

# Στένωση της Αορτικής Βαλβίδας

Κωνσταντίνα Αγγέλη

Αντώνης Καρανάσιος

Λεωνίδα Ραυτόπουλος

Η στένωση της αορτικής βαλβίδας αποτελεί την πιο συχνή βαλβιδοπάθεια. Η επίπτωσή της αυξάνεται με την ηλικία και ανέρχεται σε 3-7 % των ασθενών >65 ετών, ενώ ανέρχεται σε ποσοστό 10% σε ασθενείς >75 ετών. Η CANHEART μελέτη ανέδειξε τη συσχέτιση της παρουσίας των καρδιαγγειακών παραγόντων κινδύνου με την εξέλιξη της βαρύτητας της στένωσης.

Η στένωση της αορτικής βαλβίδας περιγράφεται ως βαλβιδική, υπερβαλβιδική και υποβαλβιδική, ανάλογα με το επίπεδο εμφάνισης της στενωτικής διεργασίας.

Η βαλβιδική στένωση είναι η πιο κλασσική και συνήθης μορφή αορτικής στένωσης, και οφείλεται κυρίως σε προοδευτική εκφύλιση και ασβέστωση των αορτικών πτυχών (γλωχίνων) με την πρόοδο της ηλικίας (>50% των περιπτώσεων), με μέση ηλικία εμφάνισης τα 65-70 έτη. Ωστόσο, στις αιτίες βαλβιδικής στένωσης περιλαμβάνεται και η ύπαρξη συγγενούς δίπτυχης βαλβίδος (που παρουσιάζει πολύ ταχύτερα εκφύλιση και ασβέστωση των πτυχών της από ό,τι η φυσιολογική, τρίπτυχη αορτική βαλβίδα), η οποία είναι λιγότερο συχνή από την εκφυλιστική νόσο της αορτικής βαλβίδος (30-40% των περιπτώσεων), με μέση τυπική ηλικία διάγνωσης τα 40-50+ έτη. Τέλος, αιτία βαλβιδικής στένωσης αποτελεί και ο ρευματικός πυρετός, όμως αντιπροσωπεύει περίπου το 10% των περιπτώσεων, με συχνότερη εμφάνιση στις αναπτυσσόμενες χώρες και λιγότερο συχνή στο δυτικό κόσμο. Σπάνιες αιτίες αορτικής στένωσης αποτελούν η νόσος του Fabry, ο συστηματικός ερυθηματώδης λύκος, η νόσος Paget, η υπερουριχαιμία και η παρουσία φλεγμονής.

Η υπερβαλβιδική νόσος είναι πολύ σπάνια και αποτελεί μέρος ενός σπανίου συνδρόμου (σύνδρομο Williams), το οποίο είναι μια συγγενής αναπτυξιακή διαταραχή που χαρακτηρίζεται από συγκεκριμένα μορφολογικά χαρακτηριστικά του προσώπου των ασθενών, διανοητική υστέρηση, συγκεκριμένο τύπο προσωπικότητας, διαταραχές της οδοντοστοιχίας, διαταραχή των επιπέδων ασβεστίου του αίματος και υπερβαλβιδική στένωση της αορτικής. Αναλόγως της μορφολογίας της, διακρίνεται σε 3 τύπους: τον τύπο I, που χαρακτηρίζεται από έναν παχύ ινώδη δακτύλιο, μικρής κινητικότητας, πάνω από την αορτική βαλβίδα στο ύψος της κολποσωληνώδους συμβολής και την ευκόλως ταυτοποιήσιμη εικόνα δίκην «κλεψύδρος» στην υπερηχογραφική εξέταση κατά τον επιμήκη παραστερνικό άξονα. Τον τύπο II, που χαρακτηρίζεται από μία λεπτή διακριτή ινώδη μεμβράνη άνωθεν της αορτικής βαλβίδος, η οποία είναι συνήθως κινητή και μπορεί να προσλαμβάνει θολωτή μορφολογία κατά τη συστολή. Τέλος, τον τύπο III, που χαρακτηρίζεται από διάχυτη στένωση.

Η υποβαλβιδική νόσος είναι πιο συχνή και αφορά είτε την παρουσία σταθερής διακριτής μεμβράνης που αποτελείται από πτυχή του ενδοκαρδίου και ινώδη ιστό, είτε από την παρουσία ινομυϊκής δοκίδος, είτε από διάχυτη στένωση του χώρου εξόδου της αριστεράς κοιλίας δίκην στοάς, είτε, τέλος, σε ύπαρξη επικουρικού ή έκτοπης κατάφυσης μυϊκού ιστού από το μιτροειδικό σύμπλεγμα.

### Η στένωση της αορτικής βαλβίδας

Η στένωση της αορτικής βαλβίδας δεν είναι πάθηση μόνο της βαλβίδας. Είναι πάθηση της αορτής και της αριστερής κοιλίας. Η συνεκτίμηση όλων των δεδομένων, μορφολικών και λειτουργικών, μας οδηγεί στην ακριβή εκτίμηση της βαρύτητας της αορτικής στένωσης.

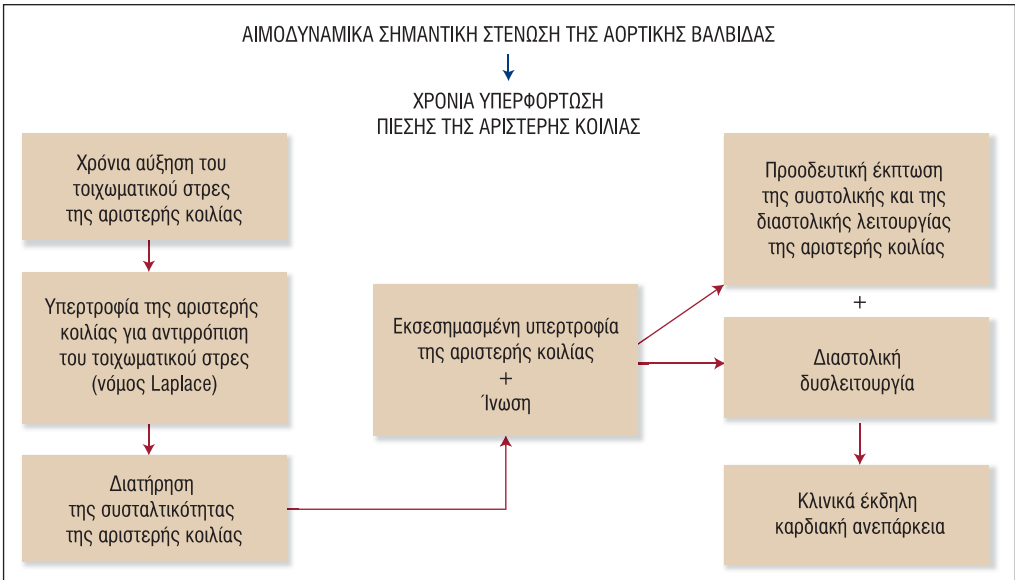
Μορφολογικά απεικονίζεται ασβέστωση και πάχυνση των πτυχών της βαλβίδας, με περιορισμό στην διάνοιξη. Η ποσότητα του ασβεστίου είναι δύσκολο να ποσοτικοποιηθεί με την υπερηχογραφία, αλλά η αξονική τομογραφία μπορεί να μας δώσει αυτή την πληροφορία, με τον υπολογισμό του Agatston score. Με την τριδιάστατη υπερηχογραφία μπορεί να πλανημετρηθεί το στόμιο της βαλβίδας σε περιπτώσεις όπου η συστολική απόδοση της αριστερής κοιλίας είναι φυσιολογική. Η δυσκολία στην πλανημέτρηση είναι να επιλεγεί σωστά το επίπεδο όπου θα γίνει ο υπολογισμός του στομίου, καθώς γνωρίζουμε ότι η διάνοιξη της βαλβίδας είναι θολωτή. Για τον λόγο αυτό, σε ορισμένες περιπτώσεις, η χρήση του έγχρωμου Doppler μπορεί επιπρόσθετα να οριοθετήσει την επιφάνεια της ροής του αίματος διαμέσου του στενωμένου αορτικού στομίου.

### Παθοφυσιολογία της αορτικής στένωσης

Η φυσιολογική αορτική βαλβίδα αποτελείται από 3 πτυχές (αριστερά, δεξιά και μη στεφανιαία) και έχει επιφάνεια περίπου 3-4 cm<sup>2</sup>. Κατά τη συστολή της αριστεράς κοιλίας, η βαλβίδα ανοίγει, με αποτέλεσμα τη ροή του αίματος προς την συστηματική κυκλοφορία (αορτή) με πολύ μικρή κλίση πίεσης δια του αορτικού στομίου. Κατά τη διαστολή της αριστερής κοιλίας, η βαλβίδα κλείνει στεγανά ώστε να μην είναι δυνατή η παλινδρόμηση του αίματος προς την αριστερά κοιλία.

Στην εκφυλιστικής αιτιολογίας αορτική στένωση, όπως και στην περίπτωση συγγενούς δίπτυχης βαλβίδος, παρατηρείται βλάβη των ενδοθηλιακών κυττάρων από αυξημένο μηχανικό stress, η οποία, σε συνδυασμό με την ύπαρξη φλεγμονής, οδηγεί σε εναπόθεση LDL χοληστερόλης καθώς και λιποπρωτεΐνης α (Lpα) επί της βαλβίδος, και τελικά σε εκφύλιση των πτυχών· ακολουθεί ασβέστωση και σκλήρυνση των πτυχών, η οποία είναι εντονότερη και ταχύτερη επί παρουσίας παραγόντων καρδιαγγειακού κινδύνου, όπως αρτηριακή υπέρταση, σακχαρώδης διαβήτης, δυσλιπιδαιμία, κάπνισμα κ.τ.λ. *Με βάσει αυτή την παθοφυσιολογία, η φαρμακευτική αγωγή θα είχε σαν στόχο το μεταβολισμό των λιπιδίων στα αρχικά στάδια ή το μεταβολισμό του ασβεστίου πιο όψιμα στην πορεία της νόσου. Αυτό μένει να αποδειχθεί με μελέτες.*

Η αριστερά κοιλία, λόγω του κωλύματος που προκαλεί η αορτική στένωση, θα πρέπει να παράγει υψηλότερες πιέσεις, ώστε να είναι δυνατή η αποτελεσματική και ικανή εξώθηση του όγκου παλμού προς την αορτή. Επομένως υπάρχει υπερφόρτιση πίεσης, με αποτέλεσμα η αριστερά κοιλία να υπερτρέφεται προκειμένου να διατηρήσει φυσιολογικό το shear stress. Η κλασική εικόνα στην υπερηχογραφική απεικόνιση είναι αυτή της μικρής σε διαστάσεις, και με συγκεντρική υπερτροφία κοιλίας, με ανάπτυξη άλλο-



**Εικόνα 1**

Παθοφυσιολογία της αορτικής στένωσης (χρόνια εξελισσόμενη νόσος).

τε άλλου βαθμού, ινικής. Αν δεν αντιμετωπισθεί το κώλυμα, η αριστερή κοιλία σταδιακά χάνει την εφεδρεία της και διατείνεται. Στην συνέχεια μεταπίπτει σε μια κατάσταση υπερφόρτισης όγκου που δεν μπορεί να τον διαχειριστεί αποτελεσματικά, με συνεπεία τη μείωση της συστολικής της απόδοσης (Εικόνα 1).

### Κλινική αξιολόγηση

Απαιτείται σωστή αξιολόγηση των κλινικών δεδομένων. Το ιστορικό του ασθενούς και η κλινική εξέταση δίνουν αξιόπιστα στοιχεία. Η στηθάγχη, η συγκοπή και η συμπτωματολογία καρδιακής ανεπάρκειας εκτιμάται ότι συνδέονται με την υποκείμενη πάθηση.

Η εμφάνιση στηθάγχης αποτελεί δυσμενές προγνωστικό στοιχείο, καθώς το 50% αυτών των ασθενών έχει προσδόκιμο επιβίωσης μέχρι 5 έτη εάν δεν αποκατασταθεί η στένωση. Η στηθάγχη μπορεί να οφείλεται στην συγκεντρική υπερτροφία της αριστεράς κοιλίας, καθώς, ενώ υπάρχει αύξηση του μυϊκού ιστού, αυτή δεν συνοδεύεται από αντίστοιχη επιμήκυνση ή αύξηση της διαμέτρου των αρτηριών που εκφύονται από τα στεφανιαία αγγεία, με αποτέλεσμα να δημιουργείται ανισορροπία ανάμεσα στις ανάγκες του μυοκαρδίου σε οξυγόνο και την αιματική παροχή. Στην αρχή η στηθάγχη εμφανίζεται κατά την άσκηση, όπου και ο καρδιακός μυς έχει υψηλότερες απαιτήσεις σε παροχή, σταδιακά όμως, και με την περαιτέρω υπερτροφία του καρδιακού μυός, εμφανίζεται ακόμα και σε συνθήκες χαμηλού έργου. Το strain (κατάσπαση του διαστήματος ST και αρνητικοποίηση των επαρμάτων T) στον ηλεκτροκαρδιογραφικό έλεγχο αποτελεί στοιχείο ενδεικτικό υπενδοκάρδιας ισχαιμίας. Αυτό το φαινόμενο εξηγείται από το γεγονός ότι η υπενδοκαρδιακή στοιβάδα δέχεται τις μεγαλύτερες πιέσεις.

Να ληφθεί υπόψιν ότι σε μεγάλο ποσοστό οι ασθενείς αυτοί είναι κυρίως ηλικιωμένοι ασθενείς, με συνυπάρχουσα στεφανιαία νόσο.

Η εμφάνιση συγκοπής αποτελεί δυσμενές προγνωστικό στοιχείο, καθώς το 50% αυτών των ασθενών έχει προσδόκιμο επιβίωσης ως 3 έτη εάν δεν αποκατασταθεί η στένωση. Η συγκοπή μπορεί να οφείλεται σε διάφορους επιμέρους μηχανισμούς. Ο κυριότερος μηχανισμός είναι ουσιαστικά μηχανιστικός («υδραυλικός»), σύμφωνα με τον οποίο η αορτική στένωση προκαλεί ουσιαστικά μια σταθερή, «μεγίστη δυνατή», καρδιακή παροχή, που δεν είναι δυνατό να αυξηθεί με την αύξηση των απαιτήσεων του καρδιακού μυός. Με την άσκηση, προκαλείται διαστολή των περιφερικών αγγείων. Ενώ μια φυσιολογική καρδιά αντισταθμίζει την εκ της περιφερικής αγγειοδιαστολής προερχόμενη πτώση των αγγειακών αντιστάσεων, στην αορτική στένωση η παροχή αυτή είναι σταθερή, με αποτέλεσμα την πτώση της αρτηριακής πίεσης του ασθενούς και την πρόκληση συγκοπής. Ένας δεύτερος μηχανισμός είναι ο νευροκαρδιογενής, σύμφωνα με τον οποίο η υπερφόρτιση πίεσης που υπάρχει μέσα στον υπερτροφικό καρδιακό μυ της αριστερής κοιλίας έχει σαν αποτέλεσμα την πρόκληση αντανακλαστικής περιφερικής διαστολής (vasopressor response) με ακόλουθη πτώση της αρτηριακής πίεσης, κατ' αναλογία με τον πρώτο μηχανισμό. Ένας τρίτος, τέλος, μηχανισμός, είναι ο αρρυθμιολογικός, καθώς η ισχαιμία που προκαλείται στον υπερτροφικό καρδιακό μυ της αριστερής κοιλίας προδιαθέτει σε ταχυαρρυθμίες, ενώ, η επέκταση της ασβέστωσης από τον αορτικό δακτύλιο στο ερεθισματοαγωγό σύστημα της καρδιάς μπορεί να προκαλέσει βραδυαρρυθμίες και διαταραχές αγωγιμότητας, με πιο συχνή μορφή τον αριστερό σκελικό αποκλεισμό (LBBB).

Η εμφάνιση δύσπνοιας αποτελεί το πιο δυσμενές προγνωστικό στοιχείο, καθώς το 50% αυτών των ασθενών θα έχει ένα προσδόκιμο επιβίωσης 2 ετών εάν δεν αποκατασταθεί η στένωση. Η δύσπνοια ουσιαστικά αποτελεί δείκτη καρδιακής ανεπάρκειας, που αρχικά εκδηλώνεται ως διαστολική δυσλειτουργία, σταδιακά όμως θα μεταπέσει σε συστολική δυσλειτουργία της αριστεράς κοιλίας με στοιχεία ίνωσης του μυοκαρδίου.

### Υπερηχογραφική εκτίμηση

Η υπερηχογραφία είναι αυτή που θέτει συνήθως την οριστική διάγνωση της στένωσης της αορτικής βαλβίδος. Η ασβέστωση και η μορφολογία της αορτικής βαλβίδας είναι πολύ σημαντικά στοιχεία για την αξιολόγηση του ασθενούς. Σοβαρή ασβέστωση με σημαντικό περιορισμό στην διάνοιξη είναι από τα κύρια στοιχεία της αρχικής αξιολόγησης, καθώς η ασβέστωση που επακολουθεί της εκφύλισης των γλωχίνων της αορτικής βαλβίδος αποτελεί άλλωστε και τη συχνότερη αιτία αορτικής στενώσεως· στην περίπτωση ύπαρξης ασβέστωσης χωρίς όμως περιορισμό στην διάνοιξη των πτυχών [που αντιστοιχεί πρακτικά σε καταγραφή ταχυτήτων με το συνεχές Doppler (CW) σε επίπεδα <2,6 m/sec], τότε μιλούμε απλώς για σκλήρυνση της αορτικής βαλβίδος.

Η απεικόνιση δίπτυχης βαλβίδος ανευρίσκεται περίπου στο 1-2% του πληθυσμού. Είναι η συχνότερη μορφή συγγενούς αορτικής στένωσης, πολλές φορές συνδυάζεται με παρουσία ισθμικής στένωσης και μεγαλύτερη πιθανότητα αορτικού διαχωρισμού. Είναι πιο συχνή στους άνδρες από ό,τι στις γυναίκες· συνήθως απαντάται ως σύντηξη της αριστεράς με τη δεξιά πτυχή (90% των περιπτώσεων) και συχνά παρουσιάζεται με εικόνα δίκην «θόλου» στη συστολή, στην προβολή κατά τον επιμήκη αριστερό παραστερνικό άξονα. Η δίπτυχη αορτική βαλβίδα μπορεί και αυτή βέβαια να παρουσιάσει έντονη ασβέστωση, ενώ, και αντιστρόφως, η ασβέστωση μια εκφυλισμένης τρίπτυχης

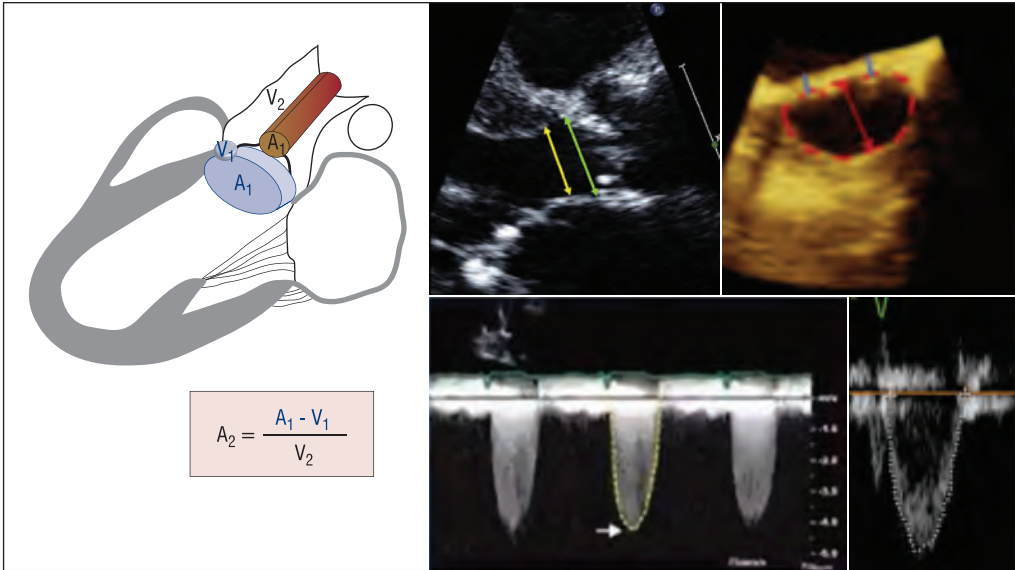
αορτικής βαλβίδος μπορεί να δίδει την εντύπωση «ραφής» μεταξύ 2 πτυχών της και την εικόνα της «λειτουργικά δίπτυχης» αορτικής βαλβίδος. Τέλος, κατά την απεικόνιση μιας ρευματικής αιτιολογίας στενωμένης αορτικής βαλβίδος, παρατηρείται υπερηχογραφικά σύντηξη των ραφών και πάχυνση των αορτικών πτυχών κατά τα χείλη αυτών, ενώ πολλές φορές συνυπάρχει και βαθμός ανεπαρκείας της αορτικής βαλβίδος. Χαρακτηριστικά η ρευματική πάθηση της αορτικής βαλβίδας συνοδεύεται πάντα από ρευματική προσβολή και της μιτροειδούς βαλβίδας.

Η συνυπάρχουσα υπερτροφία της αριστερής κοιλίας ενισχύει την άποψη ότι πρόκειται για σοβαρή στένωση της αορτικής βαλβίδας, ιδίως όταν δεν συνυπάρχει αρτηριακή υπέρταση. Η μεταστενωτική διάταση της ανιούσας αορτής συνθέτει το παζλ που αφορά τα συνηθέστερα υπερηχογραφικά ευρήματα της στένωσης της αορτικής βαλβίδας.

### **Η χρήση του Doppler για την καταγραφή των ταχυτήτων και την εφαρμογή της εξίσωσης συνεχείας**

Σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες, ως σοβαρή στένωση αορτικής βαλβίδας ορίζεται η επιφάνεια του αορτικού στομίου (συνηθέστερα υπολογιζόμενη με την εξίσωση συνεχείας) σε επίπεδα  $AVA < 1 \text{ cm}^2$  ή  $AVA_i < 0,6 \text{ cm}^2$  (όπου  $AVA_i = AVA \text{ index} = \text{είναι ο λόγος } AVA/BSA$ ). Σε ασθενείς με φυσιολογική συσταλτικότητα της αριστεράς κοιλίας, το στόμιο αυτό αντιστοιχεί συνήθως σε ταχύτητα διαμέσου της αορτικής βαλβίδας  $\geq 4 \text{ m/sec}$  ή/και μέση κλίση πίεσης  $\geq 40 \text{ mmHg}$ . Σε 30% των ασθενών με σοβαρή στένωση της αορτικής βαλβίδας με φυσιολογικό κλάσμα εξώθησης υπάρχει ασυμφωνία μεταξύ της μέσης κλίσης πίεσης (mean gradient) και του αορτικού στομίου (AVA). Κατ'αντιστοιχία, υπάρχουν περιπτώσεις ασθενών με σοβαρή στένωση αορτικής βαλβίδας, που παρουσιάζουν χαμηλή ροή και κατά συνέπεια, χαμηλές κλίσεις πίεσης διαμέσου του στενωμένου αορτικού στομίου, όπως θα αναφερθεί παρακάτω στην υπερηχογραφική εκτίμηση της αορτικής στένωσης.

Η εφαρμογή της εξίσωσης συνεχείας απαιτεί αρκετά μεγάλη προσοχή. Η εξίσωση συνεχείας ουσιαστικά αντιστοιχεί στην βασική αρχή ότι ο όγκος (ροή) του αίματος σε μια περιοχή ισούται με τον όγκο (ροή) του αίματος σε μια έτερη, «εν σειρά» περιοχή, εφόσον δεν υπάρχουν διαφυγές (shunts) μεταξύ των 2 αυτών περιοχών. Για τον υπολογισμό του στομίου της αορτικής βαλβίδος, ουσιαστικά εφαρμόζουμε αυτήν την εξίσωση, διενεργώντας τις μετρήσεις μας στο χώρο εξόδου της αριστεράς κοιλίας ( $V_{TI_{LVOT}}$  και  $LVOT$ ) και διαμέσου της αορτικής βαλβίδος ( $V_{TI_{AV}}$ )· σύμφωνα με την εξίσωση, θα πρέπει να υπάρχει εξίσωση της ροής του αίματος (του όγκου αίματος στην ουσία) μεταξύ των δύο αυτών περιοχών ( $LVOT \times V_{TI_{LVOT}} = AVA \times V_{TI_{AV}}$ ), οπότε και, επιλύοντας την εξίσωση ως προς το AVA, μπορούμε να υπολογίσουμε με σχετική ακρίβεια το πραγματικό στόμιο της αορτικής βαλβίδος. Οι μετρήσεις στον χώρο εξόδου της αριστερής κοιλίας όμως αποτελούν ένα μεγάλο πρόβλημα. Υπάρχει αρκετά μεγάλη συζήτηση αν ο χώρος εξόδου της αριστερής κοιλίας θα πρέπει να μετρηθεί στον αορτικό δακτύλιο ή θα μετρηθεί 5-10 mm κάτω από αυτόν. Τελευταία υποστηρίζεται η άποψη ότι οι μετρήσεις του χώρου εξόδου θα πρέπει να γίνονται αμέσως κάτωθεν του αορτικού δακτυλίου. Εξάλλου, στο ίδιο σημείο θα πρέπει θεωρητικά να καταγραφούν με το Doppler οι ταχύτητες ροής. Με την τριδιάστατη απεικόνιση φαίνεται ότι ο χώρος εξόδου αποτελεί μια δυναμική δομή η οποία μεταβάλλεται στην συστολή και διαστολή υπό φυσιολογικές συνθήκες. Σε ασθενείς με σοβαρή στένωση της αορτικής βαλβίδας



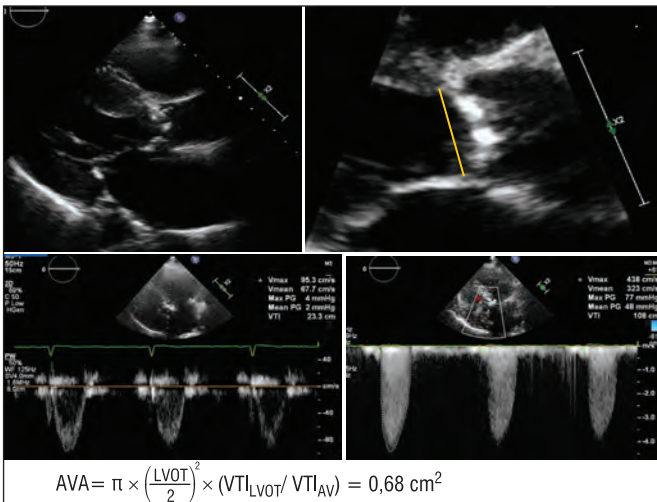
**Εικόνα 2**

Εφαρμογή της εξίσωσης συνεχείας για τον υπολογισμό του αορτικού στομίου. Ο χώρος εξόδου της αριστερής κοιλίας μετράται κάτω από την αορτική βαλβίδα (πράσινη γραμμή) και όχι 1 cm κάτω από την αορτική βαλβίδα (κίτρινο βέλος). Η χρήση της τριδιάστατης απεικόνισης για τον ακριβή υπολογισμό του χώρου εξόδου ελαχιστοποιεί την πιθανότητα λάθους.

παρόλα αυτά, η μεταβολή του χώρου εξόδου δεν φαίνεται να είναι σημαντική (Εικόνες 2, 3, 4).

Προσοχή απαιτείται και για την καταγραφή των ταχυτήτων τόσο στον χώρο εξόδου όσο και διαμέσου της αορτικής βαλβίδας. Το σημείο που θα επιλεγεί για να καταγραφούν οι ταχύτητες στον χώρο εξόδου της αριστερής κοιλίας θα πρέπει να αναζητηθεί

σωστά, στην κορυφαία τομή των 5 καρδιακών κοιλοτήτων. Με τη βοήθεια του έγχρωμου Doppler,



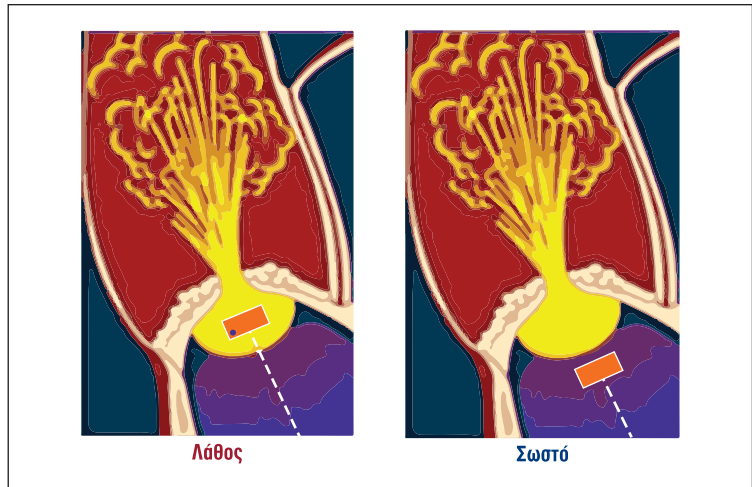
**Εικόνα 3**

Εξίσωση συνεχείας για τον υπολογισμό του αορτικού στομίου. Υπερτροφία των τοιχωμάτων της αριστεράς κοιλίας. Η απεικόνιση του χώρου εξόδου γίνεται πάντοτε με επιλογή zoom για την ακριβή μέτρηση της διαμέτρου στο μέσο της συστολής (LVOT). Καταγραφή με PW Doppler της ροής στον χώρο εξόδου (VT<sub>LVOT</sub>) και με CW της ροής στην αορτική βαλβίδα (VT<sub>AV</sub>).

$$AVA = \pi \times \left(\frac{LVOT}{2}\right)^2 \times (VTI_{LVOT} / VTI_{AV}) = 0,68 \text{ cm}^2$$

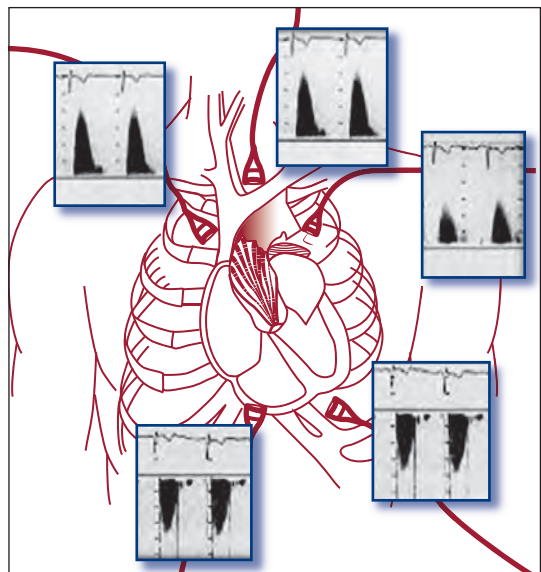
**Εικόνα 4**

Απεικονίζεται ποιά είναι η σωστή θέση του κέρσορα του PW για την καταγραφή του VTI στον χώρο εξόδου της αριστερής κοιλίας.

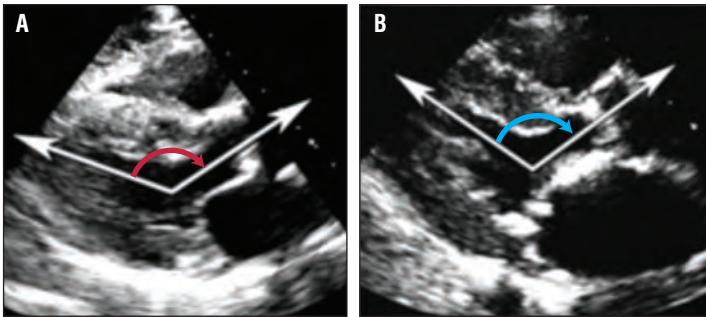


πρέπει να ευθυγραμμιστεί η υπερηχογραφική δέσμη με το μέγιστο aliasing που παράγεται στο επίπεδο της αορτικής στένωσης. Η καταγραφή με το συνεχές Doppler των μέγιστων ταχυτήτων στην αορτική βαλβίδα θα πρέπει να γίνει από διαφορετικές θέσεις ώστε να ευθυγραμμισθεί η κατεύθυνση της δέσμης των υπερήχων με την ροή δια του στενωμένου αορτικού στομίου. Αν ακολουθηθεί μόνο καταγραφή ταχυτήτων από την κορυφή τότε σε 20% των περιπτώσεων η βαρύτητα της αορτικής στένωσης θα υποεκτιμηθεί (Εικόνα 5). Όσο πιο οξεία είναι η γωνία μεταξύ της αορτής και του χώρου εξόδου τόσο η πιθανότητα να υποεκτιμηθεί είναι μεγαλύτερη (Εικόνα 6).

Σε περιπτώσεις που η υπερηχογραφική απεικόνιση υπολείπεται και δεν μπορεί να απεικονιστεί σωστά και να μετρηθεί με ακρίβεια η διάμετρος του χώρου εξόδου της αριστεράς κοιλίας, αποδεκτή μέθοδος εκτίμησης της βαρύτητας της αορτικής στένωσης αποτελεί και απλά ο λόγος των ταχυτήτων (ή των ολοκληρωμάτων ταχυτήτων) μεταξύ του χώρου εξόδου της αριστεράς κοιλίας και διαμέσου της αορτικής βαλβίδας ( $Velocity_{LVOT} / Velocity_{AV}$  ή  $VTI_{LVOT} / VTI_{AV}$ ): μια αναλογία  $\leq 0,25$  είναι ενδεικτική σοβαρού βαθμού στένωσης.

**Εικόνα 5**

Απαραίτητη η καταγραφή με CW Doppler της ροής διά της αορτικής βαλβίδας σε διαφορετικές θέσεις. Η καταγραφή μόνο από την κορυφή της αριστερής κοιλίας οδηγεί σε 20% των ασθενών σε υποεκτίμηση της βαρύτητας της στένωσης της αορτικής βαλβίδας.

**Εικόνα 6**

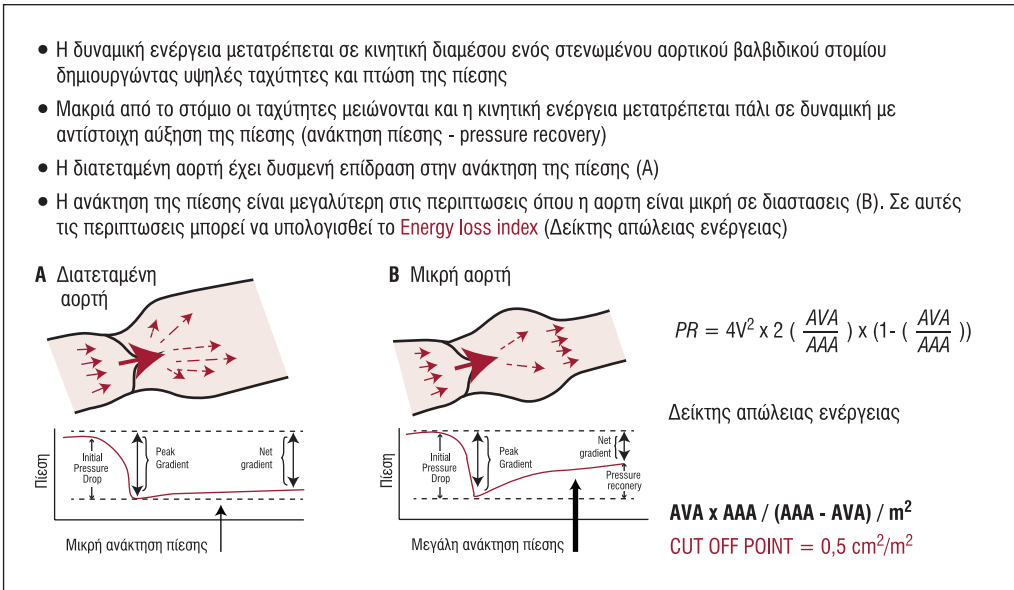
Όσο πιο οξεία η γωνία μεταξύ της αορτής και της αριστερής κοιλίας τόσο είναι μεγαλύτερη η πιθανότητα υποεκτίμησης της βαρύτητας στένωσης της αορτικής βαλβίδας.

Στις περιπτώσεις που υπάρχει σημαντική αύξηση των ταχυτήτων στον χώρο εξόδου λόγω δυναμικής απόφραξης, τότε η εφαρμογή της εξίσωσης συνεχείας ενέχει κινδύνους. Σε κάποιες από αυτές τις περιπτώσεις μπορεί να εφαρμοσθεί η εξίσωση συνεχείας επιλέγοντας για χώρο εξόδου, αντί τον χώρο εξόδου της αριστεράς κοιλίας, αυτόν της δεξιάς κοιλίας, με την καταγραφή των αντιστοιχών ταχυτήτων, καθώς ισχύει η εξίσωση συνεχείας και εκεί, εφόσον δεν μεσολαβούν ανεπάρκειες των ενδιάμεσων στους χώρους αυτούς βαλβίδων (της μιτροειδούς και της πνευμονικής).

### **Η επίδραση του φαινομένου της Ανάκτησης Πίεσης (Pressure Recovery) στην εκτίμηση της βαρύτητας της στένωσης της αορτικής βαλβίδας**

Κάθε κινούμενο υγρό (όπως είναι ο όγκος αίματος που διακινείται στο κυκλοφορικό σύστημα) χαρακτηρίζεται από 3 τύπους ενέργειας: την κινητική (που αντιστοιχεί ουσιαστικά στην ταχύτητά ροής), τη δυναμική (που αντιστοιχεί ουσιαστικά στην πίεση που ασκεί στα τοιχώματα) και την θερμική (που αντιστοιχεί ουσιαστικά στην απώλεια ενέργειας από την τριβή με τις επιφάνειες επαφής). Όταν το κινούμενο υγρό διέλθει διαμέσου ενός στενωμένου στομίου (στη συγκεκριμένη περίπτωση το υγρό είναι το αίμα και το στενωμένο στόμιο είναι η στενωμένη αορτική βαλβίδα), η ταχύτητα του (κινητική ενέργεια) αυξάνεται. Λόγω της αρχής της διατήρησης της ενέργειας, εφόσον η κινητική του ενέργεια αυξάνεται, θα πρέπει συνολικά οι άλλες 2 παράμετροι να μειωθούν. Αντιστοίχως, μόλις μειωθεί η ταχύτητα ροής (μέσα στην αορτή), λόγω της αρχής διατήρησης της ενέργειας, αυξάνεται εκ νέου τοπικά η πίεση (ανάκτηση πίεσης – pressure recovery). Εάν στην αορτή συνυπάρχει και αυξημένη τυρβώδη ροή (π.χ. όταν η αορτή είναι διατεταμένη αμέσως μετά τη στενωμένη αορτική βαλβίδα), τότε θα αυξηθεί αξιοσημείωτα και η θερμική απώλεια, αναγκαστικά σε βάρος της αύξησης πίεσης. Το τελευταίο γεγονός πρακτικά σημαίνει ότι εάν η αορτή μετά το αορτικό στόμιο διατηρεί σχετικά τις διαστάσεις της, η ανάκτηση πίεσης είναι μεγαλύτερη [και, επομένως, η αληθής κλίση πίεσης (net gradient) διαμέσου του αορτικού στομίου είναι μικρότερη], ενώ, εάν η αορτή είναι διατεταμένη, η ανάκτηση πίεσης είναι μικρότερη [και, επομένως, η αληθής κλίση πίεσης (net gradient) διαμέσου του αορτικού στομίου είναι μεγαλύτερη] (Εικόνα 7).

Ως ακριβής κλίση πίεσης θεωρείται αυτή που υπολογίζεται στο αιμοδυναμικό εργαστήριο, και η οποία ουσιαστικά αντιστοιχεί στη διαφορά της πίεσης στο αορτικό στόμιο με την πίεση εντός της ανιούσης αορτής, η τελευταία όντας αποτέλεσμα του φαινομένου pressure recovery. Η κλίση πίεσης που υπολογίζεται στο υπερηχογραφικό ερ-



**Εικόνα 7**

Σχηματική απεικόνιση του φαινομένου ανάκτησης πίεσης (pressure recovery) ανάλογα με το μέγεθος της αορτής. AVA: επιφάνεια αορτικού στομίου, AAA: επιφάνεια ανιούσας αορτής, BSA: Επιφάνεια σώματος, Net gradient: αληθής κλίση πίεσης, Peak gradient: μέγιστη κλίση πίεσης.

