

Άρθρο Ανασκόπησης

Επισκόπηση του Ηχοκαρδιογραφήματος Κοπώσεως: Χρήσεις, Πλεονεκτήματα, Περιορισμοί

ΤΣΟΥΓΚΟΣ ΗΛΙΑΣ, ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΪΔΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ, ΠΑΝΟΥ ΦΩΤΙΟΣ

Β' Πανεπιστημιακή Καρδιολογική Κλινική Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο «Αττικόν»

Λέξεις ευρετηρίου:
**Ηχοκαρδιογραφία,
δοκιμασία κόπωσης,
ηχοκαρδιογραφία
κόπωσης.**

Ημερ. παραλαβής
εργασίας:
15 Ιανουαρίου 2011
Ημερ. αποδοχής:
22 Μαρτίου 2011

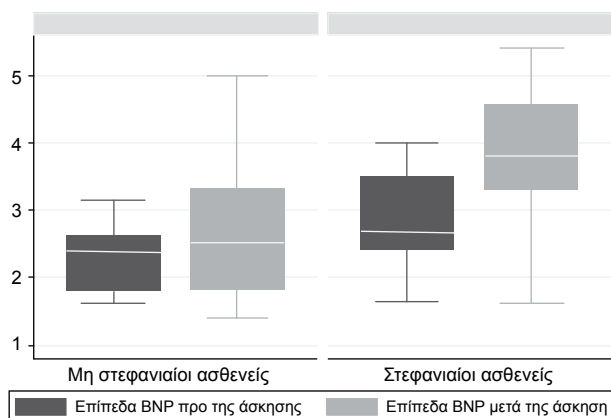
Διεύθυνση
Επικοινωνίας:
Τσούγκος Ηλίας

Αμφικτύπος 26
118 51 Θησείο
e-mail: tsougos@yahoo.com

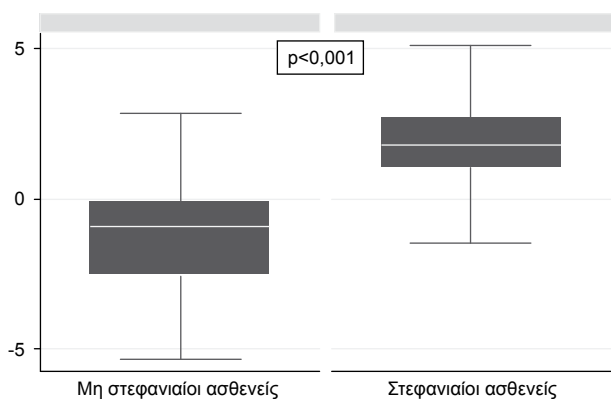
Αν και η δοκιμασία κόπωσης δεν μπορεί να καθορίσει την ανατομική στένωση των στεφανιαίων αρτηριών, μπορεί να αναδείξει την παθολογική στεφανιαία εφεδρεία ροής. Φυσικά, η δοκιμασία κόπωσης εξετάζει μόνο τη σημασία μιας σταθερής στένωσης στον αυλό των στεφανιαίων αγγείων και δεν ανιχνεύει την παρουσία ασταθούς αθηρωματικής πλάκας. Η ΗΚΓ αξιολόγηση με την κόπωση παρέχει μόνο μια έμμεση αξιολόγηση της ισχαιμίας (Εικόνα 1) και μπορεί να είναι περιορισμένης ευαισθησίας και ειδικότητας. Από τότε που οι Tennant και Wiggers έδειξαν πως η απόφραξη των στεφανιαίων αρτηριών στα σκυλιά μείωνε παροδικά ή μόνιμα τη συνολική μυοκαρδιακή απόδοση, στόχος των απανταχού καρδιολόγων είναι η άμεση αξιολόγηση της τμηματικής μυοκαρδιακής λειτουργίας.

Η διδιάστατη ηχοκαρδιογραφία αποτελεί χρήσιμο διαγνωστικό εργαλείο για την αξιολόγηση των ασθενών με στεφανιαία νόσο, επειδή μπορεί να εκτιμήσει τόσο τη συνολική όσο και την τμηματική λειτουργικότητα της αριστεράς κοιλίας. Με τη μέθοδο της ηχοκαρδιογραφίας φόρτισης (φαρμακευτική φόρτιση ή κόπωση σε τάπητα) προκαλείται αύξηση των αναγκών του μυοκαρδίου σε O₂ μετά από άσκηση ή χορήγηση ινóτροπων φαρμακευτικών παραγόντων και ανιχνεύονται τυχόν νέες τμηματικές διαταραχές

κινητικότητας της αριστεράς κοιλίας που αντιστοιχούν σε τμηματική ισχαιμία. Από πειραματικές εργασίες είναι γνωστό, ότι όταν μειώνεται η αιματική ροή ελαττώνεται και η συστολική πάχυνση του μυοκαρδίου και η σχέση αυτή είναι σχεδόν γραμμική. Για να εντοπισθεί διαταραχή της κινητικότητας θα πρέπει η τοπική στεφανιαία ροή να μειωθεί τουλάχιστον κατά 50% (σε σχέση με την ηρεμία) και να ισχαιμεί τουλάχιστον το 5% της συνολικής μυοκαρδιακής μάζας. Θετική για ύπαρξη μυοκαρδιακής ισχαιμίας, θεωρείται μία δοκιμασία, όταν εμφανισθεί νέα ή επιδεινωθεί προϋπάρχουσα διαταραχή κινητικότητας. Το τοίχωμα αξιολογείται σαν φυσιολογικώς κινούμενο, υποκινητικό, ακινητικό ή δυσκινητικό. Ημιοσοστική εκτίμηση των διαταραχών κινητικότητας γίνεται με τη διαίρεση της (ΑΡ) κοιλίας σε 16 τμήματα και με τη βαθμολόγησή τους με 1,2,3,4 αν αντίστοιχα είναι ευκινητικά, υποκινητικά, ακινητικά, δυσκινητικά. Στη συνέχεια αθροίζονται οι βαθμολογίες των επί μέρους τμημάτων και διαιρούμε με το 16, οπότε προκύπτει ο δείκτης συστολικής τοιχωματικής πάχυνσης. Η αντιστοίχιση των 16 τμημάτων με τις τρεις στεφανιαίες αρτηρίες μας επιτρέπει τη σύζευξη των διαταραχών κινητικότητας με τη στενωμένη αρτηρία. Η μέθοδος ευρίσκει εφαρμογή, τόσο για τη διάγνωση της στεφανιαίας νόσου όσο και για την προγνωστική εκτίμηση ασθενών με χρόνια στεφανιαία

