



**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ**

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΓΕΝΙΚΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ «ΑΤΤΙΚΟΝ»**

**Β' ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΚΛΙΝΙΚΗ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΔΙΕΥΘΥΝΤΡΙΑ: ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ ΤΑΤΙΑΝΗ ΣΙΔΗΡΟΠΟΥΛΟΥ**

**ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΩ ΚΟΙΛΗΣ ΦΛΕΒΑΣ ΜΕ ΔΙΑΘΩΡΑΚΙΚΟ  
ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΗΜΑ ΣΤΗΝ ΕΠΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΥΠΟΤΑΣΗΣ ΑΠΟ  
ΥΠΑΡΑΧΝΟΕΙΔΗ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑ ΣΕ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΟