

Άρθρο Ανασκόπησης

Διάγνωση Διαστολικής Δυσλειτουργίας: Κλινική αξία του Υπερηχο- και Πιεσοκαρδιογραφήματος

ΙΩΑΝΝΗΣ ΜΑΝΩΛΑΣ

Μονάδα Διαστολικού Τεστ Κόπωσης, Τσεκ Απ, Διαγνωστικό και Θεραπευτικό Κέντρο Αθηνών «ΥΓΕΙΑ»

Λέξεις ευρητηρίου:
**Διαστολική
 λειτουργία,
 διαστολικά
 τεστ κόπωσης,
 ισομετρική
 δοκιμασία κόπωσης,
 πιεσογράφημα,
 presso test.**

Ημερ. παραλαβής
 εργασίας:
 10 Νοεμβρίου 2010
 Ημερ. αποδοχής:
 23 Φεβρουαρίου 2011

Διεύθυνση
 Επικοινωνίας:
 Ιωάννης Μανώλας

Π. Ζερβού 5, 154 53
 Παλ. Ψυχικό, Αθήνα
 e-mail: [diastolicstresstest@
 gmail.com](mailto:diastolicstresstest@gmail.com)

Εως τα τέλη της δεκαετίας του 80, το ενδιαφέρον όλων των καρδιολόγων όσον αφορά τη λειτουργικότητα της αριστεράς κοιλίας (ΑΚ) συγκεντρώνονταν στον προσδιορισμό της συστολικής λειτουργίας της ΑΚ, που γίνονταν στο αιμοδυναμικό εργαστήριο με τη μέτρηση του κλάσματος εξώθησης (ΚΕ) & παραμέτρων της καμπύλης πίεσης ΑΚ και αναίμακτα στην κλινική πράξη με τα συστολικά χρονικά διαστήματα στο καρωτιδογράφημα. Η εκτίμηση της καρδιακής ανεπάρκειας (ΚΑ) βασιζόταν, εκτός της κλινικής εικόνας, κυρίως στην ελάττωση του ΚΕ και των δεικτών «συσταλτικότητας» της καμπύλης πίεσης της ΑΚ (max dP/dt κλπ). Αντιθέτως, η διαστολική δυσλειτουργία (ΔΔ) της ΑΚ σε ασθενείς με ΚΑ, που χαρακτηρίζεται αιμοδυναμικά από ελάττωση της ταχύτητας χάλασης & άνοδο των πιέσεων πλήρωσης, εθεωρείτο το αποτέλεσμα η μια επιπλοκή της συστολικής δυσλειτουργίας. Η εκτίμηση της ΔΔ, κυρίως με άνοδο των πιέσεων πλήρωσης, γινόταν πριν την εφαρμογή των υπερήχων από όλους τους καρδιολόγους με την εγγραφή ενός «κορυφο- η ωσεοκαρδιογραφήματος» εφαρμόζοντας ένα εξωτερικό πιεσοκαταγραφέα στο σημείο της μεγίστης ώσεως της ΑΚ.

Η λειτουργικότητας της ΑΚ εκτιμάται σήμερα αναίμακτα σχεδόν αποκλειστικά με τους υπερήχους. Ενώ όμως έχει αποδειχθεί με πληθώρα μελετών και κλινική εμπειρία ότι με τους υπερήχους προσδι-

ορίζεται όντως εύκολα, γρήγορα και με μεγάλη ακρίβεια το ΚΕ, δεν συμβαίνει το ίδιο με την εκτίμηση της ΔΔ της ΑΚ. Με το συνεχώς αυξανόμενο ενδιαφέρον για την παθοφυσιολογία και τις κλινικές εφαρμογές της ΔΔ, μυριάδες αναίμακτοι διαστολικοί δείκτες έχουν μελετηθεί τις τελευταίες 3 δεκαετίες από ερευνητές του υπερηχοκαρδιογραφήματος και τα «διαστολικά στάνταρτ» αλλάζουν κάθε 3-4 χρόνια στην απελπισμένη προσπάθεια ευρέσεως έστω 1-2 αξιόπιστων και κλινικά χρήσιμων δεικτών χάλασης και πίεσης πλήρωσης. Ο έντονος αυτός προβληματισμός στο πεδίο της «υπερηχογραφικής διαστολογίας» μπορεί να θεωρηθεί μάλλον αναμενόμενος, λόγω της παθοφυσιολογικής βάσης των υπερήχων σαν καθαρά ογκομετρική μέθοδος, διότι είναι γνωστό ότι ακόμη και τα αιμοδυναμικά ογκομετρικά μεγέθη (π.χ. ο τελοδιαστολικός όγκος η ο αγγειογραφικός δείκτης της ταχείας πλήρωσης της ΑΚ κλπ) από μόνα τους δεν αποτελούν αξιόπιστους δείκτες της ΔΔ χωρίς τη σύγχρονη εγγραφή της καμπύλης πίεσης.

Εν έτη 2011, το υπερηχοκαρδιογράφημα θεωρείται και παραμένει η σχεδόν αποκλειστική μέθοδος πρόβλεψης της ΔΔ, όμως η εφαρμογή της είναι εφικτή μόνο από ειδικούς και απαιτεί εμπειρία, χρόνο και κατάλληλο εξοπλισμό. Η ανίχνευση της παρουσίας και κυρίως η εκτίμηση του βαθμού της ΔΔ της ΑΚ θεωρείται σήμερα απαραίτητη, όχι μόνο σε ειδικές περι-

πτώσεις ενδονοσοκομειακά στα ειδικά εργαστήρια, αλλά και εκτός νοσοκομείων απ' τον κάθε γιατρό για κάθε ασθενή με πιθανή «σιωπηρά» νόσο του μυοκαρδίου καθώς και για την παρακολούθηση ασθενών με ΚΑ. Δυστυχώς μέχρι σήμερα ο παθολόγος ή ο γενικός γιατρός δεν έχει μια απλή, γρήγορη και αξιόπιστη μέθοδο πρόβλεψης της ΔΔ στην καθ' ημέρα κλινική πράξη.

Έχει πολλαπλώς αποδειχθεί ότι η ΔΔ αποτελεί την πρωιμότερη εκδήλωση κάθε μυοκαρδιακής δυσλειτουργίας, ισχαιμικής ή μη, και επομένως δυνατόν να συμβάλλει στην πρόωμη διαγνώση καθώς και εκτίμηση της σοβαρότητας και πρόγνωσης των περισσότερων παθήσεων του μυοκαρδίου, όπως των μυοκαρδιοκαρδιοπαθειών, της ΣΝ, της «κλασικής συστολικής/διαστολικής» ΚΑ καθώς και της «ΚΑ με φυσιολογικό ΚΕ», κλπ. Μια πληθώρα σημαντικών κλινικών και εργαστηριακών μελετών έχουν αποδείξει τις τελευταίες δεκαετίες πως τα περισσότερα συμπτώματα της ΚΑ, η ΝΥΗΑ κατηγορία και η πρόγνωση ασθενών με ΚΑ καθορίζονται κυρίως από το βαθμό αύξησης των πιέσεων πλήρωσης της ΑΚ και πολύ λιγότερο από το ΚΕ. Έχει επίσης αποδειχθεί πως η «συστολική ΚΑ» χωρίς άνοδο των πιέσεων πλήρωσης της ΑΚ είναι πολύ πιο σπάνια και έχει πολύ καλύτερη πρόγνωση. Για να συνειδητοποιήσουμε τη μεγάλη σημασία της εκτίμησης της ΔΔ στην παρακολούθηση ασθενών από τον κάθε γιατρό, πρέπει να τονισθεί πως σχεδόν όλα τα φάρμακα που χορηγούμε σε ασθενείς με ΚΑ (π.χ. διουρητικά, α-MEA, αγγειοδιασταλτικά κλπ) δρουν σχεδόν αποκλειστικά μέσω της ελάττωσης των πιέσεων πλήρωσης της ΑΚ και πολύ λιγότερο μέσω αύξησης του ΚΕ.

Επομένως ο κάθε μη-ειδικός γιατρός (ακόμη και ο γενικός γιατρός) θα έπρεπε να έχει στα χέρια του ένα απλό, γρήγορο, εύρηστο και κατά προτίμηση φορητό «διαστολικό εργαλείο», που δυνατόν να βοηθούσε όχι μόνο στη διαφοροδιάγνωση ασθενών με δύσπνοια στην κόπωση, αλλά και στο εντοπισμό μιας άτυπης ή σιωπηρής στεφανιαίας νόσου (ΣΝ) με τέλεση ενός «διαστολικού τεστ κόπωσης». Λογω της έλλειψης ενός απλού «διαστολικού εργαλείου» αφενός και της αναγκαιότητας μιας εξωνοσοκομειακής παρακολούθησης της ΔΔ στους περισσότερους ασθενείς με ΚΑ, διερευνάται προσφάτως μέχρι και η εμφύτευση αιμοδυναμικών συστημάτων καταγραφής των αυξομειώσεων της πίεσης πλήρωσης.

Σκοπός της παρούσας βραχείας ανασκόπησης είναι να γίνει μια: α) Σύγκριση των τεκμηριωμένων αιμοδυναμικών διαστολικών δεικτών πίεσης και όγκου για την καλύτερη κατανόηση των παθοφυσιολογικών

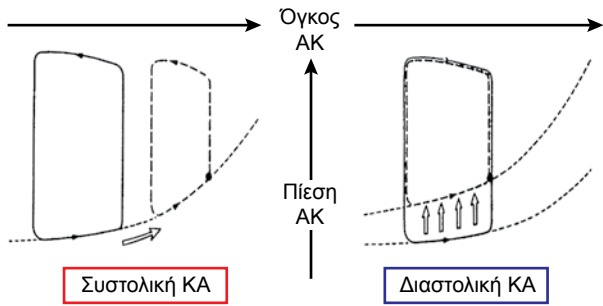
μηχανισμών, β) Ανάλυση των αναίμακτων δεικτών με χρήση υπερήχων ή εξωτερικού πιεσοκαταγραφέα, και γ) Αξιολόγηση όλων των μεθόδων ως προς την κλινική αξία και εφαρμοσιμότητα των στην καθημερινή πράξη, κυρίως εξωνοσοκομειακά.

