα και αντικατοπτρίζει τις αλλαγές στο καρδιαγγειακό σύστημα που προκύπτουν από την αρτηριακή υπέρταση¹. Η ανάπτυξη της υπερηχογραφίας Doppler επέτρεψε να προσεγγίσουμε με διαφορετική οπτική γωνία τους υπερτασικούς ασθενείς, με δεδομένα που αφορούν την παθοφυσιολογία αλλά και τις κλινικές επιπτώσεις της υπέρτασης στο καρδιαγγειακό σύστημα και συγκεκριμένα στην καρδιά. Σε αυτήν την ανασκόπηση θα εξετάσουμε τα παλαιότερα αλλά και τα νεότερα δεδομένα σχε-

τικά με την υπερηχοκαρδιογραφική αξιολόγηση του υπερτασικού ασθενούς.

ΥΠΕΡΗΧΟΚΑΡΔΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΥΠΕΡΤΑΣΙΚΟΥ ΑΣΘΕΝΟΥΣ

Η ηχοκαρδιογραφική αξιολόγηση του υπερτασικού ασθενούς γίνεται σε δύο επίπεδα: Στην ανατομική προσέγγιση που περιλαμβάνει τη μέτρηση των διαστάσεων των καρδιακών κοιλοτήτων, και στη λειτουργική προσέγγιση που περιλαμβάνει την αξιολόγηση των διαφόρων λειτουργικών δεικτών. Συνοψίζοντας, η υπερηχογραφική αξιολόγηση ενός υπερτασικού ασθενούς θα πρέπει να περιλαμβάνει τουλάχιστον την εκτίμηση των παρακάτω: Την καρ-

* Το πρωτόκολλο έχει χρηματοδοτηθεί από την Ελληνική Εταιρεία Υπέρτασης.

Ασκληπιείο Βούλας, Καρδιολογική Κλινική, Αθήνα

✉ **Αλληλογραφία:** Εμμανουήλ Καλλίστρατος, Ειδικός Καρδιολόγος, Θουκυδίδου 37, 174 55 Άλιμος, Αθήνα • Τηλ: 210 9829911 • 6944730467 • Email: kallistrat1972@gmail.com

διακή γεωμετρία, τη μάζα και τη λειτουργικότητα της αριστερής κοιλίας και του αριστερού κόλπου, καθώς και τις διαστάσεις της θωρακικής αορτής.

Γεωμετρία και μάζα αριστερής κοιλίας

Παρ' όλο που η ηχοκαρδιογραφία παρουσιάζει κάποιους περιορισμούς (χαμηλή ποιότητα απεικόνισης σε ασθενείς με αποφρακτική πνευμονοπάθεια ή παχύσαρκους, μεταβλητότητα αποτελεσμάτων μεταξύ διαφορετικών παρατηρητών κ.λπ.), είναι σαφώς πιο ευαίσθητη από το ηλεκτροκαρδιογράφημα στον προσδιορισμό της υπερτροφίας της αριστερής κοιλίας και διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στον θεραπευτικό χειρισμό των ασθενών με υπέρταση⁴⁻⁶. Για αυτόν τον λόγο, η Ευρωπαϊκή Εταιρεία Υπέρτασης έχει συμπεριλάβει τη μέτρηση των διαστάσεων και τη μάζα της αριστερής κοιλίας στη διαχείριση των ασθενών με υπέρταση⁷. Η προτεινόμενη ηχοκαρδιογραφική αξιολόγηση περιλαμβάνει τη μέτρηση του πάχους των τοιχωμάτων και τις διαμέτρους της αριστερής κοιλίας καθώς και τον υπολογισμό της μάζας της αριστερής κοιλίας σύμφωνα με τον τύπο που έχει προταθεί από την Αμερικανική Εταιρεία Ηχοκαρδιογραφίας⁸⁻¹². Ο υπολογισμός της μάζας της αριστερής κοιλίας προέρχεται από τη δισδιάστατη γραμμική αξιολόγηση της αριστερής κοιλίας και έχει επικυρωθεί από νεκροτομικές μελέτες.

$$\text{Μάζα ΑΚ} = 0,8 \times 1,04$$

$$[(\text{TΔΔδ} + \text{ΟΤΑΚδ} + \text{ΜΣΚδ})^3 - \text{TΔΔδ}^3] + 0,6 \text{ g}$$

Όπου ΤΔΔδ αφορά την εσωτερική τελοδιαστολική διάμετρο, ΑΚ την αριστερή κοιλία και ΟΤΑΚ το πάχος του οπισθίου τοιχώματος στη διαστολή. Παρ' όλο που η συσχέτιση μεταξύ του δείκτη μάζας της αριστερής κοιλίας και του καρδιαγγειακού κινδύνου είναι συνεχής¹¹, προτείνεται το κατώφλι των 115 g/m² για τους άνδρες και 95 g/m² για τις γυναίκες όσον αφορά τον καθορισμό της υπερτροφίας της αριστερής κοιλίας. Η θεραπεία της υπέρτασης εκτός από τη μείωση των καρδιαγγειακών συμβάντων, μπορεί να μειώσει και τη μάζα της αριστερής κοιλίας¹³. Επιπλέον, η υπερτροφία της αριστερής κοιλίας μπορεί περαιτέρω να διαχωριστεί σε συγκεντρική και έκκεντρη¹². Αυτή η ταξινόμηση μπορεί να προσδιοριστεί βάσει του σχετικού πάχους των τοιχωμάτων και ορίζεται ως ο λόγος του οπισθίου τοιχώματος (επί δύο) προς την τελοδιαστολική διάμετρο. Εάν ο λόγος είναι <0,42 η

υπερτροφία ορίζεται ως έκκεντρη, εάν είναι >0,42 ως συγκεντρική¹³. Η συγκεντρική υπερτροφία αυξάνει περισσότερο τον καρδιαγγειακό κίνδυνο των ασθενών με υπέρταση¹³.