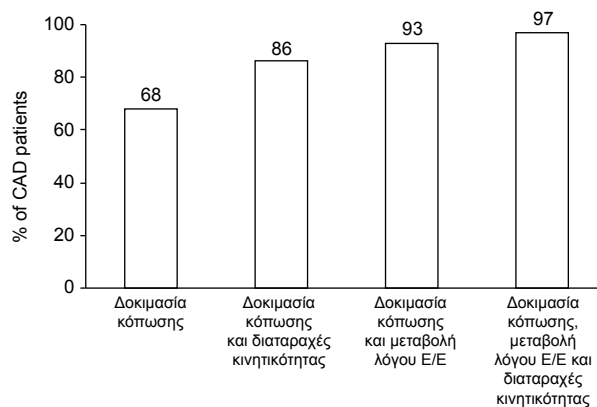


Σχήμα 1Α. Μεταβολή της απόλυτης τιμής του BNP στην ομάδα των μη στεφανιαίων και στην ομάδα των στεφανιαίων ασθενών προ και μετά την κόπωση.



Σχήμα 1Β. Μεταβολή του λόγου E/E' στην ομάδα των μη στεφανιαίων και στην ομάδα των στεφανιαίων ασθενών κατά τη διάρκεια της κόπωσης.

νόσο, καθώς και μετά από έμφραγμα μυοκαρδίου ή επέμβαση επανααιμάτωσης. Συγκεκριμένα η νεκρωθείσα περιοχή εμφανίζεται ως ακινητική, ενώ περιοχές παρακείμενες της βλάβης που βρίσκονται σε ισχαιμία λόγω ελαττωμένης διάχυσης εμφανίζονται ως ακινητικές. Επίσης μετά την αποκατάσταση της ροής του αίματος (αυτόματα ή επεμβατικά) η περιοχή που εμφάνιζε την υποκινησία συνεχίζει να υποκινείται λόγω βλαβών που υπέστη το μυοκάρδιο κατά την επανααιμάτωση φαινόμενο «reperfusion injury». Έκτοτε, ο προσδιορισμός του «ένοχου» αγγείου (που είναι αρμόδιο για τις λειτουργικές αλλαγές της προκαλούμενης ισχαιμίας) έχει γίνει ένα σημαντικό μέρος στην κλινική πράξη της αξιολόγησης των ασθενών με στεφανιαία νόσο (ΣΝ). Η ηχοκαρδιογραφία κόπωσης παρουσιάζεται ως η κατάλληλη μέθοδος για να επιτύχουμε το σκοπό αυτό. Η διαγνωστική ακρίβεια της μεθόδου είναι 80-90%.



Σχήμα 2. Μεταβολή της απόλυτης τιμής του BNP στην ομάδα των μη στεφανιαίων και στην ομάδα των στεφανιαίων ασθενών προ και μετά την κόπωση.

Επίσης η μέθοδος παρέχει επιπλέον σημαντικές προγνωστικές πληροφορίες σε ασθενείς με βαλβιδοπάθειες (στένωση – ανεπάρκεια μιτροειδούς – αορτής), πνευμονική υπέρταση και καρδιακή ανεπάρκεια.

Η ηχοκαρδιογραφία κόπωσης έως τώρα στηρίζεται στην ανίχνευση νέων διαταραχών κινητικότητας που όμως αποτελεί ένα σχετικό μειονέκτημα λόγω του ότι βασίζεται στην υποκειμενική εκτίμηση των περιοχικών διαταραχών κινητικότητας των τοιχωμάτων της αριστεράς κοιλίας και ως εκ τούτου απαιτεί εξειδικευμένο προσωπικό.

Σε πρόσφατες μελέτες φάνηκε ότι το ιστικό Doppler (TDI) μπορεί να εφαρμοσθεί στη μελέτη με ηχοκαρδιογραφία κόπωσης και βοηθά στην ανίχνευση ισχαιμίας του μυοκαρδίου, κυρίως στην περιοχή κατανόμης του προσθίου κατιόντος κλάδου και της περιωπόμενης αρτηρίας. Οι μειωμένες ιστικές συστολικές ταχύτητες μετά από κόπωση των βασικών και μέσων τμημάτων του μεσοκοιλιακού διαφράγματος και του πλαγίου τοιχώματος ήσαν οι παράμετροι που προέβλεπαν την εντόπιση των στενώσεων των στεφανιαίων αρτηριών.

Βασιζόμενοι στο φαινόμενο του ισχαιμικού καταρράκτη γνωρίζουμε ότι κατά τη διάρκεια της ισχαιμίας του μυοκαρδίου η διαστολική λειτουργία της αριστερής κοιλίας επηρεάζεται πρώτη σε σχέση με τη συστολική λειτουργία. Έτσι η μελέτη της διαστολικής λειτουργίας δύναται αξιόπιστα να αναδείξει την ισχαιμία μέσω της ηχοκαρδιογραφίας κοπώσεως και πλεονεκτεί σε ευαισθησία και ειδικότητα της δοκιμασίας κοπώσεως όσον αφορά την ανίχνευση της ΣΝ. Πιο συγκεκριμένα η μελέτη της διαστολικής λειτουργίας με ηχοκαρδιογραφία κοπώσεως βασιζόμενη στη μεταβολή κατά την κόπωση του λόγου E/E' έχει μεγαλύτερη διαγνωστική αξία. Η μεταβολή αυτή που προ-

καλείται στην κόπωση φαίνεται ότι εκφράζει την αύξηση της τελοδοιαστολικής πίεσης της αριστερής κοιλίας και επομένως της τοιχωματικής τάσης κατά τη διάρκεια της κοπώσεως. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αυξημένη έκκριση του BNP και από μελέτες φαίνεται ότι η αύξηση του σχετίζεται με την προκληθείσα ισχαιμία. Φαίνεται επομένως λογικό ότι η προκληθείσα υπενδοκάρδιος ισχαιμία οδηγεί σε αύξηση της διαστολικής τοιχωματικής τάσης της αριστερής κοιλίας και επομένως σε παθολογική μεταβολή του λόγου E/E' και των επιπέδων του BNP.

Με αυτό το τρόπο φαίνεται ότι εξασφαλίζεται η επιθυμητή αντικειμενοποίηση της ισχαιμίας και περιορίζεται αισθητά η ασυμφωνία στην αξιολόγηση των δεδομένων μεταξύ διαφόρων παρατηρητών, καθώς και στις εκτιμήσεις του ίδιου παρατηρητού.

Τεχνική ηχωκαρδιογραφίας κόπωσης

Η άσκηση γίνεται είτε σε κυλιόμενο τάπητα, είτε σε εργομετρικό ποδήλατο. Η κόπωση σε κυλιόμενο τάπητα θεωρείται πιο αντιπροσωπευτική της καθημερινής δραστηριότητας, αλλά έχει τον περιορισμό ότι η ηχωκαρδιογραφική εκτίμηση γίνεται μετά τον τερματισμό της δοκιμασίας. Η κόπωση σε εργομετρικό ποδήλατο, προϋποθέτει καλή συνεργασία του ασθενούς την ώρα που ποδηλατεί και μας επιτρέπει την ηχωκαρδιογραφική μελέτη και κατά τη διάρκεια της εξέτασης. Στην περίπτωση αναζήτησης της ισχαιμίας με άσκηση σε κυλιόμενο τάπητα, έχει μεγάλη σημασία η λήψη εικόνων (παραστερνικών και κορυφαίων προβολών της αριστεράς κοιλίας) εντός 1-1,5 min από τη διακοπή της εξέτασης. Αν καθυστερήσει η λήψη των ψηφιοποιημένων εικόνων μπορεί το αποτέλεσμα να είναι ψευδώς αρνητικό. Οι αντενδείξεις είναι οι ίδιες που ισχύουν και για την απλή δοκιμασία κόπωσης. Η ηχωκαρδιογραφία κόπωσης είναι η τεχνικά δυσκολότερη μορφή δυναμικής ηχωκαρδιογραφικής μελέτης, αλλά υπερέχει επειδή πυροδοτεί μεγαλύτερης έκτασης ισχαιμία σε σχέση με τις φαρμακευτικές δοκιμασίες.

Ενδείξεις ηχωκαρδιογραφίας κόπωσης

Στεφανιαία νόσος

Αξιολόγηση της τμηματικής δυσλειτουργίας της αριστεράς κοιλίας

Η ηχωκαρδιογραφία κόπωσης, από πολλές απόψεις είναι μια ιδανική τεχνική προσδιορισμού των αλλαγών στη λειτουργικότητα της αριστεράς κοιλίας, που

εμφανίζεται κατά την ισχαιμία ή μετά από οξύ έμφραγμα του μυοκαρδίου. Οι πειραματικές μελέτες έχουν καθιερώσει την αντιστοιχία μεταξύ της ηχωκαρδιογραφικά προσδιορισμένης τμηματικής δυσλειτουργίας της αριστεράς κοιλίας, με το μέγεθος του εμφράγματος και το έλλειμμα αιμάτωσης. Η κλινική έρευνα έχει αποδείξει πως υπάρχει ισχυρή συσχέτιση μεταξύ της ηχωκαρδιογραφικά προσδιορισμένης θέσης και του μεγέθους της τμηματικής υποκινησίας, του ΗΚΓ εντοπισμού του εμφράγματος, της κλινικής εικόνας και της επιβίωσης του ασθενούς. Στην κλινική πράξη, η ηχωκαρδιογραφική διάγνωση των διαταραχών κινητικότητας σε ηρεμία και κόπωση, αναγνωρίζεται από την ταυτόχρονη οπτική αξιολόγηση τους. Έμμεσα κατά τον ίδιο τρόπο αναγνωρίζεται και το υπεύθυνο για την ισχαιμία αγγείο ή αγγεία.

Η αριστερή κοιλία χωρίζεται σε 16 τμήματα που το κάθε ένα δυνατόν να αξιολογείται με τέσσερις τρόπους, δηλαδή ως φυσιολογικό, υποκινητικό, ακίνητο ή δυσκίνητο και το κάθε ένα αντιστοιχεί σε αριθμό (1=φυσιολογικό, 2=υποκινητικό, 3=ακίνητο, 4=δυσκίνητο). Κατά αυτόν τον τρόπο επιτρέπεται ο υπολογισμός μιας τιμής, όσο πιο χαμηλό άθροισμα τόσο λιγότερες ισχαιμικές περιοχές. Σημαντικές επιπτώσεις στην ηχωκαρδιογραφική ερμηνεία έχουν η εμπειρία η καρδιακή περιστροφή, καθώς και η επαρκής απεικόνιση του ενδοκαρδίου. Η αξιολόγηση της τμηματικής πάχυνσης των τοιχωμάτων κατά τη διάρκεια της συστολής, μπορεί να είναι πιο ευαίσθητη και ειδική από την αξιολόγηση της ενδοκαρδιακής κίνησης.