Αιμοδυναμικοί διαστολικοί δείκτες πίεσης & όγκου

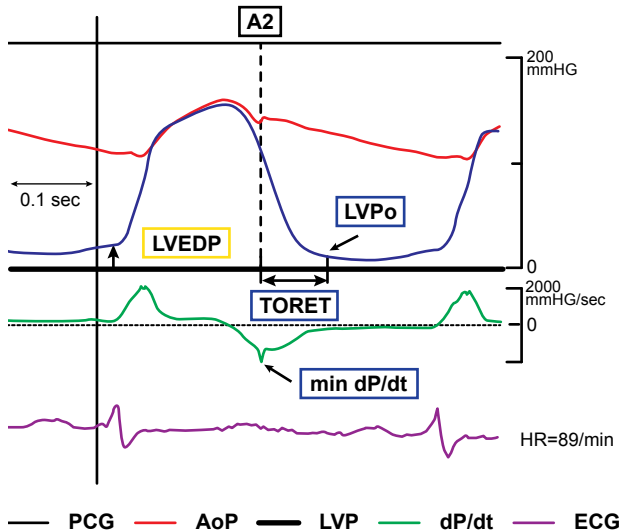
Στον καθετηριασμό, η ακριβής μέτρηση της διαστολικής λειτουργίας γίνεται με τον προσδιορισμό της σχέσης πίεσης (P) και όγκου (V), δηλ. των PV διαγράμματων (Εικόνα 1), κατά προτίμηση με σύγχρονη χρήση μικροανομέτρων και αγγειογραφίας.¹⁻³ Οι παθήσεις του μυοκαρδίου της ΑΚ συνοδεύονται χαρακτηριστικά είτε από αυξημένη ενδοτικότητα με μετακίνηση της PV σχέσης^{3,4} προς τα δεξιά και κάτω (διατακτική μυοκαρδιοπάθεια, ανεπάρκεια αορτής κλπ) ή ελαττωμένη ενδοτικότητα της ΑΚ με μετακίνηση της PV καμπύλης προς τα αριστερά και πάνω (διαστολική ΚΑ, ισχαιμική νόσος, υπερτροφική μυοκαρδιοπάθεια, κλπ). Πρέπει να τονισθεί ότι σε ασθενείς με «αμιγώς συστολική ΚΑ» χωρίς άνοδο των πιέσεων πλήρωσης, η σχέση PV δεν παρουσιάζει καμία μετακίνηση, δηλ. οι ασθενείς αυτοί έχουν μια «φυσιολογική ενδοτικότητα» (Εικόνα 1, αριστερά). Αντιθέτως σε ασθενείς με «διαστολική ΚΑ και φυσιολογικό ΚΕ» έχουμε μια μετακίνηση της PV σχέσης μόνο προς τα πάνω χωρίς μεταβολή όγκου, που συνοδεύεται χαρακτηριστικά από δύσπνοια στην κόπωση (Εικόνα 1, δεξιά).

Συγκρίνοντας λοιπόν το PV διάγραμμα στις περιπτώσεις «αμιγώς» συστολικής και διαστολικής ΚΑ, διαπιστώνουμε μια σαφέστατη διαφορά, δηλ. ενώ στη συστολική ΚΑ έχουμε κυρίως μεταβολή του όγκου, η διαστολική ΚΑ χαρακτηρίζεται από δραματική μεταβολή μόνο της πίεσης.⁴ Επομένως, είναι σαφές πως για την εκτίμηση της συστολικής ΚΑ μας χρειάζονται κυρίως ογκομετρικές μέθοδοι (αγγειογραφία, υπερηχογράφημα κλπ) ενώ για στη διαστολική ΚΑ είναι απολύτως απαραίτητη η χρήση πιεσοκαταγραφέων.

Οι κυριότεροι δείκτες πίεσης της ΑΚ (Εικόνα 2), που δύνανται φυσικά να προσδιορισθούν με ακρίβεια μόνο με τη χρήση μικροανομέτρων περιλαμβάνουν τη μέτρηση δεικτών της πρωίμου διαστολής της περιόδου χάλασης με προσδιορισμό της ταχύτητας πτώσεως της καμπύλης ΑΚ, δηλ. το ελάχιστο της 1ης παραγωγού της καμπύλης πίεσης ΑΚ (min dP/dt), τη σταθερά χρόνου (TC= time constant) και κυρίως τον ολικό χρόνο χάλασης που μετρείται από τη σύγκλιση της αορτικής βαλβίδας -αρχή 2ου καρδιακού τόνου- έως το χαμηλότερο σημείο της πίεσης της ΑΚ (TORET = Total Relaxation Time). Οι κυριότεροι δείκτες πλήρωσης της ΑΚ είναι



Εικόνα 1. Σχέση της πίεσης με τον όγκο της ΑΚ στη συστολική και διαστολική καρδιακή ανεπάρκεια (ΚΑ). Στην αμιγώς συστολική ΚΑ με ελάττωση του κλάσματος εξώθησης (αριστερά) έχουμε μια αύξηση κυρίως του όγκου, ενώ στη διαστολική ΚΑ (δεξιά) μόνο μια αύξηση της πίεσης χωρίς μεταβολή του όγκου.



Εικόνα 2. Σύγχρονος καταγραφή του εξωτερικού φωνοκαρδιογραφήματος (PCG), της πίεσης της ΑΚ (LVP), της πίεσης της ανιούσης αορτής (AoP) –αμφότερες με μικρομανόμετρα, της πρώτης παραγώγου της πίεσης της αριστεράς κοιλίας (dP/dt) και του ηλεκτροκαρδιογραφήματος (ECG). A2= αρχή του αορτικού στοιχείου του 2ου τόνου. LVEDP= τελοδιαστολική πίεση της αριστεράς κοιλίας. LVPo =ναδίρ της πρωτοδιαστολικής πίεσης της αριστεράς κοιλίας. MindP/dt = κατώτερη τιμή της ταχύτητας πτώσεως της αριστεράς κοιλίας. TORET= ολικός χρόνος χάλασης της αριστεράς κοιλίας.

η πίεσή της στο πρωτοδιαστολικό ναδίρ που ταυτίζεται χρονικά με το τέλος του της χάλασης η του TORET (LVPo) και η τελοδιαστολική πίεση ΑΚ (LVEDP= Left Ventricular End-diastolic Pressure).^{5,6} Με τη μέτρηση αυτών των δεικτών της καμπύλης πίεσης ΑΚ στον καθετηριασμό, διαχωρίζονται εύκολα ασθενείς με φυσιολογική απ' αυτούς με παθολογική διαστολική λειτουργία της ΑΚ (Εικόνα 3).

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα που διαφαίνονται ευκρινώς τα πλεονεκτήματα της χρήσης πιεσοκαταγραφών έναντι της αποκλειστικής χρήσης ογκομετρίας, αποτελεί η μεγάλη διαφορά της μεταβολής διαστολικών εν συγκρίσει με αυτή των συστολικών δεικτών στην παρουσία ισχαιμίας.⁷⁻¹³ Έχει αποδειχθεί με εντυπωσιακό τρόπο από το μεγάλο Ελβετό ερευνητή U. Sigwart¹³ κατά την πρόκληση ισχαιμίας στον καθετηριασμό, πως οι διαστολικοί παράμετροι χρόνου χάλασης και LVEDP της καμπύλης πίεσης της ΑΚ μεταβάλλονται πολύ πιο πρώιμα (εντός μερισών δευτερολέπτων) και πιο δραματικά (80-130% της αρχικής τιμής των) εν συγκρίσει με τις συστολικές η διαστολικές ογκομετρικές παραμέτρους (<40% της αρχικής τιμής των). Το σύνολο των χαρακτηριστικών και μάλλον παθογνωμονικών αυτών μεταβολών της καμπύλης πίεσης της ΑΚ, ονομάστηκε «ισχαιμική διαστολική αντίδραση».¹⁴

Αναίμακτοι μέθοδοι εκτίμησης διαστολικής λειτουργίας

Εκτίμηση διαστολικής λειτουργίας με ογκομετρία & υπερήχους

Η εφαρμογή των υπερήχων στο τέλος της δεκαετίας του '70, αποτέλεσε ένα σημαντικό βήμα για την αναίμακτο αντιμετώπιση πολλών διαγνωστικών προβλημάτων στην κλινική πράξη. Η διάγνωση και παρακολούθηση ασθενών με βαλβιδοπάθειες, περι- και ενδοκαρδίτιδα, διάταση η υπερτροφία κλπ έγινε πιο προσιτή σε κάθε καρδιολόγο με στοιχειώδη γνώσεις υπερηχοκαρδιογραφίας. Ένα απ' τὰ σημαντικότερα πλεονεκτήματα της τόσο χρήσιμης αυτής αναίμακτης απεικονιστικής τεχνολογίας ήταν και ακριβής εκτίμηση της συστολικής δυσλειτουργίας της ΑΚ η της δεξιάς κοιλίας. Εκτός του ΚΕ έγινε εφικτός ο υπερηχογραφικός εντοπισμός περιοχών με δυσκινησία η ακινησία των τοιχωμάτων αμφοτέρων των κοιλιών στην ηρεμία και κόπωση.

Από τις αρχές της δεκαετίας του '80, αναπτύχθηκε ένας νέος τομέας εφαρμογής της υπερηχοκαρδιογραφίας, δηλ. η «διαστολογία», με εξέταση των ογκομετρικών διαταραχών της πρώιμου και όψιμου πλήρωσης κυρίως της ΑΚ.¹⁵⁻²⁷ Ακολούθησε η εισαγωγή πολλών τεχνικών Υπερήχο-Doppler και μιας πληθώρας νέων διαστολικών δεικτών δυσπραγίας της ΑΚ. Το ζητούμενο ήταν και είναι, όχι τόσο ο προσδιορισμός της χάλασης όσο της αύξησης της πίεσης πλήρωσης της ΑΚ. Από παλιά εθεωρείτο η μέτρηση της LVEDP ορθώς σαν ένας σημαντικός δείκτης πρόγνωσης στις παθήσεις του μυοκαρδίου μετά από έμφραγμα καθώς και στην καρδιακή ανεπάρκεια κλπ. Από >2 δεκαετίες, το

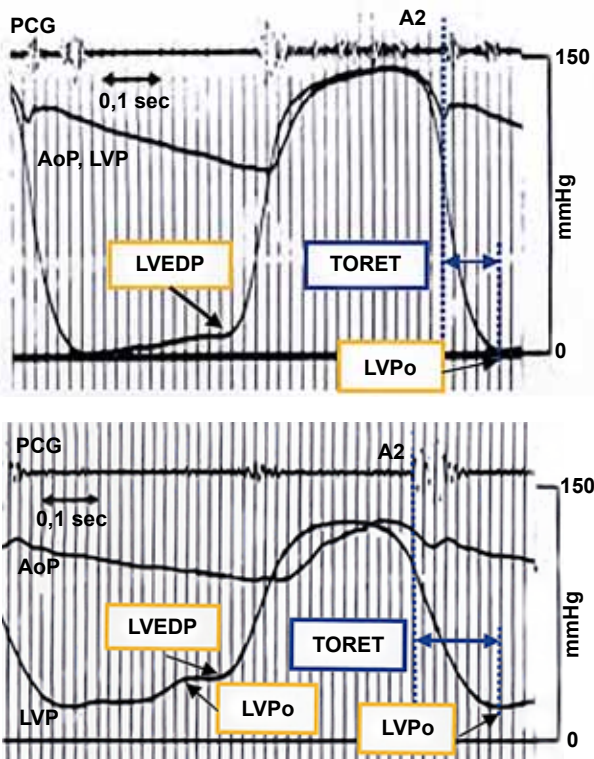
πεδίο της «διαστολογίας» αλλάζει δυστυχώς κάθε 2-3 χρόνια σχεδόν ριζικά με την εισαγωγή για κλινική χρήση ενός πλήθους νέων δεικτών, που αντικαθίστανται από νέους κοκ. Οι αλλαγές των κατευθυντήριων συστάσεων για διάγνωση της ΔΔ που ακολούθησαν, προκάλεσαν προβληματισμό και ενίοτε σύγχυση στο κλινικό καρδιολόγο και ακόμη μεγαλύτερη στους μη-ειδικούς γιατρούς. Πρόσφατες υπερηχογραφικές ανασκοπήσεις αναλύουν διεξοδικά τους πολυάριθμους διαστολικούς δείκτες.¹⁶⁻¹⁹

Σημειωτέον, ότι οι περισσότερες διαστολικές τεχνικές σήμερα ελάχιστα χρησιμοποιούνται σαν μέθοδοι ρουτίνας, ακόμη και στα εργαστήρια αυτών που τις εισήγαγαν. Αναφέρουμε μερικά παραδείγματα διαστολικών ογκομετρικών υπερηχογραφικών δεικτών, που άλλοτε ήταν γενικώς αποδεκτοί σαν «στάνταρ» και χρησιμοποιούνταν αποκλειστικά και ευρύτατα, αλλά σήμερα ελάχιστα εμπιστευόμαστε. Για παράδειγμα, για χρόνια βασιζόμασταν στο δείκτη της πρώιμης (E) και τελοδιαστολικής (A) διαμτροειδικής ροής για την εκτίμηση της χάλασης και της τελοδιαστολικής πλήρωσης η ενδοτικότητας, καθώς και

το E/A σαν δείκτη της ολικής διαστολικής λειτουργικότητας της ΑΚ, εν μέρει σε συνδυασμό με την εγγραφή της ροής των πνευμονικών φλεβών και των χρονικών δεικτών DT και ισοογκοτικού χρόνου χάλασης (IVRT). Με τη σημερινή εφαρμογή του ιστικού Doppler, οι δείκτες αυτοί δεν θεωρούνται τόσο απαραίτητοι στην κλινική ρουτίνα.

Σήμερα, οι περισσότεροι ερευνητές και κλινικοί καρδιολόγοι εμπιστεύονται κυρίως το δείκτη του ιστικού Doppler E/E', σαν τον πλέον αξιόπιστο δείκτη αυξημένων πιέσεων πλήρωσης της ΑΚ, που έχει βρεθεί να συσχετίζεται σημαντικά με δείκτες πίεσης πλήρωσης – συμπεριλαμβανομένου και του LVEDP.^{17,22} Όμως από πλευράς παθοφυσιολογίας θα έπρεπε να διερωτηθεί κανείς εξ αρχής: πως είναι δυνατόν ο συνδυασμός 2 καθαρά ογκομετρικών παραμέτρων -του E και E'- της πρώιμου διαστολής να αποτελεί ένα τόσο αξιόπιστο δείκτη... τελοδιαστολικών μεγεθών πίεσης; Αυτό φαίνεται εξίσου επιεικώς περιέργο σαν να προσπαθούμε να εκτιμήσουμε την LVEDP μετρώντας δείκτες χάλασης όπως τον TORET η την σταθερά χρόνου της χάλασης.

Δεν θα έπρεπε να μας ξαφνιάζουν, επομένως, τα καθόλου ενθαρρυντικά πρόσφατα ευρήματα ορισμένων αιμοδυναμικών προσφάτων αιμοδυναμικών μελετών από πολύ γνωστά πανεπιστήμια των ΗΠΑ & Ευρώπης που δείχνουν σαφώς όχι μόνο μια ανησυχητικά μεγάλη διασπορά των τιμών μεταξύ ασθενών και υγιών²⁴ καθώς και ένα πολύ περιορισμένο εύρος των φυσιολογικών τιμών, αλλά κυρίως μια σαφώς ανεπαρκή συσχέτιση του E/E' με αιμοδυναμικούς δείκτες πλήρωσης σε ασθενείς με υπερτροφική μυοκαρδιοπάθεια^{20,25} όσο και ασθενών με διαστολική²⁶ και συστολική ΚΑ²⁷ όσο και ΣΝ²³ Εξάλλου οι δείκτες της πρώιμης φάσης της διαστολής E και E' δεν έδειξαν να συσχετίζονται ούτε καν με αντίστοιχους δείκτες χάλασης της ΑΚ.²¹ Πρέπει να τονισθεί εξ' άλλου πως οι Mullens και συν.²⁷ θεωρούν το δείκτη E/E' κλινικά σχεδόν άχρηστο καθ'όσον δεν βρήκαν καμία σημαντική συσχέτιση του με αιμοδυναμικούς δείκτες πίεσης πλήρωσης της ΑΚ σε ασθενείς με προχωρημένη ΚΑ. Παρ'όλο που τα πρόσφατα αυτά ευρήματα είναι απογοητευτικά και έχουν αποδείξει πως δεν υφίσταται καμία πραγματικά κλινικά χρησιμη συσχέτιση του E/E' με δείκτες σκληρότητας της ΑΚ και επομένως θα έπρεπε να αναθεωρηθεί η αρχική αποδοχή των υπερήχων σαν αξιόπιστη μέθοδος εκτίμησης της ΔΔ, το ιστικό Doppler θεωρείται σήμερα από πολλούς σαν σχεδόν απαραίτητη μέθοδος εκτίμησης της ΔΔ και όχι μόνο χρησιμοποιείται ευρέως σε κλινικές μελέτες, αλλά έχει συμπεριληφθεί και σε πρόσφατες κατευθυντήριες οδηγίες για



Εικόνα 3. Σύγχρονες εγγραφές της πίεσης της αριστεράς κοιλίας και της ανιούσης αορτής σε ένα ασθενή με φυσιολογική (πάνω) με χαμηλή LVEDP και βραχύ TORET και σε ένα ασθενή με διαστολική δυσλειτουργία της αριστεράς κοιλίας (κάτω) με αυξημένη LVEDP και LVPo καθώς και παράταση του TORET.

τη διάγνωση της «διαστολικής ΚΑ» σε ΗΠΑ & Ευρώπη.^{17,18}

Με την πληθώρα μελετών, δημοσιεύσεων και παρουσιάσεων σε συνέδρια, που αυξάνονται με προοδευτικό ρυθμό ετησίως, η υπερηχογραφική εκτίμησή της ΔΔ θεωρείται σήμερα εξ ίσου σημαντική με αυτή της συστολικής λειτουργικότητας της ΑΚ, και πρέπει να ομολογήσουμε ότι οι εξελίξεις των υπερήχων συνέβαλαν τα μέγιστα στο να αποκτήσει και η «διαστολογία» γενικότερα πολλούς και φανατικούς οπαδούς παγκοσμίως. Ενώ όμως οι μοντέρνοι υπερηχοκαρδιολόγοι αναγνωρίζουν σαφέστατα την αξιολογία των διαστολικών δεικτών πίεσης και τους χρησιμοποιούν σαν «στάνταρ» στην κάθε αξιολόγηση νέων υπερηχογραφικών διαστολικών δεικτών, έχει επικρατήσει η πεποίθηση πως δυνάμεθα με τους υπέρηχους να προβλέψουμε «έτσι απλά-και-εύκολα» ορισμένα βασικά αιμοδυναμικά διαστολικά μεγέθη με αξιόπιστο τρόπο, βασιζόμενοι σε ευμετάβλητες υπερηχογραφικές και αμιγώς ογκομετρικές μετρήσεις, που συχνά βασίζονται σε μάλλον αμφισβητούμενες θεωρίες και υποθέσεις.