Πέραν από τη μάζα της αριστερής κοιλίας, η αντίστοιχη γεωμετρία παρέχει επιπλέον προγνωστικές πληροφορίες σε υπερτασικούς ασθενείς. Αυξημένη βασική τιμή μάζας αριστερής κοιλίας και παθολογική γεωμετρία σχετίζονται με περαιτέρω αύξηση στη νοσηρότητα και τη θνησιμότητα σε υψηλού κινδύνου ασθενείς μετά από έμφραγμα του μυοκαρδίου^{14,15}. Με δεδομένα όλα αυτά τα στοιχεία, είναι φανερό ότι η εκτίμηση της μάζας της αριστερής κοιλίας και γεωμετρίας με υπερηχοκαρδιογράφημα συμβάλλει σημαντικά στη διαχείριση των υπερτασικών ασθενών. Και οι δύο τεχνικές απεικόνισης Μ-Mode και 2-D έχουν χρησιμοποιηθεί εκτεταμένα για την εκτίμηση της μάζας και γεωμετρίας της αριστερής κοιλίας¹⁶⁻¹⁸. Όμως, παρά τις ποικίλες τροποποιήσεις σε αυτές τις συμβατικές υπερηχοκαρδιογραφικές τεχνικές¹⁹, πρέπει να γνωρίζουμε ότι οι υπολογισμοί με το Μ-Mode και το 2D της μάζας της αριστερής κοιλίας έχουν πολλούς περιορισμούς. Η αξιολόγηση νεκροτομικών μελετών περιορίζεται από τον μικρό αριθμό τους, επιπλέον, μόνο μερικές από αυτές έχουν δείξει μάλλον φτωχές συσχετίσεις. Επίσης, η κοιλιακή ασυμμετρία μπορεί να επηρεάσει την ακρίβεια της εκτίμησης που έγινε εφαρμόζοντας γραμμικές μετρήσεις σε δύο ορθογώνια επίπεδα. Τελικά, είναι πλέον γνωστό ότι η μεταβλητότητα των υπερηχοκαρδιογραφικών μετρήσεων δεν είναι μηδαμινή. Η τρισδιάστατη (3-D) υπερηχοκαρδιογραφία έχει αποδειχθεί πως έχει πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με τη δισδιάστατη (2-D), έχει δώσει καλά αποτελέσματα όσον αφορά την εκτίμηση της μάζας της αριστερής κοιλίας²⁰ παρ' όλο που δεν εξαλείφει τους γνωστούς περιορισμούς²¹. Σε μια μελέτη στην οποία τρισδιάστατα υπερηχοκαρδιογραφήματα ανακατασκευάστηκαν από δισδιάστατα δεδομένα, οι μετρήσεις της μάζας της αριστερής κοιλίας έδειξαν υψηλή συσχέτιση (r=0,9) με τη μαγνητική τομογραφία (MRI), η οποία θεωρήθηκε η μέθοδος εκλογής για την εκτίμηση των όγκων και της μάζας της αριστερής κοιλίας, με δεδομένη τη μεγαλύτερη ακρίβεια και επαναληψιμότητα. Παρ' όλα αυτά, η μεταβλητότητα μεταξύ των παρατηρητών βρέθηκε να είναι 13%²¹. Η μέτρηση της μάζας της αριστερής κοιλίας με τρισδιάστατη

υπερηχογραφία σε αληθινό χρόνο έχει φανεί να μειώνει το τυπικό σφάλμα της εκτίμησης²¹.

Συστολική λειτουργία αριστερής κοιλίας

Η υπερηχοκαρδιογραφία παρέχει μια αξιόπιστη εκτίμηση της συστολικής λειτουργίας της αριστερής κοιλίας. Το κλάσμα εξώθησης της αριστερής κοιλίας, καθώς και η ενδοκαρδιακή και η μεσοτοιχωματική κλασματική βράχυνση, είναι οι πιο πρακτικοί δείκτες συστολικής λειτουργίας που έχουν επίσης προταθεί ως πιθανοί επιπρόσθετοι προγνωστικοί δείκτες των καρδιαγγειακών συμβαμάτων²³. Η μελέτη Framingham έδειξε ότι ο κίνδυνος ανάπτυξης καρδιακής ανεπάρκειας σε υπερτασικούς συγκριτικά με νορμοτασικά άτομα ήταν περίπου διπλάσιος στους άντρες και τριπλάσιος στις γυναίκες, δηλαδή καταδεικνύει τη σημασία εκτίμησης της λειτουργικότητας της αριστερής κοιλίας σε υπερτασικούς με καρδιακή νόσο. Ο συμβατικός τρόπος εκτίμησης της λειτουργικότητας της αριστερής κοιλίας με υπερηχοκαρδιογράφημα είναι μέσω του κλάσματος εξώθησης αριστερής κοιλίας, υπολογισμένου με τη μέθοδο Simpson²³. Αν το κλάσμα εξώθησης της αριστερής κοιλίας εκτιμάται αρχικά ως <50%, υπάρχει περίπου δέκα φορές πιο αυξημένος κίνδυνος νοσηλείας λόγω συμφορητικής καρδιακής ανεπάρκειας σε σύγκριση με υπερτασικούς ασθενείς με φυσιολογικό κλάσμα εξώθησης. Παρά την εκτεταμένη κλινική χρήση του κλάσματος εξώθησης της αριστερής κοιλίας, θα πρέπει να λαμβάνουμε πάντα υπ' όψιν ότι πρόκειται για έναν συστολικό δείκτη που εξαρτάται από το φορτίο (όγκου και πίεσης). Από αυτή την άποψη, είναι ολοφάνερα πολύ σημαντικό να αναγνωρίσουμε την πιο αμβληχή αρχική βλάβη της αριστερής κοιλίας, χρησιμοποιώντας επιπρόσθετους δείκτες πέραν του κλάσματος εξώθησης που δεν εξαρτώνται από το φορτίο. Αυτός ήταν ο λόγος για την εισαγωγή στην κλινική πρακτική, της κλασματικής βράχυνσης του μέσου τοιχώματος, ενός δείκτη συστολικής λειτουργίας της αριστερής κοιλίας που είναι σχετικά ανεξάρτητος από το μεταφορτίο. Αξιοσημείωτο είναι δε ότι οι υπερτασικοί ασθενείς με υπερτροφία της αριστερής κοιλίας και φυσιολογικό κλάσμα εξώθησης έχουν βρεθεί να έχουν παθολογική κλασματική βράχυνση του μέσου τοιχώματος²². Η λειτουργικότητα της αριστερής κοιλίας έχει βρεθεί επίσης ότι αντανακλάται έμμεσα από τη λειτουργικότητα των μυοκαρδιακών