γαστήριο αντιστοιχεί στη μέγιστη στιγμιαία τιμή που προσμετράται διαμέσου της αορτικής, η οποία δεν λαμβάνει υπόψη το φαινόμενο pressure recovery, οπότε και πρακτικά είναι πάντοτε μεγαλύτερη της αιμοδυναμικά προσδιοριζόμενης κλίσης πίεσης. Εάν επομένως η ανάκτηση πίεσης είναι σημαντική, η υπερηχογραφία υπερεκτιμά σημαντικά την κλίση πίεσης.

**Εκτίμηση της αορτικής στένωσης σε ασθενείς με επηρεασμένη συστολική απόδοση της αριστεράς κοιλίας**

Στις περιπτώσεις που η συστολική απόδοση της αριστεράς κοιλίας είναι μειωμένη, οι μετρούμενες κλίσεις πίεσης διαμέσου της αορτικής βαλβίδας μπορεί να εκτιμώνται σε επίπεδα ενδεικτικά μέτριας ή και μικρού ακόμη βαθμού στένωσης, λόγω της χαμηλής ροής του αίματος διαμέσου της βαλβίδας, ενώ στην πραγματικότητα ο ασθενής να έχει σοβαρού βαθμού στένωση αυτής. Η μειωμένη ροή του αίματος άλλωστε μπορεί να είναι διττής αιτιολογίας: είτε λόγω του αυξημένου μεταφορτίου, είτε λόγω της σταδιακά αναπτυσσόμενης ίνωσης στα ήδη υπερτροφικά τοιχώματα της αριστεράς κοιλίας· ο καθορισμός του επικρατούντος μηχανισμού έχει μεγάλη σημασία, καθώς, εάν επικρατεί ως μηχανισμός το αυξημένο μεταφόρτιο, χωρίς να έχει δημιουργηθεί εκτεταμένη ίνωση των τοιχωμάτων της κοιλίας, τότε αυτό συνεπάγεται ικανοποιητική ινότροπη εφεδρεία της αριστεράς κοιλίας και καλύτερη πρόγνωση με την διαδερμική ή χειρουργική επεμβατική θεραπεία της αορτικής βαλβίδας.

Σε αυτούς τους ασθενείς, επειδή η ροή (flow rate) είναι μειωμένη, εφόσον υπάρχει

Πίνακας 1

Παγίδες της υπερηχογραφίας στην εφαρμογή της εξίσωσης συνέχειας

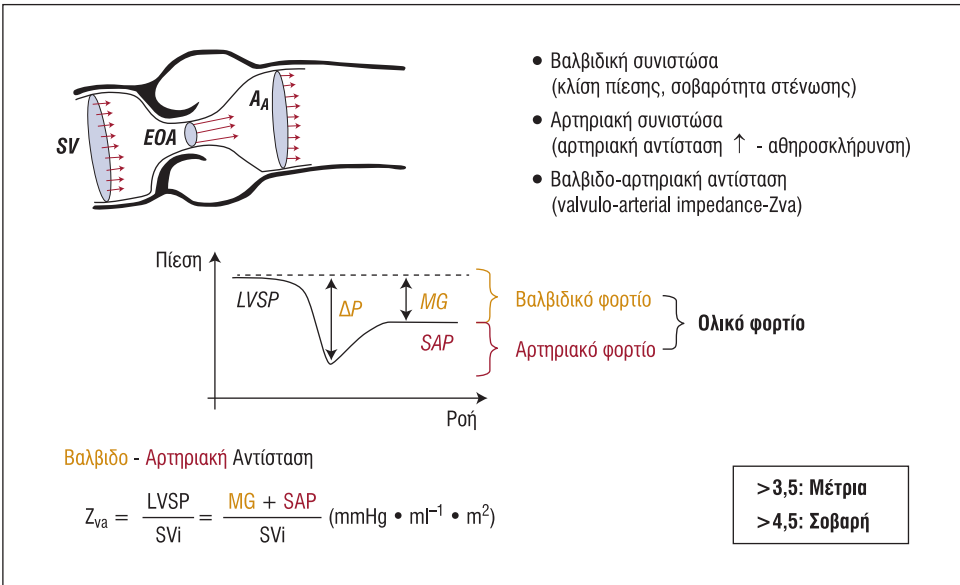
- **Η μέτρηση της διαμέτρου του χώρου εξόδου της αριστεράς κοιλίας (LVOT) πρέπει να γίνεται στην αρχική φάση της συστολής, ή έστω στη μεσοσυστολή.** Στις φάσεις αυτές ο αορτικός δακτύλιος είναι πιο κυκλικός (και όχι ελλειπτικός που είναι προς την τελοσυστολή) και έχει τη δυνητικά μεγαλύτερη μετρήσιμη διάμετρο.
- **Η μέτρηση της διαμέτρου του LVOT πρέπει να γίνεται ακριβώς στην περιοχή του αορτικού δακτυλίου, και όχι 5-10 mm κάτωθεν αυτού.** Στην περίπτωση που υπάρχει έντονη υπερτροφία ή σιγμοειδής διαμόρφωση του μεσοκοιλιακού διαφράγματος, η μέτρηση της διαμέτρου πιο χαμηλά θα υποεκτιμά σημαντικά τις αληθινές διαστάσεις του χώρου εξόδου. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο χώρος εξόδου της δεξιάς κοιλίας.
- **Η μέτρηση της διαμέτρου του LVOT πρέπει να αποκλείει της περιοχές με έντονη ασβέστωση του χώρου εξόδου ή του αορτικού δακτυλίου.** Συχνά υπάρχει έντονη ασβέστωση της πρόσθιας γλωχίνος της μιτροειδούς και επέκταση αυτής της ασβέστωσης στον LVOT, με αποτέλεσμα ο χώρος εξόδου να φαίνεται μικρότερος από ό,τι είναι στην πραγματικότητα. Η σωστή μέτρηση γίνεται από έσω σε έσω, από το σημείο που η πρόσθια (δεξιά) πτυχή συναντά το προσθιοδιαφραγματικό τοίχωμα της αριστεράς κοιλίας έως το σημείο που το οπίσθιο διαγλωχινικό τρίγωνο συναντά την πρόσθια γλωχίνα της μιτροειδούς.
- **Στη μέτρηση της ταχύτητας και, κατά συνέπεια του VTI (ολοκληρώματος αυτής ως προς τον χρόνο) στον LVOT με το παλμικό Doppler, ο δείκτης της υπερηχογραφικής δέσμης πρέπει να τοποθετείται αμέσως εγγύς, αλλά όχι πάνω ακριβώς, στην επιτάχυνση ροής που καταγράφεται με την έγχρωμη Doppler απεικόνιση.** Η επιτάχυνση ροής που καταγράφεται στο επίπεδο της στένωσης θα οδηγήσει σε ψευδώς υψηλότερες τιμές VTI και επομένως, υπερεκτίμηση του αορτικού στομίου.
- **Στη μέτρηση του VTI στον LVOT με το παλμικό Doppler, η μέτρηση του φακέλου που απεικονίζεται πρέπει να γίνεται στα όρια που απεικονίζεται έντονα και καθαρά ο φάκελος, και όχι να περιλαμβάνει τις μέγιστες ταχύτητες που κάποια λίγα ερυθρά αιμοσφαίρια μπορεί να προσλαμβάνουν.** Με την μείωση της ενίσχυσης σήματος (gain) μπορεί να επιτευχθεί μια πιο σαφής και τυπική απεικόνιση του φακέλου αυτού, με την τυπική διαυγαστική περιοχή στο εσωτερικό και τη σαφή ηχογενή εξωτερική ζώνη αυτού.
- **Στη μέτρηση του VTI της αορτικής βαλβίδος με το συνεχές Doppler, η απεικόνιση «διπλού» φακέλου (ενός πιο έντονου στο βασικό τμήμα και ενός πιο αχνού στο υπόλοιπο τμήμα του φακέλου) υποδεικνύει μη αποδεκτή γωνίωση της υπερηχογραφικής δέσμης σε σχέση με το jet της στένωσης και συνδέεται με υποεκτίμηση του αληθινού φακέλου και υποεκτίμηση της σοβαρότητας της αορτικής στενώσεως.** Χρειάζεται προσοχή, ώστε, σε τέτοιου τύπου απεικονιστική καταγραφή, να επιχειρείται η διόρθωση της γωνίας της υπερηχογραφικής δέσμης.
- **Στη μέτρηση του VTI της αορτικής βαλβίδος με το συνεχές Doppler, είναι απαραίτητο η καταγραφή του φακέλου να πραγματοποιείται από πολλαπλά, αν είναι δυνατή η απεικόνιση, σημεία.** Πολλές φορές, το jet εξώθησης μπορεί να κατευθύνεται πρόσθια και δεξιά, με αποτέλεσμα η καταγραφή του φακέλου από το υπερστερνικό παράθυρο να αναδεικνύει υψηλότερες ταχύτητες από ό,τι η καταγραφή από την κορυφαία θέση.

η υποψία σοβαρού βαθμού στένωσης από την διδιάστατη υπερηχογραφική εικόνα, θα πρέπει να υπολογισθεί το στόμιο της βαλβίδας με flow rate  $>200$  ml/sec, ώστε να διευκρινιστεί εάν πρόκειται για σοβαρού βαθμού στένωση της αορτικής βαλβίδος ή όχι. Η εφαρμογή ενός πρωτοκόλλου με χαμηλή φόρτιση δοβουταμίνης έχει θέση σε αυτούς τους ασθενείς. Στις περιπτώσεις των ασθενών με ινότροπη εφεδρεία, αυξάνεται η συστολική απόδοση της αριστεράς κοιλίας, οπότε, σε ύπαρξη σοβαρού βαθμού στένωσης της αορτικής, καταγράφεται αύξηση των κλίσεων πίεσης σε επίπεδα ενδεικτικά της αληθούς σοβαρότητας της στένωσης (πιο λεπτομερής ανάλυση στο κεφάλαιο του stress echo).