Όμως θάπρεπε να τονισθούν ορισμένα πολλαπλώς τεκμηριωμένα δεδομένα, που συχνά δεν λαμβάνονται υπ' όψιν:

α) οι αμιγώς ογκομετρικές και αγγειογραφικές μέθοδοι είναι όντως αξιόπιστες και αναντικατάστατες στον προσδιορισμό της συστολικής λειτουργίας της ΑΚ, αλλά δεν μπορούν να θεωρηθούν κατάλληλες για την εκτίμηση της ΔΔ που εκδηλώνεται σχεδόν αποκλειστικά με μεταβολές της ενδοκαρδιακής πίεσης της ΑΚ στην πρώτο- και κυρίως στην τελοδιαστολική φάση,

β) Η πληθώρα τεχνικών περιορισμών στην εφαρμογή των υπερήχων για την εκτίμηση των διαστολικών μεταβολών, δηλ. η εξάρτησή τους από την τοποθέτηση του δείγματος, το κέρδος ισχύος (gain), το φίλτρο, τη γωνίωση, την ανατομία και ασβέσωση του μιτροειδικού δακτυλίου κλπ.,

γ) οι υπερηχογραφικές διαστολικές μέθοδοι και οι δείκτες τους δεν διαφαίνεται να είναι χρήσιμοι ούτε καν σε ασθενείς με διατεταμένες καρδιακές κοιλότητες και ελαττωμένο ΚΕ,²⁷ όπως εθεωρούνταν για αρκετά χρόνια καθώς αυξάνονται πρόσφατα οι μελέτες που αποδεικνύουν την ελαττωμένη αξιολογία τους, ακόμη και των νέων δεικτών του ιστικού Doppler, σε ασθενείς με «διαστολική ΚΑ»,²⁶ με υπερτροφική καρδιομυοπάθεια²⁵ και σε προχωρημένη ΚΑ.²⁷

Λόγω όλων αυτών των τεχνικών δυσκολιών και της πληθώρας των προτεινόμενων υπερηχογραφικών μεθόδων και δεικτών, που απαιτούν σημαντική εμπειρία του εξετάζοντος, οι υπέρηχοι δεν φαίνεται

να δύνανται να μας λύσουν ουσιαστικά και κυρίως με ένα απλό και προσιτό σε όλους τρόπο, το πρόβλημα της εκτίμησης της διαστολικής λειτουργικότητας της ΑΚ στην καθ' ημέρα πράξη. Γενικά η ογκομετρία σαφώς υστερεί της χρήσης πιεσοκαταγραφών κατά την εκτίμηση της διαστολικής λειτουργίας και των μεταβολών της.

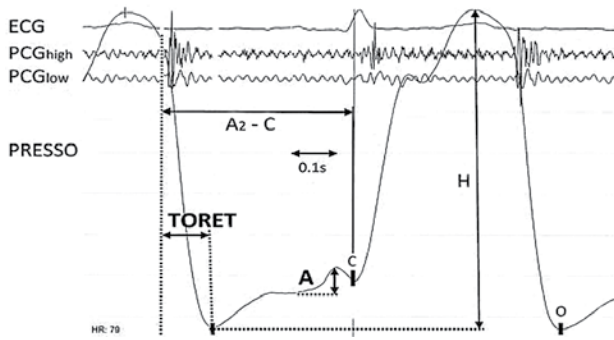
Η δυνατότητα εφαρμογής μιας υπερηχογραφικής εκτίμησης της ΔΔ περιορίζεται κυρίως σε εργαστήρια υπερήχων με έμπειρους εξετάζοντες, που έχουν το χρόνο, τα μέσα και την ικανότητα. Θα έπρεπε βέβαια να αναρωτηθεί κανείς για τις διαρκείς και συστηματικές μεταβολές των «διαστολικών στάνταρτ υπερηχογραφικών δεικτών», καθώς συχνά εγκαταλείπονται οι παλιότεροι, ενώ αντίθετα οι αιμοδυναμικοί δείκτες πίεσης παραμένουν για δεκαετίες οι ίδιοι και είναι αναμφισβήτητα η μέθοδος εκλογής.

Εξ' άλλου, ποιός άραγε επιθυμεί ή δύναται να θυσιάσει ακόμη και σε ένα –συντά όμως πολυάσχολο εργαστήριο με έμπειρους υπερηχογραφιστές >30 λεπτά για να προσδιορίσει μόνο ένα μέρος της πληθώρας αυτής των διαστολικών μεθόδων και δεικτών;

Μήπως θα έπρεπε να αρχίσουμε να αποδεχόμαστε μερικά τεκμηριωμένα δεδομένα, δηλ. πως οι ογκομετρικές/υπερηχογραφικές μέθοδοι από τη φύση τους δεν είναι οι κατάλληλες για να μας λύσουν ουσιαστικά και με ένα απλό/προσιτό σε όλους τρόπο το πρόβλημα της εκτίμησης του βαθμού της ΔΔ;

Εκτίμηση διαστολικής λειτουργίας με εξωτερικό πιεσοκαταγράφεα: από το παλιό «Κορυφογράφημα» και στο νέο «Πιεσογράφημα»

Έως το τέλος της δεκαετίας το 70, η αναίμακτη εκτίμησης της διαστολικής δυσλειτουργίας της ΑΚ γινόταν στην καθημερινή κλινική πράξη με την καταγραφή του «κορυφογραφήματος της ΑΚ» και σύγχρονη εγγραφή του φωνοκαρδιογραφήματος, προσδιορίζοντας 2 βασικές παραμέτρους (Εικόνα 4), δηλ. του ολικού χρόνου χάλασης (Total Relaxation Time = TART η TORET) της ΑΚ –από την αρχή του 2ου καρδιακού τόνου έως το κατώτερο σημείο της καμπύλης, ο διορθωμένος για τη διάρκεια της διαστολής και καρδιακή συχνότητα δείκτης TARTI η TORETI, όπου $TORETI = \sqrt{A2-C/TORET}$, και κυρίως του σχετικού εύρους του Α κύματος προς το ολικό ύψος (A/H) της καμπύλης αυτής. Δυστυχώς, παλαιότερα γινόταν χρήση διαφόρων πιεσοκαταγραφών με βραχεία και συχνά άγνωστη σταθερά χρόνου και με χρήση ενδιαμέσων σωλήνων μεταξύ πιεσοκαταγραφέα και θώρακα (Εικόνα 5Α), που οδηγούσε

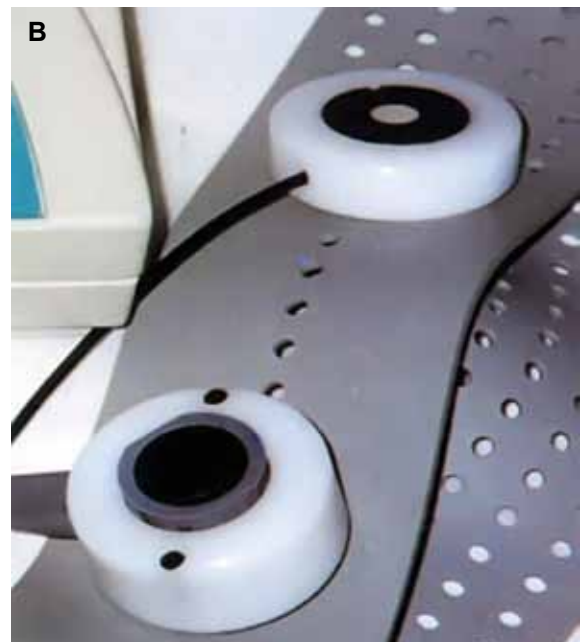
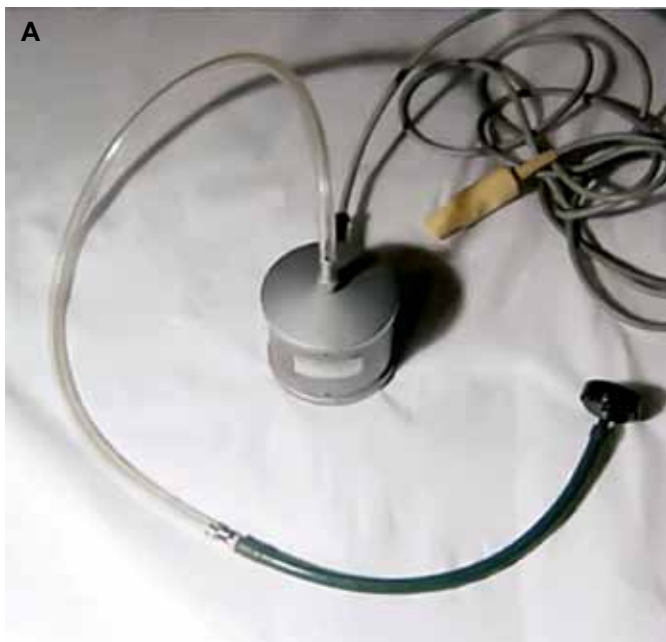


Εικόνα 4. Τρόπος μέτρησης των διαστολικών δεικτών του πιεσοκαρδιογραφήματος (PRESSO) σε ένα υγιές άτομο με σύγχρονη καταγραφή του ηλεκτρο- (ECG), φωνοκαρδιογραφήματος (PCG). A= εύρος του A κύματος. A2-C= διάρκεια της διαστολικής φάσης. C= σημείο ανόδου του πιεσογραφήματος και τέλος της διαστολής. H= ολικό εύρος του πιεσογραφήματος. TORET=ολικός χρόνος χάλασης O= ναδίρ του πιεσογραφήματος.