ινών στον μακρό άξονα. Η εκτίμηση της λειτουργικότητας της αριστερής κοιλίας στον μακρό άξονα παρέχει έναν χρήσιμο δείκτη, ο οποίος μπορεί να ανιχνεύσει ακόμα και την παραμικρή βλάβη της λειτουργικότητας της αριστερής κοιλίας που δεν θα μπορούσε να αναγνωριστεί με το κλάσμα εξώθησης. Μια τέτοια βλάβη της λειτουργικότητας της αριστερής κοιλίας κατά τον μακρό άξονα φάνηκε ότι παρουσιάζεται στα πολύ αρχικά στάδια σε πολλές καρδιακές νόσους, και συνεπώς θεωρήθηκε ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο στην εκτίμηση του υπερτασικού ασθενούς²⁴. Οι υπερτασικοί ασθενείς χωρίς φανερή συστολική δυσλειτουργία, εμφανίζουν συστολική δυσλειτουργία της αριστερής κοιλίας στον μακρό άξονα, ενώ η διαστολική δυσλειτουργία στον μακρό άξονα πάντα συνυπάρχει σε μοντέλα παθολογικής διαστολικής πλήρωσης. Έχει προταθεί ότι η συστολική δυσλειτουργία κατά τον μακρό άξονα προηγείται της διαστολικής δυσλειτουργίας κατά τον μακρό άξονα σε υπερτασικούς ασθενείς²⁵. Παρόμοια, μια νεοεμφανιζόμενη υπερηχοκαρδιογραφική τεχνική απεικόνισης με ιστικό Doppler, έχει επίσης δείξει ότι, σε ασθενείς με υπέρταση και φυσιολογικό κλάσμα εξώθησης, μια σημαντική μείωση στη συστολική ιστική ταχύτητα στον μακρό άξονα μπορεί να αναγνωριστεί, μαζί με την αριστερή υπερτροφία της αριστερής κοιλίας και τη διαστολική δυσλειτουργία²⁶⁻²⁸. Ο Nishikage και οι συνεργάτες του²⁹ χρησιμοποίησαν απεικόνιση με ιστικό Doppler σε ασυμπτωματικούς υπερτασικούς ασθενείς και κατάφεραν να δείξουν μια βλάβη στη συστολική λειτουργικότητα κατά τον μακρό άξονα στο 10% αυτών, η οποία σχετίστηκε στενά με μια αντίστοιχη βλάβη στη διαστολική λειτουργία. Κατέληξαν ότι η εκτίμηση της λειτουργικότητας της αριστερής κοιλίας στον επιμήκη άξονα είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για την αναγνώριση της διαστολικής δυσλειτουργίας και της υποκλινικής συστολικής δυσλειτουργίας της αριστερής κοιλίας σε ασυμπτωματικούς υπερτασικούς ασθενείς. Σημειωτέον, ο Blendea και συνεργάτες³⁰ ανέφεραν ένα αντίθετο αποτέλεσμα: αλλαγές στη συστολική και διαστολική λειτουργία της αριστερής κοιλίας κατά τον μακρό άξονα, θα μπορούσαν να προβλέψουν την έναρξη της υπέρτασης. Ο συνεπικουρικός ρόλος της τρισδιάστατης υπερηχοκαρδιογραφίας σε ασθενείς με υπερτροφία καθιερώνει μια νέα μη επεμβατική μέθοδο για την εκτίμηση της μυοκαρδιακής μηχανικής και της

σχέσης αυτών των ασθενών με τους μυοκαρδιακούς όγκους. Ο Jenkins και οι συνεργάτες του βρήκαν ότι η τρισδιάστατη απεικόνιση του κλάσματος εξώθησης του μέσου τοιχώματος της αριστερής κοιλίας μπορεί να διευκρινίσει μεταξύ φυσιολογικών και υπερτασικών ασθενών όταν και οι δύο έχουν υπερτροφία της αριστερής κοιλίας και φυσιολογική συστολική λειτουργία, και σχετίζεται με τον βαθμό της υπερτροφίας³¹. Τελικά, η παρουσία δυσυγχρονισμού της αριστερής κοιλίας συμβάλλει στη συστολική δυσλειτουργία αυτής. Ο Kiriset και οι συνεργάτες του χρησιμοποίησαν ιστικό Doppler για να αποδείξουν ότι αυτό ήταν επίσης αληθές και στην υπέρταση, αναφέροντας ότι ο δυσυγχρονισμός της αριστερής κοιλίας είναι ένας από τους ανεξάρτητους προγνωστικούς δείκτες συστολικής λειτουργίας σε νεοδιαγνωσθέντες υπερτασικούς ασθενείς^{32,33}.

Διαστολική λειτουργία αριστερής κοιλίας

Η εμφάνιση διαστολικής δυσλειτουργίας της αριστερής κοιλίας μπορεί να προηγείται της υπερτροφίας και μπορεί να είναι μια από τις πρωιμότερες αλλαγές που σχετίζονται με την υπερτασική καρδιοπάθεια³⁴. Αξίζει να σημειωθεί πως η διαστολική δυσλειτουργία μπορεί να μην συνοδεύεται από συμπτώματα και είναι συνήθως τυχαίο εύρημα κατά τη διάρκεια μιας ηχοκαρδιογραφικής μελέτης³⁵. Από τη στιγμή που η διαστολική δυσλειτουργία της αριστερής κοιλίας, όπως αυτή εκτιμάται από την Doppler ηχοκαρδιογραφία, μπορεί να προβλέψει τη θνητότητα σε μέσης ηλικίας και πιο ηλικιωμένους ασθενείς³⁶, η παράμετρος αυτή έχει αποκτήσει σημαντικό κλινικό ρόλο. Μια ολοκληρωμένη εκτίμηση της διαστολικής λειτουργίας θα πρέπει να περιλαμβάνει όχι μόνο μια απλή ταξινόμηση της εξέλιξης της διαστολικής δυσλειτουργίας, αλλά επίσης και μια εκτίμηση των πιέσεων πλήρωσης της αριστερής κοιλίας, έναν πραγματικό καθοριστικό παράγοντα των συμπτωμάτων και της πρόγνωσης. Αν και αυτό μπορεί να προκύψει από ποικίλους ηχοκαρδιογραφικούς χειρισμούς και εργαλεία, το πηλίκο της διαμπτροειδικής ταχύτητας E προς την πρώιμη διαστολική ταχύτητα που προέρχεται από το ιστικό Doppler (πηλίκο E/è) αποτελεί τον πιο εφαρμόσιμο και ακριβή τρόπο. Οι δομικές αλλαγές του μυοκαρδίου, όπως οι αλλαγές στο κολλαγόνο και τα μυοκαρδιακά κύτταρα, αποτελούν πιθανότερα τον μηχανισμό της διαστολικής

δυσλειτουργίας³⁵. Οι Kasner και συνεργάτες βρήκαν πως ασθενείς με καρδιακή ανεπάρκεια και φυσιολογικό κλάσμα εξώθησης της αριστερής κοιλίας (διαστολική καρδιακή ανεπάρκεια) παρουσιάζουν αυξημένα επίπεδα μυοκαρδιακού κολλαγόνου τύπου 1, με ενισχυμένο κολλαγόνο διασύνδεσης και έκφραση της οξειδάσης της λυσίνης, που είχαν συσχετιστεί με επηρεασμένες διαστολικές ιστικές παραμέτρους³⁵. Δεν είναι σίγουρο εάν η Doppler ηχοκαρδιογραφία μπορεί να εκτιμήσει την πραγματική διαστολική λειτουργία της αριστερής κοιλίας ή εάν απλώς παρέχει δείκτες εκτίμησης των πιέσεων πλήρωσης της αριστερής κοιλίας. Ο προαναφερθείς δείκτης πιέσεων πλήρωσης E/è (στο πλάγιο τοίχωμα) έχει αναγνωριστεί ως ο καλύτερος δείκτης, μεταξύ όλων των ηχοκαρδιογραφικών παραμέτρων που ερευνώνται, για την αναγνώριση της διαστολικής δυσλειτουργίας στην καρδιακή ανεπάρκεια όταν το κλάσμα εξώθησης της αριστερής κοιλίας είναι φυσιολογικό. Αυτό έχει επιβεβαιωθεί από ανάλυση με καθετήρα αγωγιμότητας³⁶. Πρόσφατα η διαστολική δυσυγχρονία έχει προταθεί ως πιθανός μηχανισμός που συμμετέχει στην παθοφυσιολογία της υπερτασικής καρδιακής νόσου. Τα ευρήματα υποδηλώνουν πως οι αλλαγές στη διαστολική δυσυγχρονία μπορεί να προκαλούνται από αυξημένη μυοκαρδιακή μάζα της αριστερής κοιλίας και αυξημένη αρτηριακή σκληρία³⁷.