Ποσοτική αξιολόγηση της τμηματικής δυσλειτουργίας της αριστερής κοιλίας

Εδώ και πολλά χρόνια είναι διαθέσιμες διάφορες υπολογιστικές τεχνικές που επιτρέπουν την εφαρμογή περίπλοκων προγραμμάτων γραφικής παράστασης στην ηχωκαρδιογραφική απεικόνιση. Διάφορα σχέδια κατάτμησης της αριστεράς κοιλίας αναπτύχθηκαν και επιτρέπουν την αναπαραγωγή πολλαπλών ακτίνων (ακτινωτή μέθοδος) που εκτείνονται από ένα γεωμετρικό κέντρο μάζας (centroid) στην ενδοκαρδιακή και επικαρδιακή επιφάνεια της αριστερής κοιλίας, είτε με την προβολή των χορδών του ενδοκαρδίου και του επικαρδίου στον κάθετο άξονα της αριστεράς κοιλίας (μέθοδος κεντρικών γραμμών). Αυτές οι τεχνικές είναι χρήσιμες για την ποσοτική αξιολόγηση των τμηματικών κινήσεων και του εύρους των τοιχωμάτων, ως απαντήσεις στην κόπωση. Εντούτοις, δεν μπορούν να καταστήσουν την ηχωκαρδιογραφία αντικειμενικότερη από την οπτική

ποιοτική αξιολόγηση επειδή οι υποκειμενικές αποφάσεις πρέπει να ληφθούν πάντα σε σχέση με τον καθορισμό των ενδοκαρδιακών και των επικαρδιακών ορίων και περιγραμμάτων.

Τμηματική τοιχωματική πάχυνση

Η αύξηση στο συστολικό πάχος του τοιχώματος της αριστεράς κοιλίας είναι ανεξάρτητη από τη συστολή των παρακείμενων τμημάτων. Έτσι, ο προσδιορισμός της μειωμένης ικανότητας πάχυνσης του τοιχώματος κατά την άσκηση βελτιώνει την ευαισθησία και ειδικότητα της μεθόδου επιτρέποντας τη διάκριση της ισχαιμίας. Στην πράξη, αυτό απαιτεί την επαρκή απεικόνιση και του ενδοκαρδίου και του επικαρδίου.

Ηχοκαρδιογραφία κόπωσης και αξιολόγηση των ευρημάτων από την παλμική και ιστική Doppler μελέτη

Η ηχοκαρδιογραφία με ιστικό Doppler έχει πρόσφατα εισαχθεί ως μια αξιόπιστη μέθοδος για την εκτίμηση της διαστολικής λειτουργίας μετρώντας τη διαστολική ταχύτητα του μιτροειδικού δακτυλίου. Επιπλέον σε συνδυασμό με την ταχύτητα της διαμιτροειδικής ροής παρέχει ένα καλύτερο υπολογισμό των πιέσεων πλήρωσης της αριστερής κοιλίας. Ένας μεγάλος αριθμός από μελέτες έχουν δείξει το σημαντικό ρόλο του πηλίκου της πρώιμης διαστολικής διαμιτροειδικής ταχύτητας προς την πρώιμη διαστολική ιστική ταχύτητα (E/E') στη μελέτη της διαστολικής λειτουργίας της αριστερής κοιλίας. Στην πραγματικότητα ο λόγος E/E' συσχετίζεται με την τελοδιαστολική πίεση της αριστερής κοιλίας τόσο στην ηρεμία όσο και μετά από κόπωση, παρέχοντας αξιόπιστη πληροφόρηση σχετικά με τις πιέσεις πλήρωσης της αριστερής κοιλίας και μια αντικειμενική απόδειξη μειωμένης ανοχής στην κόπωση. Παράλληλα η μέτρηση των προκαλούμενων με την άσκηση μεταβολών στο λόγο E/E' είναι τεχνικά εφικτή και επιδεικνύει μεγάλη ευαισθησία και ειδικότητα στην ανίχνευση της ΣΝ.

Έχει αποδειχθεί με τη χρήση ιστικού Doppler ότι παρατηρείται ελαττωμένη πρώιμη διαστολική ταχύτητα σε ισχαιμικά τμήματα του μυοκαρδίου. Είναι γνωστό ότι η πρώιμη διαστολή είναι ένα ενεργητικό φαινόμενο που λαμβάνει χώρα σε καθεστώς μεγαλύτερης κατανάλωσης ενέργειας απ' ό,τι η παθητική όψιμη διαστολή. Αυτό πιθανόν να αποτελεί την αιτιολογία των ευρημάτων που κατά τη διάρκεια της ισχαιμίας χαρακτηρίζονται από υψηλή διαμιτροειδική ταχύτητα (E) σε συνδυασμό με χαμηλή με ιστι-

κό Doppler ταχύτητα (E') και επομένως με αυξημένο το λόγο E/E' . Η παρουσία ανώμαλης διαστολικής χάλασης σε ισχαιμικά τμήματα των τοιχωμάτων της αριστερής κοιλίας είναι ένα σύνθετο φαινόμενο που οφείλεται σε μια ποικιλία παραγόντων. Η διαστολή επηρεάζεται από τη στεφανιαία ροή αίματος, τις συνθήκες φόρτισης, μεταβολικές νόσους, την ενδοκυττάρια ένδεια φωσφόρου, τη διαταραχή μυονηματίων και από διαταραχές των δυναμικών ενέργειας. Επιπλέον, η διαστολική χάλαση είναι περισσότερο ευαίσθητη σε ισχαιμία απ' ό,τι η συστολική σύσπαση και μπορεί να προκληθούν λεπτές διαταραχές στη χάλαση χωρίς να διαταραχθεί η συστολή.