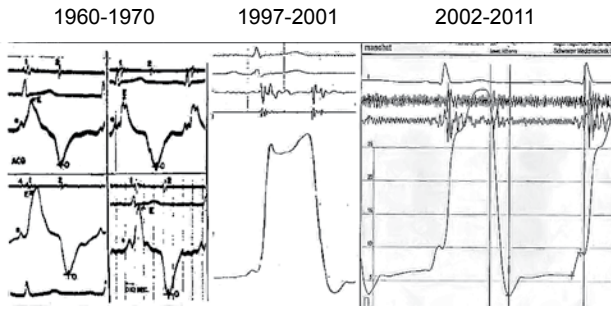
σε αλλοίωση της καμπύλης και καθιστούσε αναξιόπιστη την εκτίμηση κυρίως του TORET και λιγότερο του A/H (Εικόνα 6). Στις αρχές της δεκαετίας του 70, επετεύχθησαν σημαντικές μεθοδολογικές βελτιώσεις στο τρόπο εγγραφής του κορυφογραφήματος. Έγιναν επίσης εκτεταμένες μελέτες με σύγχρονη εγγραφή του με κατάλληλο πιεσοκαταγραφέα με μια σταθερά χρόνου >5sec εφαρμοζόμενο κατευθείαν στο

θώρακα πάνω από την αριστερά κοιλία (Εικόνα 5B). Συγκρίνοντας τις εγγραφές με τους παλαιότερους με αυτές με τους σύγχρονους πιεσοκαταγραφείς, διαπιστώνονται εύκολα οι μεγάλες διαφορές στη μορφολογία του κορυφογραφήματος (Εικόνα 6), δηλ. ενώ στις παλαιότερες εγγραφές είχαμε μια πρόιμη πτώση της καμπύλης του «κορυφογραφήματος» και το ναδίρ βρισκόταν πλησίον του 2ου τόνου, στις πιο σύγχρονες καταγραφές με τον κατάλληλο πιεσοκαταγραφέα η πτώση της καμπύλης του «πιεσογραφήματος» είναι σχεδόν ταυτόσημη με αυτή της καμπύλης πίεσης της ΑΚ (Εικόνα 7).

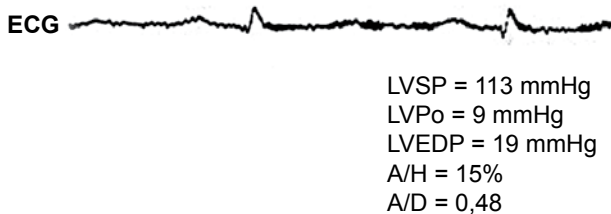
Να σημειωθεί όμως ότι ακόμη και με χρήση των παλιότερων και μάλλον ακαταλλήλων πιεσοκαταγραφέων, αποδείχθηκε με πολλές μελέτες σε μεγάλα κέντρα των ΗΠΑ, ότι το σχετικό εύρος του A κύματος συσχετίζεται στενά με αιμοδυναμικούς δείκτες πίεσης πλήρωσης της ΑΚ – όπως την LVEDP με δείκτες συσχέτισης $r = 0,72-0,83$.²³⁻²⁶ Ως εκ τούτου, το A/H χρησιμοποιήθηκε για πολλά χρόνια με επιτυχία σαν μοναδικός και αξιόπιστος διαστολικός δείκτης για την εκτίμηση της ενδοτικότητας της ΑΚ και του LVEDP σε ασθενείς με ΚΑ ή παθήσεις της αορτικής βαλβίδος καθώς και μυοκαρδιοπάθειες, συμβάλλοντας σημαντικά τόσο στη διάγνωση της μυοκαρδιακής δυσλειτουργίας της ΑΚ όσο και στην καλύτερη ρύθμιση της θεραπευτικής αγωγής με διουρητικά και αγγειοδιασταλτικά στην καθ' ημέραν πράξη.



Εικόνα 5. Εξωτερικοί πιεσοκαταγραφείς για την καταγραφή πιεσογραφήματος. A= παλαιότερο σύστημα με ενδιάμεσο σωλήνα και Marey κάψουλα. B= σύγχρονο σύστημα εγγραφής με ένα κατάλληλο πιεσοκαταγραφέα (κάτω) που εφαρμόζεται στο σημείο ώσεως της αριστεράς κοιλίας και καταγραφέα φωνοκαρδιογραφήματος (πάνω).



Εικόνα 6. Εγγραφές πιεσογραφήματος σε διάφορες περιόδους. Διαφάνεται σαφώς η διαφορά μεταξύ των παλαιότερων (1960-1970) εγγραφών με μορφολογική και χρονική παραμόρφωση λόγω της βραχείας σταθεράς χρόνου και των σύγχρονων εγγραφών (1997-σήμερα) με πιστή εγγραφή των καμπύλων πιεσογραφήματος, που αντιστοιχούν χρονικά και μορφολογικά με την καμπύλη πίεσης της αριστεράς κοιλίας.

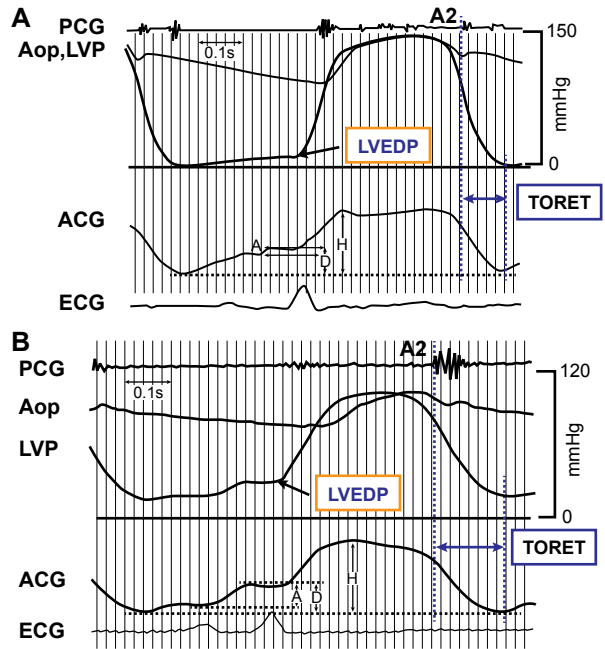


Εικόνα 7. Σύγχρονος καταγραφή της καμπύλης πίεσης της αριστεράς κοιλίας (LVP) με χρήση κοινών καθετήρων και του πιεσογραφήματος (ACG) κατά τη διάρκεια καθετηριασμού στο θεραπευτήριο ΥΓΕΙΑ σε ένα ασθενή με καλή λειτουργικότητα της αριστεράς κοιλίας, που δείχνει την ομοιότητα της ταχύτητας ανόδου και καθόδου των δυο καμπύλων.

Σε πιο πρόσφατες εκτεταμένες μελέτες που έγιναν με τη χρήση μικρομανομέτρων τόσο εντός της ΑΚ όσο και εξωτερικά επί του θώρακος για τη λήψη συγχρόνων υψηλής πιστότητας εγγραφών αντιστοίχως της καμπύλης πίεσης της ΑΚ και του κορυφογραφήματος κατά τη διάρκεια καθετηριασμού. Στις μελέτες αυτές βρέθηκε μια μεγάλη χρονική και μορφολογική ομοιότητα των εξωτερικών εγγραφών του κορυφογραφήματος με την καμπύλη πίεσης της ΑΚ στη δια-

στολική φάση τόσο σε ασθενείς με φυσιολογική όσο και σ' αυτούς με ελαττωμένη λειτουργικότητα ΑΚ. Η Εικόνα 8Α δείχνει σε ένα ασθενή χωρίς ΔΔ η φυσιολογική LVEDP και η ταχεία χάλαση αντιστοιχεί εκφράζοντας στο κορυφογράφημα με ένα μικρό Α κύμα (φυσιολογικό A/H) και γρήγορη πτώση της καμπύλης (φυσιολογικό TORET), ενώ σε ένα ασθενή με συμφορητική ΚΑ (Εικόνα 8Β) η σημαντικά αυξημένη LVEDP και ο παρατεταμένος χρόνος χάλασης εκφράζονται με ένα επίσης σημαντικά αυξημένο A/H και ένα παρατεταμένο TORET στο κορυφογράφημα. Όπως επιδεικνύεται και στην εικόνα 7, υπάρχει επιπροσθέτως μεγάλη ομοιότητα στην ταχύτητα ανόδου και καθόδου («slope») των δυο καμπύλων.

Λόγω της μεγάλης αυτής χρονικής και μορφολογικής αναλογίας των καμπύλων που καταγράφονται με εξωτερικούς και εσωτερικούς πιεσοκαταγραφείς, ο όρος «πιεσογράφημα» αντανακλά πιο πιστά την πραγματική φύση των υψηλών πιστότητας αναίμακτων αυτών εγγραφών. Άλλωστε ο Γερμανός καρδιολόγος U. Gleichmann απέδειξε με τη διδακτορική του διατριβή πως το σημείο εγγραφής του «κορυφογραφήματος» επί της ώσεως δεν αντιστοιχεί ουδόλως στην «κορυφή»

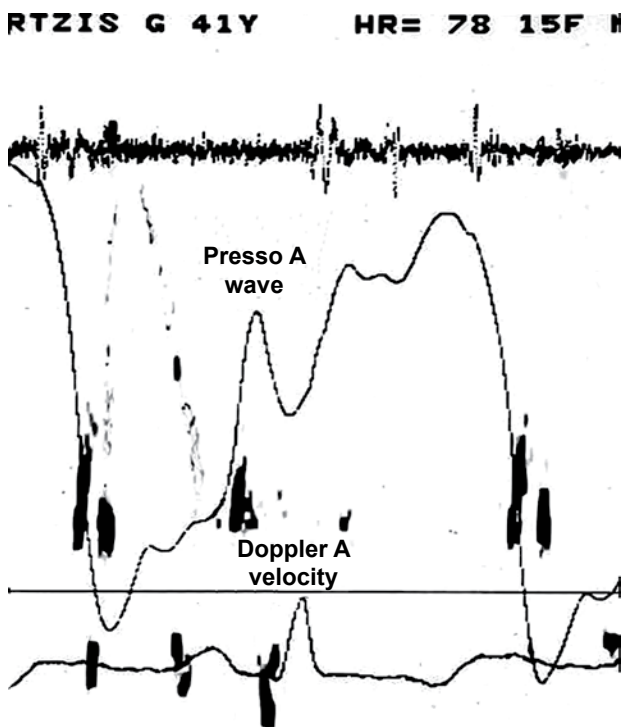


Εικόνα 8. Σύγχρονες καταγραφές των καμπύλων πίεσης ΑΚ και ανιούσας αορτής με το πιεσογράφημα στους ασθενείς της εικόνας 3. Στο πιεσογράφημα του ασθενούς με φυσιολογική λειτουργικότητα της αριστεράς κοιλίας (Α) το Α κύμα είναι χαμηλό (10%) και το TORET (99 ms) βραχύ (Α) ενώ στον ασθενή με καρδιακή ανεπάρκεια το Α κύμα είναι σημαντικά αυξημένο (33%) και ο TORET (162 ms) παρατεταμένος (Β).

της καρδιάς, αλλά στο μέσον της ΑΚ σε ασθενείς χωρίς υπερτροφία ή διάταση των δεξιών κοιλοτήτων.

Πολλές αιμοδυναμικές μελέτες με υψηλής πιστότητας καταγραφές ενδοκοιλιακής πίεσης και πιεσογραφήματος έδειξαν σημαντικές συσχετίσεις των παραμέτρων TORET με αιμοδυναμικούς δείκτες χάλασης, όπως ο $\min dp/dt$ καθώς και του A/H με δείκτες ενδοτικότητας.²⁸⁻³⁶ Σε σύγχρονες εγγραφές πιεσο- και υπερηχογραφήματος σε ασθενείς με ΣΝ³⁷ ή αρτηριακή υπέρταση,³⁸ έχει δειχθεί ότι το Α κύμα αυξάνεται σημαντικά, ενώ το Α διαμτροειδικής ροής παραμένει «ψευδοφυσιολογικό» (Εικόνα 9). Αποδεικνύεται επομένως πως το A/H αυξάνεται συνεχώς με την άνοδο της LVEDP έως την εμφάνιση ανεπάρκειας του αριστερού κόλπου, ενώ αντιθέτως το Α και E/A της διαμτροειδικής ροής παρουσιάζει μια «διφασική» συμπεριφορά με «ψευδοφυσιολογικοποίηση», που σε αρκετές περιπτώσεις –ιδίως σε ασθενών με ΑΚ φυσιολογικού μεγέθους και συσταλτικότητας- δημιουργεί συγχυση.³⁹

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η εγγραφή του πιεσογραφήματος κατά τη διάρκεια βραχείας ισομετρικής κόπωσης, που έγινε για 1η φορά στην Ατλάντα των ΗΠΑ από τον Siegel και συν.⁴⁰ Σε πιο πρόσφατες με-

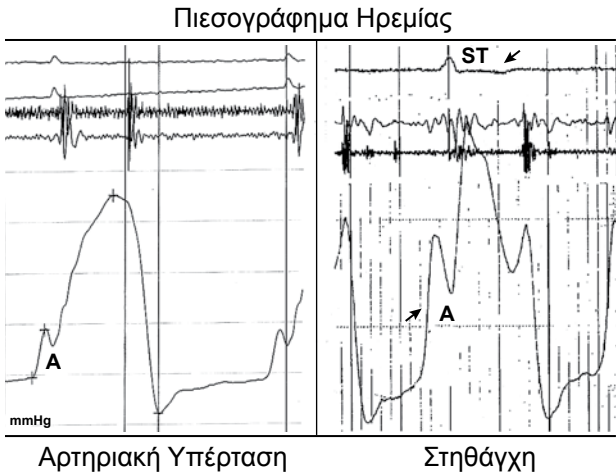


Εικόνα 9. Σύγχρονες εγγραφές του διαμτροειδικής ροής και πιεσογραφήματος σε ασθενή με αρτηριακή υπέρταση και διαστολική καρδιακή ανεπάρκεια. Το Α του πιεσογραφήματος είναι σημαντικά αυξημένο, ενώ η διαμτροειδική Α ροή εντός φυσιολογικών ορίων.

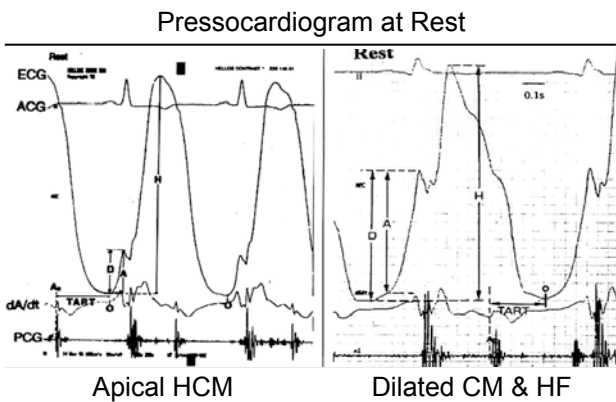
λέτες, κατέστη δυνατός ο καθορισμός ακριβών κριτηρίων που διαχωρίζουν μια «ισχαιμική»⁴¹⁻⁵¹ από μια «μη-ισχαιμική» διαστολική αντίδραση, ανοίγοντας ένα νέο πεδίο στη διαγνωστική των σιωπηρών/υποκλινικών μορφών παθήσεων του μυοκαρδίου και ιδιαίτερα της ΣΝ και αποτέλεσε την αρχή διερεύνησης και άλλων «Διαστολικών τεστ κόπωσης» χρησιμοποιώντας άλλες μεθόδους, κυρίως υπερήχους.⁵³ Σημειώτεον ότι το «διαστολικό τεστ με πιεσογράφημα» (Handgrip Test =HAT ή πιο πρόσφατα “Presso Test”) έχει αναγνωρισθεί και από την Ευρωπαϊκή Εταιρεία Καρδιολογίας στις κατευθυντήριες οδηγίες της.⁵⁴

Ήδη στην ηρεμία, το πιεσογράφημα δυνατόν να βοηθήσει σημαντικά τον κάθε γιατρό σε μια αρχική γρήγορη διαφοροδιάγνωση ορισμένων συχνών παθήσεων του μυοκαρδίου ανεξάρτητα από μια υπερηχογραφική εκτίμηση, η οποία βεβαίως είναι εν συνεχεία απαραίτητη σ’ αυτές τις περιπτώσεις. Πρέπει να τονισθεί σ’ αυτό το σημείο πως οι διαστολικές διαταραχές σ’ αυτές τις περιπτώσεις προηγούνται όλων των ανατομικών μεταβολών (υπερτροφία, διάταση της ΑΚ κλπ), καθώς και ότι η διαστολική συμπεριφορά στην κόπωση με χρήση πιεσοκαταγραφέα μας προσφέρει επιπρόσθετη βοήθεια στη διαφοροδιάγνωση. Όπως επιδεικνύεται στην Εικόνα 10 αριστερά, στην αρτηριακή υπέρταση έχουμε συχνά μια κατά κανόνα ήπια διαταραχή του TORET ή/και άνοδο του A/H,^{38,47,50,51} ενώ στη στηθάγχη ή κατά την πρόκληση ισχαιμίας έχουμε ένα δραματικά αυξημένο Α κύμα (Εικόνα 10 δεξιά) με ή χωρίς επιμήκυνση της ολικής χάλασης.^{14,40-45,48,52,54} Αντιθέτως, σε ασθενείς με υπερτροφική μυοκαρδιοπάθεια παρατηρείται στο πιεσογράφημα ένας χαρακτηριστικά πολύ παρατεταμένος TORET (Εικόνα 11 αριστερά)^{49,51} ενώ σε ασθενείς με ΚΑ και δύσπνοια χαρακτηριστικό είναι το τεράστιο Α κύμα (Εικόνα 11 δεξιά).

Οι μελέτες με Presso Test έδειξαν πως στην προκλούμενη με ισομετρική κόπωση ισχαιμία –συμπτωματική ή σιωπηρά- έχουμε μια πρόωμη δραματική άνοδο του Α κύματος και επιμήκυνση του TORET στην ισομετρική κόπωση.^{14, 40-46,48} Η μεγάλη άνοδος του Α κύματος είναι ανάλογος με αυτή της LVEDP που βρέθηκε σε πολλές μελέτες κατά τη διάρκεια ισομετρικής ή δυναμικής κόπωσης ή βηματοδότηση, δηλ. >70% της αρχικής τιμής.^{7, 8, 11, 12} Αντιθέτως το Α κύμα της διαμτροειδικής ροής παρουσιάζει στους ίδιους ασθενείς μια σημαντικά μικρότερη άνοδο (>20% της αρχικής τιμής).⁴⁸ Ο διαχωρισμός μιας «ισχαιμικής» από μία «μη- ισχαιμική» διαστολική αντίδραση είναι σήμερα εφικτός με την τέλεση ενός presso test βάσει ορισμένων κριτηρίων⁴⁴ και γίνεται



Εικόνα 10. Το πιεσογράφημα παρουσιάζει στην «υπερτασική καρδιοπάθεια» χωρίς ΚΑ ή ισχαιμία, μια ήπια μόνο αύξηση του Α κύματος (A/H=23%) και επιμήκυνση της χάλασης (TORET=163 ms), ενώ στην ισχαιμία έχουμε μια χαρακτηριστική δραματική αύξηση του Α κύματος που προηγείται της ισχαιμικής μεταβολής του ΗΚΓ, που σ' αυτή την περίπτωση παραμένει ήπια.