Διαστάσεις, όγκος και λειτουργικότητα του αριστερού κόλπου

Το μέγεθος του αριστερού κόλπου φαίνεται να είναι προγνωστικός παράγων, όχι μόνο για κολπική μαρμαρυγή^{40,42}, αγγειακό εγκεφαλικό⁴³ και συμφορητική καρδιακή ανεπάρκεια, αλλά επίσης και του συνολικού καρδιαγγειακού κινδύνου³⁸. Ο αριστερός κόλπος είναι πολύ ευαίσθητος στις πιέσεις πλήρωσης και αναδιαμορφώνεται ως απάντηση στη χρόνια αυξημένη αρτηριακή πίεση και υπερφόρτιση όγκου. Οι Cuspidi και συνεργάτες βρήκαν, σε μία ομάδα ασθενών που ήταν πρωτίστως υπερτασικοί, πως η διόγκωση του αριστερού κόλπου ήταν συχνό εύρημα σε ασθενείς με διατηρημένη συστολική λειτουργία. Αυτή η ανωμαλία βρέθηκε να είναι στενά συνδεδεμένη με την υπερτροφία της αριστερής κοιλίας και τη διαστολική δυσλειτουργία. Για αυτούς τους λόγους, στις τελευταίες οδηγίες της Ευρωπαϊκής Καρδιολογικής

Εταιρείας για τη διαχείριση της αρτηριακής υπέρτασης, η μέτρηση του μεγέθους του αριστερού κόλπου αποτελεί ισχυρή σύσταση. Το μέγεθος του αριστερού κόλπου μετράται στην τελουστολή των κοιλιών στο μέγιστο των διαστάσεών του προσπαθώντας να αποφύγουμε προοπτικές προβολές του αριστερού κόλπου. Η βάση του αριστερού κόλπου θα πρέπει να βρίσκεται στο μέγιστο μέγεθός της, υποδηλώνοντας πως το επίπεδο απεικόνισης διέρχεται μέσα από τη μέγιστη επιφάνεια στον βραχύ άξονα και το μήκος του αριστερού κόλπου μεγιστοποιείται, επιβεβαιώνοντας έτσι την ευθυγράμμιση με τον πραγματικό επιμήκη άξονα. Είναι πλέον γνωστό πως ο όγκος του αριστερού κόλπου και η προσθιο-οπίσθια διάμετρος δεν σχετίζονται γραμμικά, έτσι ώστε στην κλινική πράξη όταν μετράται το μέγεθος του αριστερού κόλπου, ο προσδιορισμός του όγκου προτιμάται σε σχέση με τις γραμμικές διαστάσεις, διότι αυτό επιτρέπει ακριβή εκτίμηση της ασύμμετρης αναδιαμόρφωσης της κοιλότητας του αριστερού κόλπου⁴². Επιπλέον, ο όγκος του αριστερού κόλπου όχι μόνο είναι πιο ακριβής και αναπαραγωγίμη εκτίμηση του μεγέθους του αριστερού κόλπου σε σχέση με τις μεθόδους αναφοράς όπως η απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού (MRI)⁴³, αλλά επίσης η συσχέτιση με καρδιαγγειακά νοσήματα είναι ισχυρότερη για τον όγκο του αριστερού κόλπου από ό,τι για τις γραμμικές διαστάσεις⁴⁴. Οι όγκοι του αριστερού κόλπου υπολογίζονται¹² καλύτερα χρησιμοποιώντας είτε ένα ελλειψοειδές μοντέλο είτε τη μέθοδο Simpson. Ο υπολογισμός του όγκου του αριστερού κόλπου με τη μέθοδο μήκους-επιφανείας εφαρμόζεται πιο συχνά, χρησιμοποιώντας τον τύπο $8/3\pi (A1 \times A2/L)$, όπου A1 και A2 αντιπροσωπεύουν τις μέγιστες μετρήσιμες επιφάνειες που υπολογίζονται από τις κορυφαίες τομές τεσσάρων και δύο κοιλοτήτων αντίστοιχα και L είναι η διάμετρος στον επιμήκη άξονα, όπως αυτή καθορίζεται από τη μικρότερη απόσταση του οπίσθιου τοιχώματος έως τη γραμμή κατά μήκος του σημείου ένωσης των γλωχίνων της μιτροειδούς είτε στην τομή των δύο είτε των τεσσάρων κοιλοτήτων¹². Παρ' όλα αυτά, όλες οι ηχοκαρδιογραφικές μέθοδοι υποεκτιμούν σημαντικά τον όγκο του αριστερού κόλπου σε σύγκριση με τις μετρήσεις που λαμβάνονται με την MRI. Κάποια μικρή, όχι σημαντική, βελτίωση στην εκτίμηση του όγκου του αριστερού κόλπου έχει επιτευχθεί από την εφαρμογή των μεθόδων της τρισδιάστατης ηχο-