Αξιολόγηση της ιστικής Doppler ηχοκαρδιογραφίας

Πρόσφατα, έχει γίνει μεγάλη πρόοδος στη μέτρηση με ηχοκαρδιογραφία Doppler ιστικών μυοκαρδιακών ταχυτήτων σε ανάπαυση και σε κόπωση. Ο ποσοτικός προσδιορισμός της ιστικής ταχύτητας μπορεί να αποδειχθεί χρήσιμος συμπληρωματικά στην ανάλυση των τοιχωματικών κινήσεων και εξαρτάται, σε γενικές γραμμές, λιγότερο από τον ακριβή προσδιορισμό του ενδοκαρδίου. Είναι δυνατό να μετρηθούν και να συγκριθούν οι τμηματικές συστολικές τοιχωματικές ταχύτητες, καθώς επίσης και οι διαστολικές ταχύτητες πλήρωσης. Επιπλέον, η κωδικοποίηση των ιστικών ταχυτήτων ως εικόνων μπορεί να βελτιώσει την ποιοτική αξιολόγηση της τμηματικής λειτουργίας της αριστεράς κοιλίας. Η χρησιμότητα αυτής της προσέγγισης στην κλινική πράξη μένει να καθιερωθεί μέσω κατάλληλα σχεδιασμένων κλινικών μελετών.

Βαλβιδοπάθειες

Στένωση αορτικής βαλβίδας

Η ηχοκαρδιογραφία κόπωσης ιδίως με τη χρήση του παλμικού Doppler είναι σημαντική μέθοδος για την αξιολόγηση της βαλβιδικής αορτικής στένωσης και ανεπάρκειας. Η μεγάλη αορτική στένωση μπορεί να υπάρχει παρουσία σχετικά χαμηλών βαλβιδικών κλίσεων εάν η καρδιακή λειτουργία είναι σοβαρά επηρεασμένη. Πολλοί από αυτούς τους ασθενείς βελτιώνονται με τη χειρουργική επέμβαση και την αντικατάσταση της αορτικής βαλβίδας. Εντούτοις, σε μερικούς ασθενείς χαμηλό κλάσμα εξώθησης, ένα εμφανώς μειωμένο αορτικό βαλβιδικό στόμιο μπορεί πραγματικά να οφείλεται στη λειτουργική αορτική στένωση, ενώ επίσης μπορεί να οφείλεται στο χαμηλό όγκο παλμού λόγω της μειωμένης λειτουργικότη-

τας της αριστεράς κοιλίας που έχει ως αποτέλεσμα το ελλιπές άνοιγμα των γλωχινών της βαλβίδας.

Το κλινικό πρόβλημα της αναγνώρισης των ασθενών με μειωμένη καρδιακή παροχή και χαμηλή συστολική κλίση πίεσης με ή χωρίς εφεδρείες συσπαστικότητας του μυοκαρδίου της αριστερής κοιλίας, οι οποίοι θα βελτιωθούν με την αντικατάσταση της αορτικής βαλβίδας φαίνεται ότι επιλύεται με τη χρήση της ηχωκαρδιογραφίας κόπωσης. Οι ασθενείς οι οποίοι θα αυξήσουν το λόγω VTI χώρου εξόδου αριστεράς κοιλίας προς VTI χώρου εξόδου στην αορτική βαλβίδα είναι υποψήφιοι για επιτυχή αορτική αντικατάσταση.

Στένωση μιτροειδούς

Η μέτρηση της διαμυροειδικής κλίσης πίεσης κατά τον καρδιακό καθετηριασμό επιτελείται για δεκαετίες ως τμήμα της αξιολόγησης της στένωσης μιτροειδούς. Σε μια παράλληλη τροχιά, η ηχωκαρδιογραφία Doppler αξιολογεί τη διαμυροειδική ροή κατά τη διάρκεια της άσκησης και μπορεί να παρέχει πληροφορίες μη επεμβατικά. Η γρήγορη αύξηση της διαμυροειδικής κλίσης πίεσης στις Doppler-υπολογισμένες μετρήσεις κατά τη διάρκεια ήπιας άσκησης, υποδηλώνουν μεγαλύτερη λειτουργική στένωση στην άσκηση και μπορεί να βοηθήσουν στην αξιολόγηση της δύσπνοιας στους ασθενείς με στένωση μιτροειδούς, στην οποία η κλινική αξιολόγηση μπορεί να γίνεται δύσκολη από την παρουσία συνοδών νοσημάτων.

Αξιολόγηση της μυοκαρδιακής βιωσιμότητας

Πολλοί ασθενείς μπορεί να έχουν ακινητικά μυοκαρδιακά τμήματα τα οποία είναι εν τούτοις βιώσιμα και ικανά για λειτουργική αποκατάσταση μετά από επαναγγείωση. Στους ασθενείς με ΣΝ και καρδιακή ανεπάρκεια, η επαναγγείωση χειρουργικά ή με καθετηριασμό, μπορεί να βελτιώσει τη λειτουργικότητα της αριστερής κοιλίας και τη γενικότερη έκβαση της νόσου. Ως εκ τούτου, έχει ιδιαίτερη σημασία όχι μόνο στον καθορισμό του βιώσιμου μυοκαρδιακού ιστού στους ασθενείς με καρδιακή ανεπάρκεια, αλλά και στην ποσοτικοποίηση του μυοκαρδιακού μύος που θα βελτιωθεί με τη θεραπεία. Έτσι, απαιτούνται μέθοδοι που μπορούν με ακρίβεια να προσδιορίσουν την ύπαρξη ή όχι βιώσιμου μυοκαρδίου. Διάφορες στρατηγικές είναι διαθέσιμες για τον καθορισμό της παρουσίας βιώσιμου μυοκαρδίου. Αυτές περιλαμβάνουν μέτρηση της μεταβολικής δραστηριότητας με πρόσληψη (FDG), η τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων (PET) ή την ενιαία τομογραφία εκπομπής φωτονίων (SPECT).