Εικόνα 11. Το πιεσογραφήμα ενός ασθενούς με υπερτροφική μυοκαρδιοπάθεια κορυφής (ΥΜΚ) και ΝΥΗΑ Ι (αριστερά) και μια διατατική μυοκαρδιοπάθεια (ΔΜ) με καρδιακή ανεπάρκεια (ΚΑ) ΝΥΗΑ ΙΙΙ (δεξιά) παρουσιάζει μια χαρακτηριστική λίσαν εκτεταμένη επιμήκυνση του TORET ή TART (αριστερά: 246 ms και δεξιά: 276 ms). Ο ασθενής αριστερά δεν έχει αύξηση του Α κύματος (A/H=19%) ενώ ο ασθενής δεξιά παρουσιάζει μια πολύ μεγάλη άνοδο του Α κύματος (A/H = 51%).

σήμερα αυτόματα με χρήση ενός λογισμικού.⁵² Με το νέο αυτό λογισμικό δίνεται για 1η φορά η δυνατότητα σε κάθε γιατρό να διαχωρίζει αυτόματα σε ηρεμία και κόπωση το είδος ΔΔ, δηλ. ένα τύπο χάλασης ή ενδοτικότητας ή μεικτό) καθώς και βαρύτητας της διαστολικής συμπεριφοράς της ΑΚ, κυρίως για το διαχωρισμό μιας «ισχαιμικής» από μια «μη-ισχαιμική» διαστολική αντίδραση.

Πρέπει να τονισθεί, ότι η τεχνική του πιεσογραφήματος μαθαίνεται εύκολα (<1 βδομάδα) και είναι εφαρμόσιμη με ασφάλεια τόσο από μη-ειδικούς καρδιολόγους όσο και από γενικούς γιατρούς εκτός νοσοκομείων στην καθ' ημέρα πράξη.

Βέβαια η παθοφυσιολογικά ιδανική μέθοδος θα ήταν η ταυτόχρονη εγγραφή του πιεσο- με το υπερηχογράφημα εν ηρεμία και κατά τη διάρκεια μιας ισομετρικής κόπωσης με χρήση «μεικτών πιεσο-υπερηχογραφικών δεικτών».^{55,56} Ένα συνδυασμένο «Υπερηχο-πιεσογραφικό τεστ ισομετρικής κόπωσης» δυνατόν να εξελιχθεί σε ένα «παθοφυσιολογικά πιο σωστό» διαστολικό εργαλείο πριν η μετά το «συστολικό τεστ κόπωσης» στα εργαστήρια των υπερήχων.

Συμπέρασμα

Συνοψίζοντας μπορούμε να πούμε ότι δικαίως η «διαστολογία» έχει εξελιχθεί σήμερα πια σε μια ολοκληρω νέα επιστήμη, διότι η διάγνωση της ΔΔ της ΑΚ δυνατόν να συμβάλλει αποτελεσματικά τόσο στον πρώιμο εντοπισμό των υποκλινικών παθήσεων του μυοκαρδίου όσο και στην παρακολούθηση εξέλιξης ασθενών με ΚΑ καθώς και στην αξιολόγηση του αποτελέσματος της θεραπευτικής αγωγής. Επομένως η εκτίμηση της ΔΔ θα έπρεπε να είναι εφαρμόσιμη από τον κάθε μη-ειδικό καρδιολόγο αλλά και γενικό γιατρό, καθώς θεωρείται απαραίτητη τόσο ενδο- όσο και εξωνοσοκομειακά στην καθ' ημέρα πράξη.

Μέχρι σήμερα η αναίμακτη πρόβλεψη και αξιολόγηση της διαστολικής δυσπραγίας στην ηρεμία και της διαστολικής συμπεριφοράς της ΑΚ στην κόπωση, γίνεται δυστυχώς σχεδόν αποκλειστικά με τους υπέρηχους –ιδιαίτερα με το ιστικό Doppler, που κατ' αρχήν σαν καθαρά ογκομετρική μέθοδο έχει περιορισμένη διαγνωστική αξία, διότι –όπως γνωρίζουμε από αιμοδυναμικές μελέτες- η ΔΔ εκδηλώνεται κυρίως με -ενίοτε χαρακτηριστικές - μεταβολές της πίεσης και πολύ λιγότερο η καθόλου από αυτές του όγκου. Η χρήση επομένως ενός εξωτερικού πιεσοκαταγραφέα με τον υπολογισμό 2-3 διαστολικών δεικτών εμφανίζεται σαν παθοφυσιολογικά πιο σωστή και λιγότερο πολύπλοκη από τους υπερήχους. Επιπροσθέτως η «υπερηχοκαρδιογραφική διαστολογία» μειονεκτεί λόγω των πολλών τεχνικών περιορισμών και της πληθώρας των διαστολικών μεθόδων και δεικτών καθώς και της συχνής αλλαγής των υπερηχογραφικών διαστολικών μεθόδων εκλογής. Όπως αναμένεται, η αξιολόγηση της ΔΔ με υπέρηχους απαιτεί εμπειρία, χρόνο και κατάλληλο εξοπλισμό, που περιορίζουν –αν όχι αποκλείουν- την εφαρμογή τους από μη-ειδικούς εκτός νοσοκομείων.

Για να επιτύχουμε μια αξιόπιστη εξωνοσοκομειακή ανίχνευση της διαστολικής δυσπραγίας από όλους τους γιατρούς, χρειαζόμαστε ένα «απλό διαστολικό εργαλείο» και μια μέθοδο με αποδεδειγμένη παθοφυσιολογική βάση, που να μην απαιτεί την παρουσία ειδικών, χρόνο η ειδικά εργαστήρια με ακριβό εξοπλισμό.

Έχει πολλαπλώς αποδειχθεί πως η εγγραφή της καμπύλης του πιεσοκαρδιογραφήματος - μιας παλαιότερης «μηχανοκαρδιογραφικής μεθόδου»- με ένα εξωτερικό κατάλληλο πιεσοκαταγράφεα συσχετίζεται χρονικά και ποσοτικά με την καμπύλη της πίεσης της ΑΚ στη διαστολική φάση. Επομένως συγκρινόμενη με την καθαρά ογκομετρική μέθοδο των υπερήχων, το πιεσογράφημα αναμένεται να εκφράζει πιο αξιόπιστα τις μεταβολές της ενδοκοιλιακής πίεσης. Εξ' άλλου το πιεσογράφημα μπορεί να καταγραφεί απ' τον κάθε γιατρό και σε κάθε ασθενή στην ηρεμία και με ασφάλεια κατά την ισομετρική κόπωση με τη συμβολή νέας τεχνολογίας. Εφαρμόζοντας ένα κατάλληλο εξωτερικό πιεσοκαταγράφεα στο θώρακα επί της αριστεράς κοιλίας, επιτυγχάνεται με χρήση ενός λογισμικού ο αυτόματος υπολογισμός 2-3 διαστολικών παραμέτρων και τύπων, που αντιστοιχούν σε ορισμένα αιμοδυναμικά μεγέθη, καθώς και η αξιολόγηση του αποτελέσματος -κυρίως διαχωρισμός μιας «ισχαιμικής» από μια «μη-ισχαιμική» αντίδραση.

Όπως και προ 3 δεκαετιών, η εγγραφή ενός πιεσογραφήματος για την εκτίμηση της ΔΔ μπορεί να εφαρμοσθεί ευρέως από τον κάθε μη-ειδικό και να γίνει τόσο χρήσιμη στην εκτίμηση της σκληρότητας της ΑΚ, όσο μια άλλη μηχανοκαρδιογραφική μέθοδος -το «καρωτιδογράφημα»- στην εκτίμηση της σκληρότητας των αρτηριών, και να καλύψει ένα σημαντικό διαγνωστικό κενό, δηλ. την ανίχνευση των σιωπηρών, υποκλινικών παθήσεων του μυοκαρδίου καθώς και την παρακολούθηση ασθενών με ΚΑ εκτός νοσοκομείων.