καρδιογραφίας⁴⁵. Εκτός από τις διαστάσεις και τον όγκο του αριστερού κόλπου, η λειτουργικότητα του αριστερού κόλπου έχει προσελκύσει ιδιαίτερο ενδιαφέρον⁴⁶. Η προοδευτική διαστολική δυσλειτουργία της αριστερής κοιλίας λόγω υπέρτασης, προκαλεί αλλαγές στη συσπαστική λειτουργία του αριστερού κόλπου με έναν τρόπο προβλέψιμο. Στους υπερτασικούς ασθενείς αυξημένου κινδύνου για να έχουν διαστολική δυσλειτουργία της αριστερής κοιλίας, μια μειωμένη συμμετοχή της συσπαστικής λειτουργίας του αριστερού κόλπου στην κοιλιακή πλήρωση κατά τη φάση της διαστολής, είναι ισχυρός προγνωστικός παράγοντας δυσμενών καρδιακών συμβαμάτων και θανάτου⁴⁶. Παρ' όλα αυτά, υπάρχουν σημαντικοί περιορισμοί στην κλινική εφαρμογή των ηχοκαρδιογραφικών μεθόδων για την εκτίμηση της λειτουργίας του αριστερού κόλπου, συμπεριλαμβανομένης της εξάρτησης από τις αιμοδυναμικές αλλαγές της αριστερής κοιλίας, της ποιότητας της απεικόνισης, της εκτίμησης σε ένα μόνο επίπεδο και της επίδρασης του φαινομένου της συγκράτησης της κίνησης των μιτροειδικών γλωχίνων (tethering). Η μέθοδος της απεικόνισης του ρυθμού παραμόρφωσης είναι μία νέα ηχοκαρδιογραφική τεχνική, η οποία επιτρέπει την ποσοτικοποίηση της λειτουργικότητας του αριστερού κόλπου σε ασθενείς με υπέρταση, ακόμη και απύσης της διάτασης του αριστερού κόλπου ή του λειτουργικού επηρεασμού του αριστερού κόλπου όπως αυτός εκτιμήθηκε με συμβατικές Doppler ηχοκαρδιογραφικές μεθόδους. Παρομοίως, η ηχοκαρδιογραφία δύο διαστάσεων με ανίχνευση κουκίδων (speckle tracking) έχει χρησιμοποιηθεί ως μία μη επεμβατική, απλή και αναπαραγωγίμη τεχνική για την εκτίμηση της λειτουργικότητας του αριστερού κόλπου σε ασθενείς που έχουν είτε φυσιολογική, είτε παθολογική υπερτροφία της αριστερής κοιλίας. Η λειτουργικότητα του αριστερού κόλπου μπορεί επίσης να υπολογιστεί έμμεσα με εκτίμηση της λειτουργίας του ωτίου του αριστερού κόλπου. Αξιοσημείωτο είναι πως οι υπερτασικοί ασθενείς, οι οποίοι δεν παρουσιάζουν πτώση της πίεσης κατά τη διάρκεια της νύχτας (non-dippers), εμφανίζουν επηρεασμένους δείκτες λειτουργικότητας του ωτίου του αριστερού κόλπου, όπως είναι οι ρυθμοί πλήρωσης και εξώθησης, σε σχέση με τους υπερτασικούς ασθενείς που παρουσιάζουν πτώση της πίεσης κατά τη διάρκεια της νύχτας (dippers) αλλά και τον φυσιολογικό πληθυσμό. Σύμφωνα με

αυτό το εύρημα, οι υπερτασικοί ασθενείς που δεν παρουσιάζουν πτώση της πίεσης κατά τη διάρκεια της νύχτας, όπως αυτό διαπιστώθηκε από περιπατητική καταγραφή της αρτηριακής πίεσης, χρειάζονται μία περισσότερο επιθετική θεραπευτική προσέγγιση⁴⁸⁻⁴⁹. Η διατήρηση της λειτουργικότητας του ωτίου του αριστερού κόλπου μπορεί να αποτρέψει πιθανές επιπλοκές, δευτεροπαθείς της ίδιας της δυσλειτουργίας του ωτίου⁴⁷.

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΝΕΟΤΕΡΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ

Τα τελευταία χρόνια, η ηχοκαρδιογραφία έχει εμπλουτιστεί από εκλεπτυσμένες νεότερες τεχνικές οι οποίες δίνουν τη δυνατότητα να μελετηθεί η υπερτασική καρδιακή νόσος περισσότερο διεξοδικά, παρέχοντας έτσι νέα δεδομένα τα οποία πρέπει να ληφθούν υπόψη όταν διαχειριζόμαστε κλινικά τέτοιους ασθενείς. Αυτές οι νεότερες τεχνικές περιλαμβάνουν κυρίως την τρισδιάστατη ηχοκαρδιογραφία πραγματικού χρόνου, τη στεφανιαία εφεδρεία ροής, την παραμόρφωση και τον ρυθμό παραμόρφωσης που υπολογίζονται είτε με την ιστική Doppler ηχοκαρδιογραφία ή την ηχοκαρδιογραφία ανίχνευσης κουνκίδων⁵⁰. Έχουμε ήδη αναφέρει προηγουμένως τη σημαντική συνεισφορά της τρισδιάστατης ηχοκαρδιογραφίας στην εκτίμηση των υπερτασικών ασθενών, μιας και επιτρέπει έναν περισσότερο ακριβή τρόπο υπολογισμού του όγκου και της μάζας της αριστερής κοιλίας. Επιπρόσθετα έχουμε ήδη υπογραμμίσει τη σημασία της στεφανιαίας εφεδρείας ροής ως μίας μη επεμβατικής τεχνικής για την ποσοτικοποίηση της αγγειοδιασταλτικής απάντησης στις ταχύτητες ροής των στεφανιαίων αγγείων. Η παραμόρφωση και ο ρυθμός παραμόρφωσης έχουν συμπεριληφθεί στην ομάδα των νεότερων τεχνικών για την εκτίμηση της λειτουργικότητας της αριστερής κοιλίας⁵¹. Η τεχνική αυτή αξιολογεί μηχανικές ιδιότητες του μυοκαρδίου μετρώντας τη σχέση μεταξύ δύο σημείων του μυοκαρδίου σαν αυτά να συνδέονταν με μία ταινία από λάστιχο. Η παραμόρφωση και ο ρυθμός παραμόρφωσης μπορούν να προκύψουν είτε από το ιστικό Doppler, είτε με την τεχνική της ηχοκαρδιογραφίας ανίχνευσης κουνκίδων δύο ή τριών διαστάσεων. Λόγω των πολλαπλών περιορισμών της βασισμένης στο Doppler μεθόδου μέτρησης της παραμόρφωσης και του ρυθμού παραμόρφωσης, η μέθοδος της ανίχνευσης των κουνκίδων (speckle tracking) φαίνεται να έχει επικρατήσει. Η συμβατική διαθωρακική ηχοκαρδιογραφία και η παλμική ιστική Doppler απεικόνιση είναι συνήθως ανέφικτο να φανερώσουν πολύ πρώιμες και ήπιες διαταραχές στη συστολική λειτουργία της αριστερής κοιλίας που μπορεί να προκληθούν από την υπέρταση, πριν από την εμφάνιση της υπερτροφίας. Έχει προταθεί πως η παραμόρφωση και ο ρυθμός παραμόρφωσης, ιδιαίτερα όταν προκύπτουν με την τεχνική της ανίχνευσης των κουνκίδων, παρέχουν μία καλύτερη εικόνα της πρώιμης διαταραχής της συστολικής λειτουργίας της αριστερής κοιλίας που προκαλείται από την υπέρταση. Παρ' όλα αυτά, θα πρέπει να τονιστεί πως αν και πολλά υποσχόμενη, αυτή η τεχνική έχει εφαρμοστεί πρωτίστως για ερευνητικούς σκοπούς και δεν έχει υιοθετηθεί ως ένα εργαλείο καθημερινής χρήσης στην κλινική πράξη, για την εκτίμηση της υπέρτασης. Σε πολλές μελέτες η συστολική και η πρώιμη διαστολική παραμόρφωση και ο ρυθμός παραμόρφωσης είχαν μετρηθεί στον επιμήκη και κυκλοτερή άξονα, χρησιμοποιώντας τη δύο διαστάσεων ηχοκαρδιογραφία ανίχνευσης κουνκίδων, ενώ οι καμπύλες της περιστροφής και του ρυθμού περιστροφής είχαν υπολογιστεί από καμπύλες κυκλικής εναλλαγής. Φαίνεται πως η συστολική επιμήκης παραμόρφωση έχει βρεθεί πως μειώνεται σε υπερτασικούς ασθενείς, ακόμη και πριν την εμφάνιση της υπερτροφίας^{52,53}. Έχουμε καταλήξει στο συμπέρασμα πως η ηχοκαρδιογραφία ανίχνευσης κουνκίδων παρέχει περισσότερο λεπτομερή πληροφορία σε σχέση με τη συμβατική ηχοκαρδιογραφία, από τη στιγμή που μπορεί να αποκαλύψει συστολική δυσλειτουργία πριν την εμφάνιση υπερτροφίας και μπορεί να αναγνωρίσει κάποιες πρώιμες μηχανικές αλλαγές της αριστερής κοιλίας, οι οποίες μπορεί να βελτιώσουν την κλινική διαχείριση αυτών των ασθενών. Σχετικά με τον ρυθμό συστολικής παραμόρφωσης, έχει μετρηθεί τόσο στον επιμήκη όσο και τον κυκλοτερή άξονα και έχει βρεθεί και στις δύο περιπτώσεις να είναι χαμηλότερος στους υπερτασικούς με υπερτροφία σε σχέση με τους υπερτασικούς χωρίς υπερτροφία⁵⁶.