Στην ηχωκαρδιογραφία κόπωσης η διφασική απάντηση αποτελεί δείκτη βιωσιμότητας δηλαδή, κατά τη διάρκεια της κόπωσης είναι δυνατόν, τοίχωμα που παρουσιάζεται ακινητικό, να βελτιώνει την κινητικότητα του σε ήπια κόπωση, ενώ στη μέγιστη κόπωση να επιδεινωθεί η κινητικότητα ξανά. Αυτός χαρακτηρίζεται ως τύπος Δ απάντησης και αναδεικνύει βιώσιμο μυοκαρδιακό ιστό. Πρόσφατες μελέτες αποκαλύπτουν ότι το ιστικό Doppler (TDI) προσφέρει τη μεγαλύτερη αντικειμενικότητα στην αξιολόγηση της τμηματικής λειτουργικότητας της αριστερής κοιλίας.

Σύγκριση ηχωκαρδιογραφίας κόπωσης και δυναμικής ηχωκαρδιογραφίας κόπωσης με δοβουταμίνη

Οι ενεργοί φυσικοί παράγοντες φόρτισης απαιτούν τη συνεργασία του ασθενή και η συνηθέστερη άσκηση που εκτελείται είναι ο κυλιόμενος τάπητας. Άλλες μορφές δοκιμασίας κόπωσης περιλαμβάνουν το κατακόρυφο και ύπτιο ποδήλατο και το handgrip. Αντίθετα στη φαρμακευτική ηχωκαρδιογραφία φόρτισης χρησιμοποιείται η δοβουταμίνη. Τα αποτελέσματά της είναι σύνθετα, συμπεριλαμβάνοντας τη φλεβική και αρτηριακή διαστολή, καθώς και άμεση ινότροπη διέγερση. Ως εκ τούτου, η συστολική πίεση του αίματος αυξάνεται συνήθως, ενώ η διαστολική πίεση μειώνεται, αν και μερικοί ασθενείς μπορεί να εμφανίσουν μείωση στη συστολική τους πίεση. Όταν αυτό εμφανίζεται κατά την άσκηση, υπάρχει συνήθως ολική μυοκαρδιακή ισχαιμία εντούτοις με τη χρήση δοβουταμίνης, η υπόταση είναι γενικά μια επίδραση περιφερικής αγγειοδιαστολής και συνήθως δεν δείχνει ανεπάρκεια των βαλβίδων ή ισχαιμία. Κοινές παρενέργειες χορήγησης της δοβουταμίνης μπορεί να είναι η νευρική κούραση, ο τρόμος, η ανησυχία, και το αίσθημα παλμών.

Η ηχωκαρδιογραφία σε κυλιόμενο τάπητα είναι ο συνηθέστερος τύπος ηχωκαρδιογραφίας φόρτισης. Επειδή είναι αδύνατο να έχουμε τη λήψη διαγνωστικών εικόνων κατά τη διάρκεια της άσκησης, η απεικόνιση εκτελείται αμέσως μετά την άσκηση, ενώ ο ασθενής είναι ξαπλωμένος, και οι εικόνες συγκρίνονται με τις λήψεις σε ηρεμία. Αυτή η δοκιμασία είναι δημοφιλής για διάφορους λόγους. Η ΗΚΓ δοκιμασία κόπωσης σε κυλιόμενο τάπητα είναι γνωστή σε όλους τους ιατρούς και είναι εδώ και δεκαετίες καλά αποδεκτή. Οι ασθενείς μπορούν συνήθως να επιτύχουν μεγαλύτερο έργο στη δοκιμασία κόπωσης στον κυλιόμενο τάπητα σε σύγκριση με αυτή του ποδηλάτου. Αυτό συμβαίνει γιατί απαιτείται λιγότερη εθελοντική προσπάθεια από τον ασθενή, έτσι ώστε να μπορέσει να μείνει στον κυλιόμενο τάπητα. Επιπλέον, η κόπωση στον

τάπητα μπορεί να συσχετιστεί με δραστηριότητες της καθημερινής ζωής από την άποψη της άσκησης. Τέλος η ίδια η δοκιμασία κόπωσης είναι δυνατόν να αυξήσει την ευαισθησία και την ειδικότητα της μεθόδου είτε παρατηρώντας τις ΗΚΓ μεταβολές είτε χρησιμοποιώντας το κλινικό κριτήριο του πόνου.

Εντούτοις, οι περιορισμοί της ηχοκαρδιογραφίας σε κυλιόμενο τάπητα, συμπεριλαμβανομένης της ανικανότητας να λάβει χρήσιμες εικόνες κατά τη διάρκεια της άσκησης καθώς και της καθυστέρησης της μετακίνησης του ασθενούς εκτός του τάπητα για την καταγραφή των εικόνων, μπορούν να εξασθενίσουν την ευαισθησία για την ανίχνευση της ισχαιμίας. Επιπλέον, η αναπνευστική προσπάθεια και η πιθανή δυσκολία του ασθενούς να ξαπλώσει αμέσως μετά την έντονη άσκηση, μπορεί να περιπλέξει περαιτέρω τις προσπάθειες λήψης εικόνων.