**Πίνακας 2**

Νεότεροι δείκτες εκτίμησης της σοβαρότητας της αορτικής στένωσης

- Υπολογισμός του δείκτη απώλειας ενέργειας (Energy Loss Index - ELI).** Ο ELI αποτελεί έναν δείκτη ποσοτικής εκτίμησης της σοβαρότητας της στένωσης, αντιπροσωπεύοντας τη συνολική απώλεια μηχανικής ενέργειας του υγρού (αίματος) τη σχετιζόμενη με το εμβαδό τόσο της αορτικής βαλβίδας, όσο και της ανιούσης αορτής. Υπολογίζεται με βάση τον τύπο  $ELI (cm^2/m^2) = [(AVA \times AAA)/(AAA-AVA)]/BSA$ , και έχει το πλεονέκτημα ότι εξαρτάται σε μικρότερο βαθμό από τη ροή από ό,τι η κλίση πίεσεως και η μεγίστη ταχύτητα ροής. Λαμβάνει υπόψιν του το φαινόμενο της ανάκτησης πίεσης (Pressure Recovery) και είναι ουσιαστικά ισοδύναμο με το στόμιο (EOA) όπως υπολογίζεται με τον καθετηριασμό. Είναι πολύ χρήσιμος δείκτης σε ασθενείς που έχουν μικρή αορτή. Μια τιμή  $ELI \leq 0,5-0,6 cm^2/m^2$  είναι συμβατή με σοβαρού βαθμού αορτική στένωση (Εικόνα 7).
- Υπολογισμός της βαλβιδοαρτηριακής αντίστασης (Valvuloarterial Impedance - Zva).** Ο ZVA αποτελεί έναν δείκτη μέτρησης της σοβαρότητας της στένωσης, αντιπροσωπεύοντας τόσο την αντίσταση από τη στενωμένη αορτική βαλβίδα, όσο και την αυξημένη αγγειακή αντίσταση, αύξηση η οποία εμφανίζεται σαν αντισταθμιστικός μηχανισμός στη μειωμένη (λόγω της αορτικής στένωσης) διαβαλβιδική ροή· συνυπάρχουσα αρτηριακή υπέρταση φαίνεται να ανευρίσκεται σε ένα μεγάλο ποσοστό (31%-51%) των ασθενών με αορτική στένωση. Υπολογίζεται με βάση τον τύπο  $Zva (mmHg \cdot ml^{-1} \cdot m^2) = LVSP/SVi = (SAP + MG)/SVi$ , και εκφράζει πρακτικά το ολικό «μεταφόρτιο», χωρίς να διαφοροποιεί βαλβιδική από αγγειακή συνιστώσα. Έχει διαπιστωθεί ότι τιμές  $Zva \geq 4,5$  ή τιμές  $Zva$  μεταξύ 3,5 και 4,5 συνοδεύονται από αύξηση της θνητότητας του ασθενούς κατά 2,8 και 2,3 φορές αντίστοιχα.



**Εικόνα 8**

Η έννοια του ολικού μεταφόρτιου της αριστερής κοιλίας στην στένωση της αορτικής βαλβίδας (LVSP: συστολική πίεση αριστερής κοιλίας, SVi: δείκτης όγκου παλμού, MG: μέση κλίση πίεσης, SAP: συστολική αορτική πίεση).

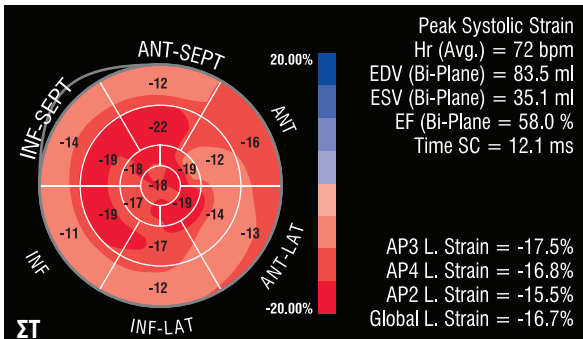
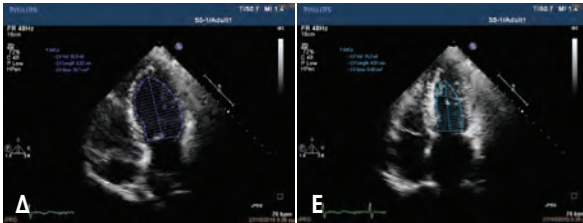
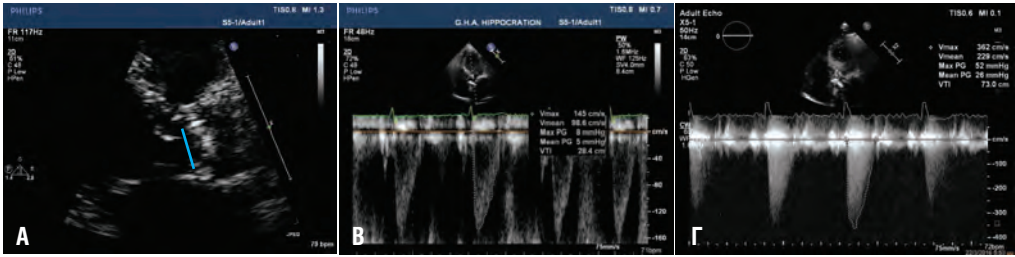
## Παράδοση σοβαρή στένωση της αορτικής βαλβίδας

Γίνεται πολύ συζήτηση για την ύπαρξη της κλινικής αυτής οντότητας. Αφορά σοβαρή στένωση της αορτικής βαλβίδας (όπως υπολογίζεται με τη χρήση της εξίσωσης συνεχείας), με παράδοση όμως καταγραφή χαμηλών ταχυτήτων και χαμηλών κλίσεων πίεσης δια της αορτικής βαλβίδας, με χαμηλό επίσης δείκτη όγκου παλμού (SVi  $\leq 35$  ml/m<sup>2</sup>), παρά την παρουσία φυσιολογικής συσταλτικότητας αριστεράς κοιλίας (σημείο που τη διαφοροποιεί από την κλασσική χαμηλής ροής και χαμηλής κλίσης πίεσης – low flow, low gradient – σοβαρή στένωση της αορτικής βαλβίδας, όπου και υπάρχει συστολική δυσλειτουργία). Το φαινόμενο αυτό μπορεί να παρουσιαστεί συνήθως σε ηλικιωμένους ασθενείς, με ιστορικό υπέρτασης, μικρές διαστάσεις αριστεράς κοιλίας, έντονη υπερτροφία τοιχωμάτων και περιοριστικού τύπου πλήρωση αυτής (Εικόνες 9, 10, 11). Η παράδοση σοβαρή στένωση της αορτικής βαλβίδας συχνά μπορεί να διαλάθει (εάν η υπερηχογραφική εκτίμηση παραμένει στο επίπεδο μέτρησης των κλίσεων πίεσης διαμέσου της βαλβίδας), με αποτέλεσμα να υποεκτιμηθούν τα συμπτώματα που παρουσιάζει ο ασθενής και να καθυστερήσει η ενδεχόμενη χειρουργική αντικατάσταση της βαλβίδας, καθιστώντας την πρόγνωση του ασθενούς πτωχή. Αντιστρόφως,

	<p>Ο ασθενής: Προχωρημένη ηλικία Γυναίκα Συνοσηρότητες</p>
	<p>Η αριστερή κοιλία: ΤΔΔΑΚ &lt; 47mm, ΤΔΟΑΚ &lt; 55ml/m<sup>2</sup> Διαταραχή πλήρωσης ΚΕΑΚ &gt; 50% GLS &lt; 16%, GRS &lt; 30%, ίνωση SVi &lt; 35ml/m<sup>2</sup></p>
	<p>Η αορτική βαλβίδα: AVA &lt; 1 cm<sup>2</sup>, AVAi &lt; 0,6cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> Σημαντική πάχυνση/ ασβέστωση βαλβίδας Mean Gradient &lt; 40mmHg Βαλβιδο-αρτηριακή αντίσταση &gt; 45mmHg/mL/m<sup>2</sup></p>

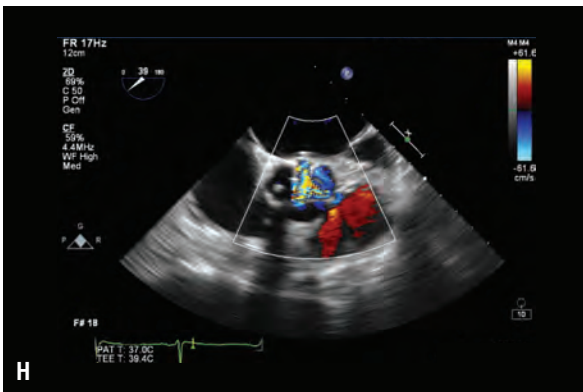
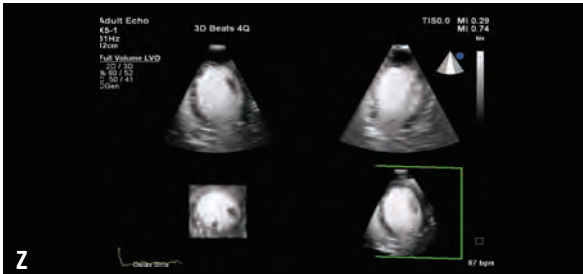
### Εικόνα 9

Κλινικά και υπερηχογραφικά στοιχεία τα οποία χαρακτηρίζουν την στένωση αορτικής βαλβίδας με παράδοση χαμηλή ροή-χαμηλή κλίση πίεσης. *ΤΔΔΑΚ*: Τελοδιαστολική διάμετρος της αρ. κοιλίας, *ΤΔΟΑΚ*: Τελοδιαστολικός όγκος της αρ. κοιλίας/επιφάνειας. *RWT*: Σχετικός λόγος του πάχους των τοιχωμάτων, *ΚΕΑΚ*: Κλάσμα εξώθησης αρ. κοιλίας, *GLS*: Global Longitudinal Strain, *SVi*: δείκτης όγκου παλμού.