Άλλες μελέτες⁵⁷ έχουν καταγράψει πως η διαστολική παραμόρφωση και ο ρυθμός παραμόρφωσης έχουν μία σημαντική τάση προς χαμηλότερες τιμές σε υπερτασικούς ασθενείς με υπερτροφία, ιδίως σε αυτούς με συγκεντρική υπερτροφία παρά σε άλλους με άλλα γεωμετρικά μοντέλα. Αντίθετα,

Αντίθετα,

δεδομένα αναφορικά με τη συστροφή και τον ρυθμό συστροφής της αριστερής κοιλίας δεν έχουν δώσει ξεκάθαρα μηνύματα: κάποιες μελέτες⁵⁷ έχουν δείξει μειωμένη συστροφή σε ασθενείς με υπέρταση και υπερτροφία. Η δύο διαστάσεων ηχοκαρδιογραφία ανίχνευσης κουκκίδων έχει επίσης εφαρμοστεί για την εκτίμηση της λειτουργικότητας του αριστερού κόλπου σε υπερτασικούς ασθενείς. Σε μία άλλη μελέτη οι συγγραφείς ερευνήσαν την επίδραση σε υπερτασικούς ασθενείς, της μη μείωσης και της μείωσης της αρτηριακής πίεσης κατά τη διάρκεια του ύπνου στην επιμήκη συστολική και διαστολική λειτουργία του κοιλιακού μυοκαρδίου με τη βοήθεια της δύο διαστάσεων ηχοκαρδιογραφίας ανίχνευσης κουκκίδων. Βρήκαν μειωμένες τιμές παραμόρφωσης και ρυθμού παραμόρφωσης του αριστερού κόλπου στους υπερτασικούς ασθενείς με πτώση της πίεσης στον ύπνο σε σχέση με αυτούς που δεν παρουσίασαν πτώση της πίεσης και κατέληξαν πως η μη πτώση της πίεσης κατά τη διάρκεια του ύπνου σε υπερτασικούς ασθενείς υπό αγωγή σχετιζόταν με αρνητική καρδιακή αναδιαμόρφωση και επηρεασμένη μηχανική λειτουργία του αριστερού κόλπου. Τέλος, μία άλλη μελέτη εκτίμησε την επίδραση της αρτηριακής σκληρίας στην περιφερική μυοκαρδιακή λειτουργία όπως αυτή εκτιμήθηκε με ηχοκαρδιογραφία ανίχνευσης κουκκίδων σε ασθενείς με υπέρταση. Φάνηκε πως σε υπερτασικούς ασθενείς με φυσιολογικό κλάσμα εξώθησης, η αρτηριακή σκληρία συμμετείχε σε μειωμένη αντισταθμιστική αύξηση της συστροφής της αριστερής κοιλίας και συγκεκριμένα σε αυτούς τους ασθενείς με προχωρημένο στάδιο αρτηριακής σκληρίας.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Παρά τους τεχνικούς περιορισμούς, η ηχοκαρδιογραφία είναι πραγματικά ένα σημαντικό εργαλείο για την εκτίμηση των υπερτασικών ασθενών. Η εκτίμηση ενός υπερτασικού ασθενούς με την ηχοκαρδιογραφία δεν αντιπροσωπεύει απλά μία προσκόλληση σε μία εξέταση ρουτίνας με περιορισμένη κλινική αξία. Η συμβατική ηχοκαρδιογραφία μαζί με τις νεότερες, περισσότερο πλούσιες τεχνικές, παρέχουν ανεκτίμητης αξίας πληροφορίες, που αφορούν την έκταση της καρδιακής βλάβης, η οποία σχετίζεται με την υπέρταση και τον καρδιαγγειακό κίνδυνο, βελτιώνοντας τη διαχείριση

και τον καθορισμό των θεραπευτικών χειρισμών στους υπερτασικούς ασθενείς.

SUMMARY

Kallistratos MS, Kontogiannis N, Giannitsi S, Manolis AJ

Echocardiographic assessment of a patient with arterial hypertension

Arterial Hypertension 2016; 25: 93-102.

Arterial hypertension represents the most common cause of cardiovascular (CV) mortality. Early diagnosis and treatment of arterial hypertension represents the cornerstone of CV morbidity and mortality reduction. Cardiac echocardiography is part of the routine assessment of a hypertensive patient. In this review, we assess the current data regarding the echocardiographic evaluation of a hypertensive patient.

Key-words: Arterial hypertension, left ventricle hypertrophy, echocardiography, myocardial deformation.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Maatouk I, Wild B, Herzog W, Wesche D, Schellberg D, Schöttker B, et al. Longitudinal predictors of health-related quality of life in middle-aged and older adults with hypertension: results of a population-based study. *J Hypertens* 2012; 30: 1364-1372.
2. Cuspidi C, Meani S, Valerio C, Esposito A, Sala C, Maisaidi M, et al. Ambulatory blood pressure, target organ damage and aortic root size in never-treated essential hypertensive patients. *J Hum Hypertens* 2007; 21: 531-538.
3. Cortigiani L, Bigi R, Landi P, Bovenzi F, Picano E, Sicari R. Prognostic implication of stress echocardiography in 6214 hypertensive and 5328 normotensive patients. *Eur Heart J* 2011; 32: 1509-1518.
4. Cameli M, Lisi M, Righini FM, Massoni A, Mondillo S. Left ventricular remodeling and torsion dynamics in hypertensive patients. *Int J Cardiovasc Imaging* 2013; 29: 79-86.
5. Kim MN, Park SM, Shim WJ, Kim YH, Kim SA, Cho DH. The relationship between aortic stiffness and left ventricular dyssynchrony in hypertensive patients with preserved left ventricular systolic function. *Clin Exp Hypertens* 2012; 34: 410-416.
6. Cuspidi C, Ambrosioni E, Mancia G, Pessina AC, Trimarco B, Zanchetti A, APROS Investigators. Role of echocardiography and carotid ultrasonography in stratifying risk in patients with essential hypertension: the Assessment of Prognostic Risk Observational Survey. *J Hypertens* 2002; 20: 1307-1314.

7. Mancia G, Fagard R, Narkiewicz K, et al. 2013 ESH/ESC Guidelines for the management of arterial hypertension: The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* 2013; 34: 2159-2219.
8. Ilercil A, O'Grady MJ, Roman MJ, Paranicas M, Lee ET, Welty TK, et al. Reference values for echocardiographic measurements in urban and rural populations of differing ethnicity: the Strong Heart Study. *J Am Soc Echocardiogr* 2001; 14: 601-611.
9. Verdecchia P, Carini G, Circo A, Dovellini E, Giovannini E, Lombardo M, et al. Left ventricular mass and cardiovascular morbidity in essential hypertension: the MAVI study. *J Am Coll Cardiol* 2001; 38: 1829-1835.
10. Lang RM, Bierig M, Devereux RB, Flachskampf FA, Foster E, Pellikka PA, et al. Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. *J Am Soc Echocardiogr* 2005; 18: 1440-1463.
11. Muiesan ML, Salvetti M, Monteduro C, Bonzi B, Paini A, Viola S, et al. Left ventricular concentric geometry during treatment adversely affects cardiovascular prognosis in hypertensive patients. *Hypertension* 2004; 43: 731-738.
12. Verma A, Meris A, Skali H, Ghali JK, Arnold JM, Bourgoun M, et al. Prognostic implications of left ventricular mass and geometry following myocardial infarction: the VALIANT (VALsartan In Acute myocardial iNfarctiOn) Echocardiographic Study. *JACC Cardiovasc Imaging* 2008; 1: 582-591.
13. Schiller NB, Shah PM, Crawford M, DeMaria A, Devereux R, Feigenbaum H, et al. Recommendations for quantitation of the left ventricle by two-dimensional echocardiography. American Society of Echocardiography Committee on Standards, Subcommittee on Quantitation of Two-Dimensional Echocardiograms. *J Am Soc Echocardiogr* 1989; 2: 358-367.
14. Geiser EA, Bove KE. Calculation of left ventricular mass and relative wall thickness. *Arch Pathol* 1974; 97: 13-21.
15. Nardi E, Palermo A, Mulè G, Cusimano P, Cerasola G, Rini GB. Prevalence and predictors of left ventricular hypertrophy in patients with hypertension and normal electrocardiogram. *Eur J Prev Cardiol* 2013; 20: 854-861.
16. Bachenberg TC, Shub C, Hauck AJ, Edwards WD. Can anatomical left ventricular mass be estimated reliably by M-mode echocardiography? A clinicopathological study of ninety-three patients. *Echocardiography* 1991; 8: 9-15.
17. Jung HO, Sheehan FH, Bolson EL, Waiss MP, Otto CM. Evaluation of midwall systolic function in left ventricular hypertrophy: a comparison of 3-dimensional versus 2-dimensional echocardiographic indices. *J Am Soc Echocardiogr* 2006; 19: 802-810.
18. Frielingsdorf J, Genoni M, Hess OM, Flachskampf FA. Do women have impaired regional systolic function in hypertensive heart disease? A 3-dimensional echocardiography study. *Eur J Echocardiogr* 2007; 8: 42-47.
19. Jung HO, Sheehan FH, Bolson EL, Waiss MP, Otto CM. Evaluation of Mid wall systolic function in left ventricular hypertrophy: a comparison of 3-dimensional versus 2-dimensional echocardiographic indices. *J Am Soc Echocardiogr* 2006; 19: 802-810.
20. Takeuchi M, Nishikage T, Mor-Avi V, Sugeng L, Weinert L, Nakai H, et al. Measurement of left ventricular mass by real-time three-dimensional echocardiography: validation against magnetic resonance and comparison with two-dimensional and m-mode measurements. *J Am Soc Echocardiogr* 2008; 21: 1001-1005.
21. Aurigemma GP, Gottdiener JS, Shemanski L, Gardin J, Kitzman D. Predictive value of systolic and diastolic function for incident congestive heart failure in the elderly: the cardiovascular health study. *J Am Coll Cardiol* 2001; 37: 1042-1048.
22. Shahgaldi K, Gudmundsson P, Manouras A, Brodin LA, Winter R. Visually estimated ejection fraction by two dimensional and triplane echocardiography is closely correlated with quantitative ejection fraction by real-time three dimensional echocardiography. *Cardiovasc Ultrasound* 2009; 7: 41.
23. Devereux RB, Roman MJ, Palmieri V, Okin PM, Boman K, Gerds E, et al. Left ventricular wall stresses and wall stress-mass-heart rate products in hypertensive patients with electrocardiographic left ventricular hypertrophy: the LIFE study. Losartan Intervention For Endpoint reduction in hypertension. *J Hypertens* 2000; 18: 1129-1138.
24. Triantafyllou KA, Karabinos E, Kalkandi H, Kranidis AI, Babalis D. Clinical implications of the echocardiographic assessment of left ventricular long axis function. *Clin Res Cardiol* 2009; 98: 521-532.
25. Koulouris SN, Kostopoulos KG, Triantafyllou KA, Karabinos I, Bouki TP, Karvounis HI, et al. Impaired systolic dysfunction of left ventricular longitudinal fibers: a sign of early hypertensive cardiomyopathy. *Clin Cardiol* 2005; 28: 282-286.
26. Bountiokos M, Schinkel AF, Bax JJ, Lampropoulos S, Poldermans D. The impact of hypertension on systolic and diastolic left ventricular function. A tissue Doppler echocardiographic study. *Am Heart J* 2006; 151: 1323.
27. Nishikage T, Nakai H, Lang RM, Takeuchi M. Subclinical left ventricular longitudinal systolic dysfunction in hypertension with no evidence of heart failure. *Circ J* 2008; 72: 189-194.
28. Blendea D, Duncea C, Bedreaga M, Crisan S, Zarich S. Abnormalities of left ventricular long-axis function predict the onset of hypertension independent of blood pressure: a 7-year prospective study. *J Hum Hypertens* 2007; 21: 539-545.
29. Jenkins C, Bricknell K, Hanekom L, Marwick TH. Reproducibility and accuracy of echocardiographic measurements of left ventricular parameters using real-time three dimensional echocardiography. *JACC* 2004; 44: 878-86.