Η εργομετρία με ποδήλατο είναι μια ενδιαφέρουσα δοκιμασία, ιδιαίτερα, ενώ ο ασθενής είναι σε ύπτια θέση, καθώς επιτρέπει τη σχετικά σταθερή θέση του θώρακα. Αυτό διευκολύνει την ηχοκαρδιογραφική αξιολόγηση κατά τη διάρκεια της μέγιστης άσκησης, και όχι μετά από την άσκηση, όπως στην περίπτωση του κυλιόμενου τάπητα. Ως εκ τούτου, η ηχοκαρδιογραφία δοκιμασίας ποδηλάτου σε ύπτια θέση μπορεί να προσφέρει μεγαλύτερη ευαισθησία στην ανίχνευση της ισχαιμίας, σε αντιδιαστολή με την ηχοκαρδιογραφία κυλιόμενου τάπητα. Ένα πλεονέκτημα της ηχοκαρδιογραφίας φόρτισης με ποδήλατο είναι το γεγονός ότι η απεικόνιση μπορεί να διενεργείται συνεχώς κατά τη διάρκεια της ύπτιας άσκησης. Ως εκ τούτου, οι νεοεμφανιζόμενες τοιχωματικές κινητικές ανωμαλίες μπορούν να ανιχνεύονται στην αρχή τους. Σε γενικές γραμμές, αυτό επιτρέπει τον προσδιορισμό του ισχαιμικού κατώτατου ορίου. Επιπλέον, η ηχοκαρδιογραφία ποδηλάτου ύπτιας θέσης είναι ενδεχομένως ασφαλέστερη από τον τάπητα, καθώς η ανίχνευση της ισχαιμίας στην αρχή της επιτρέπει την πραγματοποίηση μιας διαγνωστικής δοκιμασίας με χαμηλότερο παραγόμενο έργο από αυτό του κυλιόμενου τάπητα. Εντούτοις, η εργομετρία με ποδήλατο απαιτεί την πειθαρχημένη συνεργασία από μέρους του ασθενή για να επιτύχει τα αποδεκτά παραγόμενα έργα. Η έλλειψη οικειότητας πολλών ασθενών με την ποδηλασία μπορεί να κάνει μια τέτοια συνεργασία αρκετά δύσκολη. Τέλος το Handgrip μπορεί να παράγει ουσιαστικές αυξήσεις του μεταφορτίου εντούτοις, δεν είναι συνήθως δυνατό για τους ασθενείς να κρατήσουν το handgrip για περισσότερο από 2 έως 4 λεπτά. Επιπλέον, η συνολική αύξηση στις απαιτήσεις οξυγόνου δεν είναι τό-

σο μεγάλες όσο αυτές που μπορούν να παραχθούν με την αεροβική άσκηση. Διάφορες μελέτες για το handgrip έχουν παρουσιάσει καλή ειδικότητα αλλά μόνο περιορισμένη ευαισθησία στην ηχοκαρδιογραφική ανίχνευση μυοκαρδιακής ισχαιμίας. Γι' αυτό το λόγο και δεν χρησιμοποιείται συνήθως στο κλινικό εργαστήριο.

Σύγκριση ηχοκαρδιογραφίας κόπωσης και ραδιενεργού σπινθηρογραφήματος του μυοκαρδίου

Η δοκιμασία κοπώσεως αν και είναι η πιο συχνά εφαρμοζόμενη μέθοδος για τη διάγνωση της ΣΝ έχει χαμηλή ευαισθησία. Το σπινθηρογράφημα μυοκαρδίου από την άλλη έχει υψηλή ευαισθησία αλλά έχει μειονεκτήματα όπως η έκθεση στην ακτινοβολία, η ανάγκη να πραγματοποιείται σε κατάλληλα εξοπλισμένα κέντρα και το υψηλό κόστος. Η ηχοκαρδιογραφία κόπωσης βασιζόμενη στις διαταραχές της κινητικότητας των τοιχωμάτων πιθανό να αποτελεί μια εναλλακτική επιλογή κυρίως επειδή συνδυάζει την αύξηση της αρτηριακής πίεσης και του καρδιακού ρυθμού κατά την άσκηση. Ωστόσο υπάρχουν σημαντικοί περιορισμοί λόγω κυρίως της υποκειμενικής ερμηνείας των ευρημάτων και της εξάρτησης της επιτυχίας της εξέτασης από την εμπειρία του ερευνητή.

Είναι γνωστό ότι μετά από πρόκληση ισχαιμίας του μυοκαρδίου οι διαταραχές της διαστολικής λειτουργίας προηγούνται αυτές της συστολικής. Επομένως θα ήταν λογικό να εφαρμόζουμε τη μελέτη της διαστολικής λειτουργίας με ηχοκαρδιογραφία κόπωσης που έχει επιδείξει έως τώρα υψηλή ευαισθησία στην ανίχνευση της ΣΝ. Έχει αποδειχθεί ότι σε ασθενείς με υποπτευσμένη ΣΝ η μελέτη της διαστολικής λειτουργίας με ηχοκαρδιογραφία έχει υψηλότερη ευαισθησία από τις συμβατικές μεθόδους της δοκιμασίας κοπώσεως και της ηχοκαρδιογραφίας κόπωσης με δείκτη τη διαταραχή της κινητικότητας των τοιχωμάτων. Ως προέκταση της γνώσης αυτής γνωρίζουμε ότι οι προκαλούμενες με την άσκηση αλλαγές στο μέσο όρο του λόγου E/E' είναι ένας καλός δείκτης για τη διάγνωση της στεφανιαίας νόσου σε ασθενείς με θωρακικό άλγος. Ο λόγος E/E' προσδιορίζεται εύκολα και έχει μεγαλύτερη ευαισθησία συγκρινόμενος με το σπινθηρογράφημα μυοκαρδίου. Ωστόσο το σπινθηρογράφημα υπερέχει σε ειδικότητα της μελέτης της διαστολικής λειτουργίας με ηχοκαρδιογραφία κόπωσης. Η διαφορά αυτή οφείλεται κυρίως στη σημαντικά υψηλότερη ειδικότητα του σπινθηρογραφήματος στη διάγνωση της ΣΝ ενός αγγείου, ενώ η ικανότητα των 2 διαγνωστικών μεθόδων

να ανιχνεύουν πολυαγγειακή ΣΝ είναι συγκρίσιμη. Αν λαβαίναμε υπόψη μας μειονεκτήματα όπως είναι η χαμηλή διαγνωστική ακρίβεια της απλής δοκιμασίας κοπώσεως, το υψηλό κόστος, η μικρή διαθεσιμότητα εξοπλισμού και το υψηλό κόστος του σπινθηρογραφήματος, τότε η μελέτη της διαστολικής λειτουργίας με ηχοκαρδιογραφία κόπωσης θα μπορούσε να θεωρηθεί ως μια καλή εναλλακτική λύση.