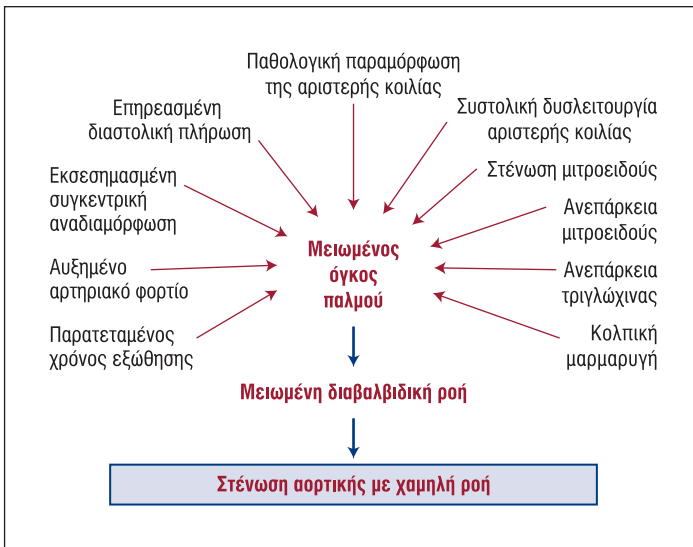
SBP = 110 mmHg  
 Mean gradient = 29 mmHg  
 SV = 42 ml  
 BSA = 1.6m<sup>2</sup>  
 SV<sub>i</sub> = 26 ml/m<sup>2</sup>

$$Z_{va} = \frac{(\text{MeanPG} + \text{SBP})}{\text{SV}_i} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Z_{va} = 5.3 \text{ mmHg ml}^{-1} \text{ m}^2$$


**Εικόνα 10**

Γυναίκα 72 ετών με δυσφορία στην κόπωση επιδεινούμενη τον τελευταίο χρόνο. Παρατηρείται ασβέστωση της αορτικής βαλβίδας με περιορισμό στην διάνοιξη των πτυχών της. Ελαφρά υπερτροφία των τοιχωμάτων της αριστερής κοιλίας με KE=58%. GLS=-16,7%. Καταγράφονται ελαφρά αυξημένες ταχύτητες στον χώρο εξόδου της αριστερής κοιλίας λόγω του σιγμοειδούς μεσοκοιλιακού διαφράγματος. Μέγιστη ταχύτητα στην αορτική βαλβίδα με το CW Doppler 3,62m/sec με σχετικά πρόωμη κορύφωση πιθανόν λόγω της ελαφράς απόφραξης στον χώρο εξόδου της αριστερής κοιλίας (peak velocity= 1,6m/sec). Η εφαρμογή της εξίσωσης συνεχείας ενέχει αρκετά λάθη (**A, B, Γ**). Αυξημένη κοιλιαρτηριακή αντίσταση (5,3mmHg · ml<sup>-1</sup> · m<sup>2</sup>). Πλανημέτρηση του στομίου με το διοισοφαγικό υπερηχογράφημα. Υπολογιζόμενο στόμιο 0,8cm<sup>2</sup> Μετά την συνεκτίμηση όλων των δεδομένων εκτιμάται ότι η ασθενής έχει Paradoxical LFLG σοβαρή αορτική στένωση



Εικόνα 11

Αίτια σοβαρής στένωσης της αορτικής βαλβίδας με χαμηλή ροή.

αυτό που παρουσιάζεται ως σοβαρή στένωση αορτικής μπορεί στην ουσία να μην αντιστοιχεί σε αληθώς σοβαρή στένωση, αλλά να πρόκειται για μικρότερης σοβαρότητας στένωση της αορτικής βαλβίδας («ψευδο-στένωση»).

Η εκτίμηση της σοβαρότητας της αορτικής στένωσης σε αυτούς τους ασθενείς μπορεί να γίνει και πάλι με τη χρήση της δυναμικής υπερηχογραφίας. Σύμφωνα με το αντίστοιχο πρωτόκολλο, υπολογίζεται το αορτικό στόμιο στην ηρεμία και μετά από φόρτιση με δοβουταμίνη ή άσκηση. Εν συνεχεία, εφαρμόζοντας έναν πολύπλοκο τύπο ο οποίος περιλαμβάνει τα υπολογιζόμενα στόμια και τις ροές εξ αυτών, τόσο στην ηρεμία, όσο και στη μέγιστη φόρτιση, και εφόσον ο ασθενής έχει καλή ινότροπη εφεδρεία (αύξηση του όγκου παλμού  $SV > 20\%$ ), υπολογίζεται το επονομαζόμενο AVA projected:

$$AVA_{proj} = \frac{AVA_{peak} - AVA_{rest}}{Q_{peak} - Q_{rest}} \times (250 - Q_{rest}) + AVA_{rest}$$

Σε πραγματική σοβαρή στένωση της αορτικής βαλβίδας το στόμιο παραμένει μικρό. Αντίθετα σε περιπτώσεις με ψευδοστένωση το αορτικό στόμιο θα αυξηθεί. Επικουρικό εύρημα που υποστηρίζει την ύπαρξη αληθούς στένωσης και όχι ψευδοστένωσης αποτελεί η ύπαρξη του ασβεστίου, καθώς, όσο περισσότερη είναι η ακτινολογική συγκέντρωση αυτού (Agaston score), τόσο πιθανότερο είναι να πρόκειται για αληθή στένωση και όχι για ψευδοστένωση. Η παρουσία του ασβεστίου άλλωστε είναι ακόμη πιο υποβοηθητική όταν ο ασθενής δεν παρουσιάζει ικανοποιητική συστολική εφεδρεία οπότε και δεν μπορεί να υπολογιστεί αξιόπιστα το AVA projected.

Οι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν το Flow rate και κατά συνέπεια την εφαρμογή των Doppler στοιχείων για τον υπολογισμό του αορτικού στόμιου φαίνονται στον Πίνακα 3.

Άλλες απεικονιστικές τεχνικές επίσης προσφέρουν επιπλέον πληροφορίες σε κάποιες περιπτώσεις. Σύμφωνα με μελέτες, υπάρχει διαφορά μεταξύ των δυο φύλων ως προς την ίνωση και την εναπόθεση ασβεστίου. Οι γυναίκες συνήθως έχουν πιο πολύ ίνωση στο μυοκάρδιο και λιγότερο ποσό ασβεστίου (όπως αυτό υπολογίζεται με το Calcium score στην αξονική τομογραφία) συγκριτικά με τους άνδρες.

**Η ταξινόμηση της στένωσης της αορτικής βαλβίδας** φαίνεται αναλυτικά στην Εικόνα 12, με βάση τα μορφολογικά χαρακτηριστικά της αριστερής κοιλίας, της αορτι-

**Πίνακας 3**

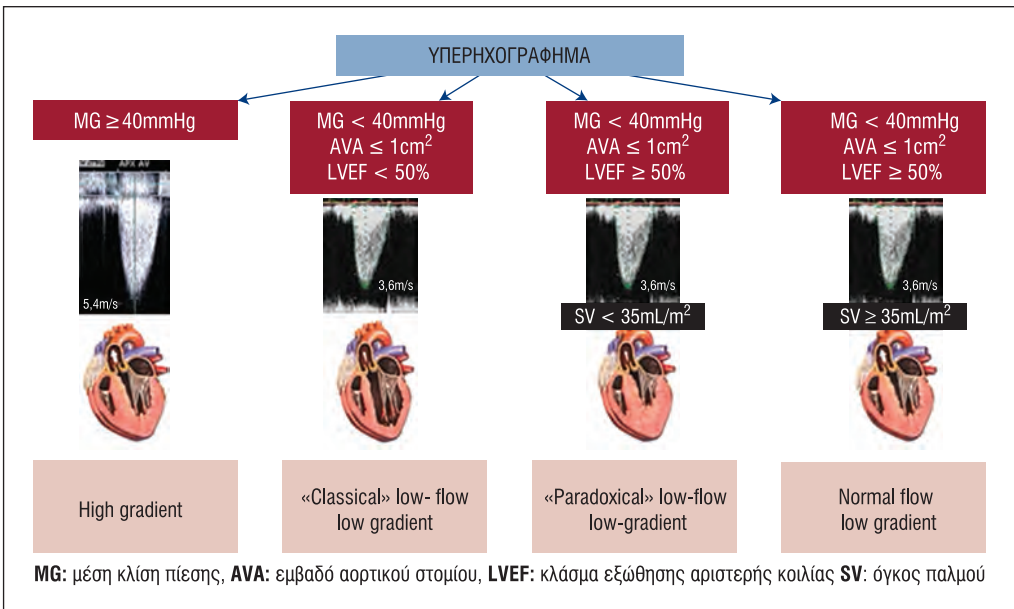
Χαρακτηριστικά της απεικόνισης strain της αριστερής κοιλίας στην αορτική στένωση

- Η αορτική στένωση επηρεάζει κυρίως το επίμηκες strain ιδίως κατά τα βασικά τμήματα και όχι σε όλη την έκταση της αριστεράς κοιλίας, με συνέπεια σε στεφανιαίους ασθενείς με σοβαρή αορτική στένωση που έχουν πιο επηρεασμένο επίμηκες strain στα κορυφαία και μέσα τμήματα να διαπιστώνεται βαρύτερη πρακτικά στεφανιαία νόσος.
- Οι ασυμπτωματικοί ασθενείς με σοβαρή αορτική στένωση έχουν επηρεασμένο το επίμηκες strain του μυοκαρδίου της αριστερής κοιλίας, έχουν όμως βελτιωμένο κυκλοτερές strain κορυφής και λειτουργικούς δείκτες περιστροφής (rotation).
- Οι συμπτωματικοί ασθενείς με σοβαρή αορτική στένωση έχουν πολύ περισσότερο επηρεασμένο το επίμηκες strain, χωρίς αντισταθμιστική αύξηση του κυκλοτερούς strain.

κής βαλβίδας και τις Doppler καταγραφές [συνεκτίμηση της κλίσης πίεσης, του κλάσματος εξώθησης και της ροής διαμέσου της βαλβίδας – μειωμένη (low flow) ή φυσιολογική (normal flow)].

**Ποιές παράμετροι καθορίζουν την πρόγνωση του ασθενούς;**

Σύμφωνα με μελέτες, οι ασθενείς οι οποίοι ανήκουν στην οντότητα paradoxical low flow low gradient AS έχουν χειρότερη πρόγνωση συγκριτικά με την ομάδα των ασθενών με high gradient AS. Οι ασθενείς αυτής της κατηγορίας έχει παρατηρηθεί ότι πα-



**Εικόνα 12**

Ταξινόμηση της σοβαρής στένωσης της αορτικής βαλβίδας.