Βιβλιογραφία

- Smith M, Russell RO Jr, Field BJ, et al. Left ventricular compliance and abnormally contracting segments in post myocardial infarction patients. *Chest*. 1974; 65: 368-378.
- Gaasch WH, Quinones MA, Alexander JK, et al. Dynamic determinants of left ventricular diastolic pressure-volume relations in man. *Circulation*. 1975; 51: 317-323.
- Manolas J. Diastole: How to evaluate this complex set of processes and indices? *Ελλ Καρδιολ Επιθ*. 1991; 32: 280-285.
- Lorell BH. Significance of diastolic dysfunction of the heart. *Annu. Rev. Med.* 1991; 42: 411-436.
- Krayenbuehl HP, Rutishauser W, Schoenbeck M, et al. Evaluation of left ventricular function from isovolumic pressure measurements during isometric exercise *Am J Cardiol*. 1972; 29: 323-330.
- Krayenbuehl HP, Rutishauser W, Wirz P, et al. High-fidelity left ventricular pressure measurements for assessment of cardiac contractility in man. *Am J Cardiol*. 1973; 31: 415-427.
- Barry WH, Brooker JZ, Aldernam EL, et al. Changes in diastolic stiffness and tone of the left ventricle during angina pectoris. *Circulation*. 1974; 49: 255-263.
- Flessas AP, Connely GP, Handa S, et al. Effects of isometric exercise on the end-diastolic pressure, volumes and function of the left ventricle in man. *Circulation*. 1976; 53: 839-846.
- Mann T, Brodie BR, Grossman W, et al. Effect of angina on the left ventricular diastolic pressure-volume relationship. *Circulation*. 1977; 55: 761-767.
- Mann T, Goldberg S, Mudge GH, et al. Factors contributing to altered left ventricular diastolic properties during angina pectoris. *Circulation*. 1979; 59: 14-20.
- Ludbrook PA, Gowda S, Tiefenbrunn AJ, et al. The relationship between left ventricular functional response to isometric exercise and asynergic contraction and diastolic stiffness. *Cath Cardiovasc Diagn*. 1982; 8: 113-129.
- Caroll JD, Hess OM, Hirzel HO, et al. Dynamics of left ventricular filling at rest and during exercise. *Circulation* 1983; 68: 59-67 Rios JC, Massumi RA. Correlation between the apexcardiogram and left ventricular pressure. *Am J Cardiol*. 1985; 15: 647-669.
- Sigwart U, Grbic M, Goy JJ, et al. Left atrial function in acute transient left ventricular ischemia produced during percutaneous transluminal coronary angioplasty of the left anterior descending coronary artery. *Am J Cardiol*. 1990; 65: 282-286.
- Manolas J. The ischemic diastolic response. Described, unknown, clinically useful? *Ελλ Καρδιολ Επιθ*. 1994; 35: 597-605.
- Appleton CP, Hatle LK, Popp RL, et al. Relation of transmitral flow velocity patterns to left ventricular diastolic function: New insights from a combined hemodynamic and Doppler echocardiographic study. *J Am Coll Cardiol*. 1988; 12: 426-440.
- Brutsaert DL, Sys SU, Gillebert TC. Diastolic failure: pathophysiology and therapeutic implications. *J Am Coll Cardiol*. 1991; 22: 318-325.
- Nagueh F, Appleton CP, Gillebert TC, et al. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography. *Eur J Echocardiography*. 2009; 10: 165-190.
- Ρούσας ΚΙ, Ζώνιος ΓΚ, Ξηντάρα ΒΑ, Γερασίου ΑΙ, Πούλου ΜΠ, Αλεξίου ΠΚ, Κάκουρος ΣΝ. Συστάσεις για την εκτίμηση της διαστολικής λειτουργίας της αριστεράς κοιλίας με την ηχοκαρδιογραφία. *Καρδιά & Αγγεία*. 2010; 15: 195-218.
- Τόλης ΒΑ, Τόλης ΒΧ. Σύγχρονη ηχοκαρδιογραφική προσέλαση της καρδιακής λειτουργίας και διαστολικής δυσλειτουργίας της αριστεράς κοιλίας. *Καρδιά & Αγγεία*. 2010; 15: 293-314.
- Nishimura RA, Appleton CP, Redfield MM, et al. Noninvasive Doppler echocardiographic evaluation of left ventricular filling pressures in patients with cardiomyopathies: a simultaneous Doppler echocardiographic and cardiac catheterization study. *J Am Coll Cardiol*. 1996; 26: 1226-1233.
- Sohn DW, Chai IH, Lee DJ, et al. Assessment of mitral annulus velocity by Doppler tissue imaging in the evaluation of left ventricular function. *J Am Coll Cardiol*. 1997; 30: 474-480.
- Nagueh SF, Middleton KJ, Kopelen HA, et al. Doppler tissue imaging: a noninvasive technique for evaluation of left ventricular relaxation and estimation of filling pressures. *J Am Coll Cardiol*. 1997; 30: 1527-1533.

23. Yamamoto K, Nishimura RA, Chaliki HP, et al. Determination of left ventricular filling pressure by Doppler echocardiography in patients with coronary artery disease: critical role of left ventricular systolic function. *J Am Coll Cardiol.* 1997; 30: 1819-1826.
24. Ommen SR, Nishimura RA, Appleton CP, et al. Clinical utility of Doppler echocardiography and tissue Doppler imaging in the estimation of left ventricular filling pressures: a comparative simultaneous Doppler-catheterization study. *Circulation.* 2000; 102: 1788-1794.
25. Geske JB, Sorajja P, Nishimura RA, et al. Evaluation of left ventricular filling pressures by Doppler echocardiography in patients with hypertrophic cardiomyopathy: correlation with direct left atrial pressure measurement at cardiac catheterization. *Circulation.* 2007; 116: 2702-2708.
26. Kasner M, Westermann D, Steendijk P, 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.
27. Mullens W, Borowski AG, Curtin RJ, et al. Tissue Doppler imaging in the estimation of intracardiac filling pressure in decompensated patients with advanced systolic heart failure. *Circulation.* 2009; 119: 62-70.
28. Rios JC, Massumi RA. Correlation between the apexcardiogram and left ventricular pressure. *Am J Cardiol.* 1965; 15: 647-669.
29. Voigt GC, Friesinger GC. The use of apexcardiography in assessment of left ventricular diastolic pressure. *Circulation.* 1970; 41: 1015-1024.
30. Parker E, Craig E, Hood WP. The Austin Flint murmur and the a wave of the apexcardiogram in aortic regurgitation. *Circulation.* 1971; 43: 349-359.
31. Gibson TC, Madry R, Grossman W, et al. The A wave of the apexcardiogram and left ventricular diastolic stiffness. *Circulation.* 1977; 49: 441-446.
32. Manolas J, Rutishauser W, Wirz P, et al. Time relation between apexcardiogram and left ventricular events using simultaneous high-fidelity tracings in man. *Br Heart J.* 1975; 37: 1263-1267.
33. Manolas J, Rutishauser W. Relation between apex cardiographic and internal indices of left ventricular relaxation in man. *Br Heart J.* 1977; 39: 1324-1332.
34. Manolas J, Krayenbuehl HP. Comparison between apexcardiographic and angiographic indexes of left ventricular performance in patients with aortic incompetence. *Circulation.* 1978; 57: 692-698.
35. Manolas J, Krayenbuehl HP, Rutishauser W. Use of apexcardiography to evaluate left ventricular diastolic compliance in human beings. *Am J Cardiol.* 1979; 43: 939-945.
36. Manolas J, Rutishauser W. Diastolic amplitude time index: a new apexcardiographic index of left ventricular diastolic function in human beings. *Am J Cardiol.* 1981; 48: 736-745.
37. Manolas J, Melanidis Y, Steriotis J. Comparison between Doppler and apexcardiographic indices of left ventricular diastolic function using simultaneous tracings in coronary artery disease. *J Mol Cell Cardiol.* 1991; 23: 76 (Suppl 5).
38. Manolas J, Melanidis Y, Steriotis J. Comparison of simultaneous doppler echo and apexcardiogram in detecting left ventricular diastolic dysfunction in patients with systemic hypertension. *Acta Cardiologica.* 1992; 47: 231-236.
39. Manolas J. Relation of peak atrial filling velocity and end-diastolic stiffness: fact or fancy? *J Am Coll Cardiol.* 1993: 553-556.
40. Siegel W, Gilbert CA, Nutter DO, et al. Use of isometric handgrip for the indirect assessment of left ventricular function in patients with coronary atherosclerotic heart disease. *Am J Cardiol.* 1972; 30: 49-54.
41. Manolas J. Value of handgrip-apexcardiographic test for the detection of early left ventricular Dysfunction in patients with angina pectoris. *Z Kardiol.* 1990; 79: 825-830.
42. Manolas J. Handgrip-apexcardiographic test: a new mode of detecting patients with silent exercise-induced myocardial ischemia. *Acta Cardiologica.* 1992; 47: 59-64.
43. Manolas J. Noninvasive detection of coronary artery disease by assessing diastolic abnormalities during low isometric exercise. *Clin Cardiology.* 1993; 16: 205-212.
44. Manolas J. Ischemic and nonischemic patterns of diastolic abnormalities during isometric handgrip exercise. *Cardiology.* 1995; 86: 179-188.
45. Manolas J. Comparison of the handgrip apexcardiography test and stress ECG for detection of patients with coronary heart disease. *Herz.* 1993; 4: 256-266.
46. Manolas J. Clinical value of types of exercise-induced diastolic abnormalities in patients with myocardial disease. *Am J Noninvas Cardiol.* 1993; 7: 291-300.
47. Manolas J. Patterns of diastolic abnormalities during isometric stress in patients with systemic hypertension. *Cardiology.* 1997; 88: 36-47.
48. Manolas J, Chrysochoou C, Kastelanos S, et al. Identification of patients with coronary artery disease by assessing diastolic abnormalities during isometric exercise. *Clin Cardiol.* 2001; 24: 735-743.
49. Manolas J, Kyriakidis M, Anastasakis A, et al. Usefulness of noninvasive detection of left ventricular diastolic abnormalities during isometric stress in hypertrophic cardiomyopathy and in athletes. *Am J Cardiol.* 1998; 81: 306-313.
50. Manolas J. Assessment of left ventricular behaviour during isometric exercise using external pressure transducer: Clinical relevance in asymptomatic patients with mild arterial hypertension. *Eur J Cardiovascular Prevention & Rehabilitation* 2009 (Supplement 1), 119 (abstract).
51. Manolas J. Comparison of left ventricular diastolic behaviour during handgrip in patients with systemic hypertension vs. hypertrophic cardiomyopathy. *Eur Heart J.* 2010; 31: 328.
52. Manolas J. Device for and method of rapid noninvasive measurement of parameters of diastolic function of left ventricle and automated evaluation of the measured profile of left ventricular function at rest and with exercise. US patent application 20030204145, published by US patent & Trademark Office in October 30, 2003.
53. Burgess MI, Jenkins C, Sherman JE, et al. Diastolic stress echocardiography: hemodynamic validation and clinical significance of estimation filling pressure with exercise. *J Am Coll Cardiology.* 2006; 47: 1891-1900.
54. Paulus WJ. and the participants of the European Study Group on Diastolic Heart Failure, Working Group on Myocardial Function – ESC. How to diagnose diastolic heart failure? *Eur Heart J.* 1998; 19: 990-1003.
55. Manolas J. Device for and method of noninvasive measurement of parameters of diastolic function of left ventricle during exercise and at rest. European Patent Application EP 067 438 A1 published in Bulletin in October 10, 2009.
56. Manolas J. Combining Volumetry with External Pressure Transducer: A challenging pathophysiologically correct Approach. *J Am Coll Cardiology Img.* 2010; 3: 328.