Βιβλιογραφία

- Westholm C, Bjällmark A, Larsson M, Jacobsen P, Brodin LA, Winter R, et al. Velocity tracking, a new and user independent method for detecting regional function of the left ventricle. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2009; 29: 24-31. Epub 2008 Sep 24.
- Maskoun W, Mustafa N, Mahenthiran J, et al. Wall Motion Abnormalities with Low-Dose Dobutamine Predict a High Risk of Cardiac Death in Medically Treated Patients with Ischemic Cardiomyopathy. *Clin Cardiol*. 2009; 32: 403-409.
- Nakajima Y, Kane GC, McCully RB, Ommen SR, Pellikka PA. Left Ventricular Diastolic Filling Pressures During Dobutamine Stress Echocardiography: Relationship to Symptoms and Ischemia. *J Am Soc Echocardiogr*. 2009 Jun 11.
- Pellikka PA. Stress echocardiography for the diagnosis of coronary artery disease: progress towards quantification. *Curr Opin Cardiol*. 2005; 20: 395-398.
- Takeuchi M, Otani S, Weinert L, Spencer KT, Lang RM. Comparison of contrast-enhanced real-time live 3-dimensional dobutamine stress echocardiography with contrast 2-dimensional echocardiography for detecting stress-induced wall-motion abnormalities. *J Am Soc Echocardiogr*. 2006; 19: 294-299.
- Pierre-Justin G, Lancellotti P, Pierard LA. What indices quantify regional myocardial function during supine bicycle in healthy subject: natural strain and strain rate? *Int J Cardiol*. 2005; 102: 21-31.
- Peteiro J, Piñon P, Bouzas A, Perez D, Castro-Beiras A. Global left ventricular systolic function based on the sum of regional myocardial velocities during exercise echocardiography. *JA Soc Echocardiogr*. 2007; 20: 968-973. Epub 2007 Jun 6.
- Terzi S, Sayar N, Bilsel T, Yildirim A, Ciloğlu F, Yesilcimen K. Tissue Doppler imaging adds incremental value in predicting exercise capacity in patients with congestive heart failure. *Heart Vessels*. 2007; 22: 237-244. Epub 2007 Jul 20.
- Yang HS, Pellikka PA, McCully RB, et al. Role of biplane and biplane echocardiographically guided 3-dimensional echocardiography during dobutamine stress echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2006; 19: 1136-1143.
- Pulcrantz T, Hirata K, Abe Y, Otsuka R, Herz S, Okajima K, Jin Z, Di Tullio MR. Feasibility of using a real-time 3-dimensional technique for contrast dobutamine stress echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2006; 19: 540-545.
- Bjällmark A, Larsson M, Winter R, et al. Velocity tracking--a novel method for quantitative analysis of longitudinal myocardial function. *J Am Soc Echocardiogr*. 2007; 20: 847-856.
- Rerkpattanapipat P, Hundley WG. Dobutamine stress magnetic resonance imaging. *Echocardiography*. 2007; 24: 309-315.
- Bree D, Wollmuth JR, Cupps BP, et al. Low-dose dobutamine tissue-tagged magnetic resonance imaging with 3-dimensional strain analysis allows assessment of myocardial viability in patients with ischemic cardiomyopathy. *Circulation*. 2006; 114: I33-36.
- Mauro VM, Cianciulli TF, Prezioso HA, et al. Dobutamine stress echocardiography can predict reversible ventricular dysfunction after acute myocardial infarction. *Clin Cardiol*. 2005; 28: 523-528.
- Palmieri V, Innocenti F, Agresti C, Caldi F, Masotti G, Pini R. Traditional and color M-mode parameters of left ventricular diastolic function during low-dose dobutamine stress echocardiography: relations to contractility reserve. *J Am Soc Echocardiogr*. 2006; 19: 483-490.
- Badran HM, Elnomany MF, Seteha M. Tissue velocity imaging with dobutamine stress echocardiography--a quantitative technique for identification of coronary artery disease in patients with left bundle branch block. *J Am Soc Echocardiogr*. 2007; 20: 820-831.
- Picano E, Molinaro S, Pasanisi E. The diagnostic accuracy of pharmacological stress echocardiography for the assessment of coronary artery disease: a meta-analysis. *Cardiovasc Ultrasound*. 2008; 6: 30.
- Slart RH, Bax JJ, van Veldhuisen DJ, van der Wall EE, Dierckx RA, Jager PL. Imaging techniques in nuclear cardiology for the assessment of myocardial viability. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2006; 22: 63-80. Epub 2005 Dec 13.
- Nedeljkovic I, Ostojic M, Beleslin B, et al. Comparison of exercise, dobutamine-atropine and dipyridamole-atropine stress echocardiography in detecting coronary artery disease. *Cardiovasc Ultrasound*. 2006; 4: 22.
- Abdelmoneim SS, Dhoble A, Bernier M, et al. Absolute Myocardial Blood Flow Determination Using Real Time Myocardial Contrast Echocardiography During Adenosine Stress: Comparison With Single-Photon Emission Computed Tomography. *Heart*. 2009.