Πίνακας 4

Σημεία προσοχής στην χαμηλής κλίσης πίεσεως σοβαρή αορτική στένωση

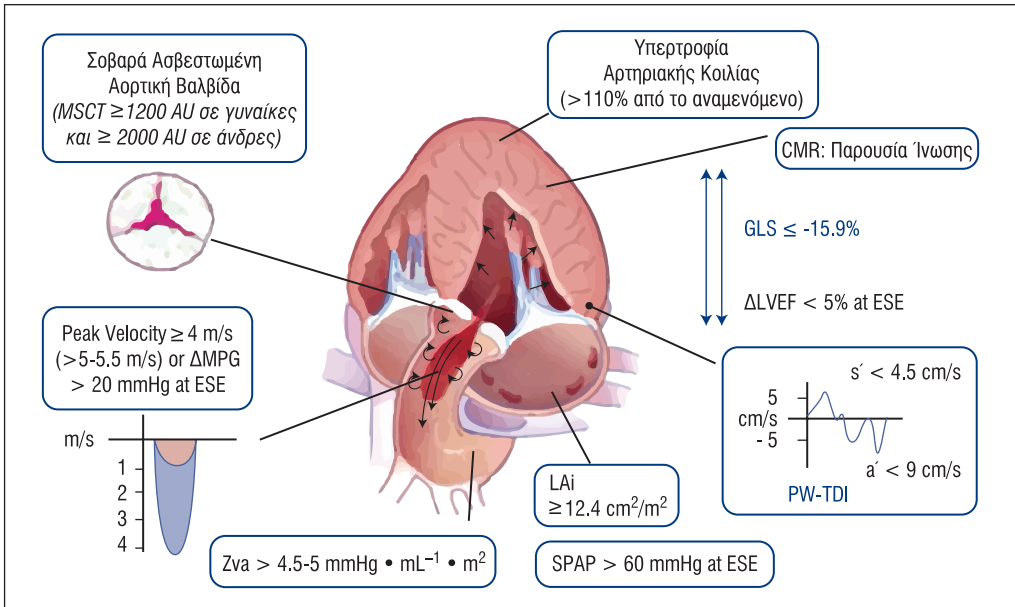
- Η **"classical" low flow/low gradient σοβαρού βαθμού αορτική στένωση** σχετίζεται συχνά με ισχαιμική καρδιακή νόσο, μυοκαρδιοπάθεια ή είναι αποτέλεσμα της χρόνιας επίδρασης του αυξημένου μεταφόρτιου στον καρδιακό μυ. Εδώ έχει θέση η δυναμική υπερηχογραφία φόρτισης με δοβουταμίνη, με σκοπό την αύξηση της ροής διαμέσου της στενωμένης βαλβίδος (εφόσον υπάρχει μυοκαρδιακή εφεδρεία) και την αποκάλυψη, μέσω αυτής, υψηλής κλίσης πίεσεως ή και τυπικής συμπτωματολογίας (εάν η τελευταία είναι από άτυπη έως πολύ ήπια)
- Η **"paradoxical" low flow/low gradient σοβαρού βαθμού αορτική στένωση** σχετίζεται συχνά αιτιολογικά με διαταραχές στο ρυθμό (ταχυκαρδία/βραδυκαρδία), την αρτηριακή πίεση (υπέρταση), το μέγεθος της αριστεράς κοιλίας (μικρή κοιλία), την παρουσία σοβαρής διαστολικής δυσλειτουργίας περιοριστικού τύπου, την παρουσία σοβαρής πάθησης της μιτροειδούς και της τριγλώχινος, την ύπαρξη πνευμονικής υπέρτασης και τη δυσλειτουργία της δεξιάς κοιλίας. Γενικά εδώ δεν έχει ιδιαίτερη θέση η δυναμική υπερηχογραφία. Ο υπολογισμός του calcium score με MSCT συνηγορεί (εφόσον είναι πολύ υψηλό) ως προς τη σοβαρότητα της στένωσης.
- Η **normal flow/low gradient σοβαρού βαθμού αορτική στένωση** είναι η πιο δύσκολη ως προς την ερμηνεία της. Πιθανώς φαίνεται να οφείλεται ότι στους ασθενείς αυτούς, ενώ ο όγκος παλμού είναι φυσιολογικός, ο χρόνος εξωθήσεως είναι παρατεταμένος, οπότε και η κλίση πίεσης είναι μικρότερη.

ρουσιάζουν αυξημένη πρώιμη θνητότητα και θνησιμότητα συγκριτικά με τις υπόλοιπες ομάδες (high-gradient AS, κλασσική LFLG-AS). Στην μακροχρόνια πορεία την πιο δυσμενή πρόγνωση έχουν οι ασθενείς με κλασσική LFLG-AS.

Επιπλέον οι λειτουργικοί δείκτες παραμόρφωσης φαίνεται ότι διαθέτουν διαγνωστική και προγνωστική σημασία (Πίνακας 3). Σε ασθενείς με διατηρημένο κλάσμα εξώθησης, όσο σοβαρότερη είναι η αορτική στένωση, τόσο πιο επηρεασμένο εμφανίζεται το επίμηκες strain (Global Longitudinal Strain – GLS), έχοντας υψηλότερη συσχέτιση ως προς τη μετεγχειρητική πρόγνωση των ασθενών αυτών, από ό,τι η παρουσία στεφανιαίας νόσου ή συστολικής δυσλειτουργίας: στις περιπτώσεις μάλιστα ασθενών με LFLG και φυσιολογικό EF, το GLS συσχετίζεται με την πρόγνωση μετά την αντικατάσταση της βαλβίδος, ανεξάρτητα από λοιπούς συνυπάρχοντες παράγοντες. Αλλά και σε ασθενείς με LFLG σοβαρή αορτική στένωση και επηρεασμένο κλάσμα εξώθησης και, η εκτίμηση του GLS τόσο στην ηρεμία όσο και κατά την δοκιμασία φόρτισης με δοβουταμίνη παρέχει προγνωστικές πληροφορίες.

Η καταγραφή παθολογικού strain σε ασυμπτωματικούς ασθενείς με σοβαρή αορτική στένωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν δείκτης για πιο πρώιμη (πριν την εμφάνιση συμπτωματολογίας) παρέμβαση στους ασθενείς αυτούς. Φαίνεται να έχουν μικρότερη συχνότητα νοσηλείων για καρδιακή ανεπάρκεια και μικρότερη 5ετή ολική θνητότητα εφόσον υποβληθούν πρώιμα σε αντικατάσταση της βαλβίδος.

Στην Εικόνα 13 απεικονίζονται οι παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπόψη προκειμένου να αντιμετωπισθεί ο ασυμπτωματικός ασθενής με σοβαρή στένωση της αορτικής βαλβίδας.



**Εικόνα 13**

Ασυμπτωματική σοβαρή αορτική στένωση. Παράμετροι οι οποίοι καθορίζουν την πρόγνωση του ασθενούς (ESE: exercise stress echo, LAi: left atrial index, Zva: βαλβιδοαρτηριακή αντίσταση).

### Tips and tricks στην εκτίμηση των ασθενών με στένωση της αορτικής βαλβίδος

1. Η έκδηλη ασβέστωση της αορτικής βαλβίδος ενισχύει την άποψη ότι πρόκειται για σοβαρή στένωση της αορτικής βαλβίδος.
2. Μέγιστη ταχύτητα δια της αορτικής βαλβίδας  $\geq 4$  m/sec και μέση κλίση πίεσης  $\geq 40$  mmHg συνηγορούν υπέρ της σοβαρής στένωσης της αορτικής βαλβίδας.
3. Σε 30% των ασθενών με σοβαρή στένωση της αορτικής βαλβίδος υπάρχει ασυμφωνία μεταξύ του αορτικού στομίου και της μέσης κλίσης πίεσης της αορτικής βαλβίδας.
4. Ο υπολογισμός του χώρου εξόδου της αριστεράς κοιλίας υπολογίζεται ακριβώς κάτωθεν της αορτικής βαλβίδος και όχι 1 cm πιο κάτω.
5. Η σημαντική υπερτροφία της αριστεράς κοιλίας στο χώρο εξόδου αυξάνει σημαντικά τις ταχύτητες στο σημείο αυτό, οπότε σε αυτές τις περιπτώσεις δεν μπορεί να εφαρμοσθεί σωστά η εξίσωση συνεχείας.
6. Στη Doppler καταγραφή της αορτικής στένωσης, η όψιμη κορύφωση αποτελεί ένα ισχυρό διαφοροδιαγνωστικό στοιχείο υπέρ της σοβαρής στένωσης ακόμα και με καταγραφή χαμηλότερων ταχυτήτων  $< 4$  m/sec.
7. Η βαλβιδο-αρτηριακή αντίσταση εκφράζει το συνολικό φορτίο της αριστεράς κοιλίας.
8. Η μικρή σε μέγεθος αορτή σε ασθενή με στένωση της αορτικής βαλβίδος έχει ευνοϊκή μορφολογία για το φαινόμενο του pressure recovery (ανάκτηση της πίεσης), σε αντίθεση με τη διατεταμένη αορτή.

## Βιβλιογραφία

1. 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J* 2017; 38:2739-91.
2. Kanwar A, Thaden JJ, Nkomo VT. Management of Patients With Aortic Valve Stenosis. *Mayo Clin Proc.* 2018; 93(4):488-508.
3. Johnson NP, Zelis JM, Tonino PAL, et al. Pressure gradient vs. flow relationships to characterize the physiology of a severely stenotic aortic valve before and after transcatheter valve implantation. *Eur Heart J.* 2018 Jul 21; 39(28): 2646-2655.
4. Kennon S, Archbold A. Expert Opinion: Guidelines for the Management of Patients with Aortic Stenosis Undergoing Non-cardiac Surgery: Out of Date and Overly Prescriptive. *Interv Cardiol.* 2017; 12(2):133-6.
5. Reddy YNV, Nishimura RA. Evaluating the severity of aortic stenosis: a re-look at our current 'gold standard' measurements. *Eur Heart J* 2018. Jul 21; 39(28): 2656-2658.
6. Νιχογιανόπουλος Π. Υπερηχοκαρδιογραφία. 2011
7. Otto C. Textbook of Clinical Echocardiography, 5th Ed, 2013.