30. Kiriş A, Karaman K, Kiriş G, Şahin M, Durmuş I, Kaplan Ş, et al. Left ventricular dyssynchrony and its effects on cardiac function in patients with newly diagnosed hypertension. *Echocardiography* 2012; 29: 914-922.
31. Kasner M, Westermann D, Lopez B, Gaub R, Escher F, Kühl U, et al. Diastolic tissue Doppler indexes correlate with the degree of collagen expression and cross-linking in heart failure and normal ejection fraction. *J Am Coll Cardiol* 2011; 57: 977-985.
32. Fici F, Ural D, Tayfun S, Kozdag G, Facchetti R, Brambilla G, et al. Left ventricular diastolic dysfunction in newly diagnosed untreated hypertensive patients. *Blood Press* 2012; 21: 331-337.
33. Bella JN, Palmieri V, Roman MJ, Liu JE, Welty TK, Lee ET, et al. Mitral ratio of peak early to late diastolic filling velocity as a predictor of mortality in middle-aged and elderly adults: the Strong Heart Study. *Circulation* 2002; 105: 1928-1933.
34. Kasner M, Westermann D, Steendijk P, Gaub R, Wilkeshoff U, Weitmann K, et al. Utility of Doppler echocardiography and tissue Doppler imaging in the estimation of diastolic function in heart failure with normal ejection fraction: a comparative Doppler-conductance catheterization study. *Circulation* 2007; 116: 637-647.
35. Perreas K, Kostopoulou A, Livanis E, Michalis A. A case-matched comparative study of surgical radiofrequency (RF) ablation for patients with persistent or long-standing atrial fibrillation undergoing concomitant heart surgery. *Hellenic J Cardiol* 2012; 53: 420-425.
36. Tsang TS, Barnes ME, Bailey KR, Leibson CL, Montgomery SC, Takemoto Y, et al. Left atrial volume: important risk marker of incident atrial fibrillation in 1655 older men and women. *Mayo Clin Proc* 2001; 76: 467-475.
37. Barnes ME, Miyasaka Y, Seward JB, Gersh BJ, Rosales AG, Bailey KR, et al. Left atrial volume in the prediction of first ischemic stroke in an elderly cohort without atrial fibrillation. *Mayo Clin Proc* 2004; 79: 1008-1014.
38. Piotrowski G, Banach M, Gerdtts E, Mikhailidis DP, Hannam S, Gawor R, et al. Left atrial size in hypertension and stroke. *J Hypertens* 2011; 29: 1988-1993.
39. Cuspidi C, Negri F, Sala C, Valerio C, Mancina G. Association of left atrial enlargement with left ventricular hypertrophy and diastolic dysfunction: a tissue Doppler study in echocardiographic practice. *Blood Press* 2012; 21: 24-30.
40. Lester SJ, Ryan EW, Schiller NB, Foster E. Best method in clinical practice and in research studies to determine left atrial size. *Am J Cardiol* 1999; 84: 829-832.
41. Milan A, Puglisi E, Magnino C, Naso D, Abram S, Avenatti E, et al. Left atrial enlargement in essential hypertension: role in the assessment of subclinical hypertensive heart disease. *Blood Press* 2012; 21: 88-96.
42. Pritchett AM, Jacobsen SJ, Mahoney DW, Rodeheffer RJ, Bailey KR, Redfield MM. Left atrial volume as an index of left atrial size: a population-based study. *J Am Coll Cardiol* 2003; 41: 1036-1043.
43. Kaminski M, Steel K, Jerosch-Herold M, Khin M, Tsang S, Hauser T, et al. Strong cardiovascular prognostic implication of quantitative left atrial contractile function assessed by cardiac magnetic resonance imaging in patients with chronic hypertension. *J Cardiovasc Magn Reson* 2011; 13: 42.
44. Yuda S, Shimamoto K, Watanabe N. [Clinical applications of strain rate imaging for evaluation of left atrial function]. *Rinsho Byori* 2010; 58: 799-808.
45. Kumak F, Gungor H. Comparison of the left atrial appendage flow velocities between patients with dipper versus nondipper hypertension. *Echocardiography* 2012; 29: 391-396.
46. Cuspidi C, Meani S, Valerio C, Esposito A, Sala C, Maisaidi M, et al. Ambulatory blood pressure, target organ damage and aortic root size in never-treated essential hypertensive patients. *J Hum Hypertens* 2007; 21: 531-538.
47. Mahfouz RA, El Tahlawi MA, Ateya AA, Elsaied A. Early detection of silent ischemia and diastolic dysfunction in asymptomatic young hypertensive patients. *Echocardiography* 2011; 28: 564-569.
48. Lu C, Lu F, Fragasso G, et al. Comparison of exercise electrocardiography, technetium-99 m sestamibi single photon emission computed tomography, and dobutamine and dipyridamole echocardiography for detection of coronary artery disease in hypertensive women. *Am J Cardiol* 2010; 105: 1254-1260.
49. Feigenbaum H, Mastouri R, Sawada S. A practical approach to using strain echocardiography to evaluate the left ventricle. *Circ J* 2012; 76: 1550-1555.
50. Imbalzano E, Zito C, Caretj S, Oreto G, Mandraffino G, Cusmà-Piccione M, et al. Left ventricular function in hypertension: new insight by speckle tracking echocardiography. *Echocardiography* 2011; 28: 649-657.
51. Kouzu H, Yuda S, Muranaka A, Doi T, Yamamoto H, Shimoshige S, et al. Left ventricular hypertrophy causes different changes in longitudinal, radial, and circumferential mechanics in patients with hypertension: a two-dimensional speckle tracking study. *J Am Soc Echocardiogr* 2011; 24: 192-199.
52. Galderisi M, Lomoriello VS, Santoro A, Esposito R, Olibet M, Raia R, et al. Differences of myocardial systolic deformation and correlates of diastolic function in competitive rowers and young hypertensives: a speckle-tracking echocardiography study. *J Am Soc Echocardiogr* 2010; 23: 1190-1198.
53. Goebel B, Gjesdal O, Kottke D, Otto S, Jung C, Lauten A, et al. Detection of irregular patterns of myocardial contraction in patients with hypertensive heart disease: a two-dimensional ultrasound speckle tracking study. *J Hypertens* 2011; 29: 2255-2264.
54. Kim H, Cho HO, Cho YK, Nam CW, Han SW, Hur SH, et al. Relationship between early diastolic strain rate imaging and left ventricular geometric patterns in hypertensive patients. *Heart Vessels* 2008; 23: 271-278.
55. Maharaj N, Khandheria BK, Peters F, Libhaber E, Essop MR. Time to twist: marker of systolic dysfunction in Africans with hypertension. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2013; 14: 358-365.

56. Açar G, Bulut M, Arslan K, Alizade E, Ozkan B, Alici G, et al. Comparison of left atrial mechanical function in nondipper versus dipper hypertensive patients: a speckle tracking study. *Echocardiography* 2013; 30: 164-170.
57. Hwang JW, Kang SJ, Lim HS, Choi BJ, Choi SY, Hwang GS, et al. Impact of arterial stiffness on regional myocardial function assessed by speckle tracking echocardiography in patients with hypertension. *J Cardiovasc Ultrasound* 2012; 20: 90-96.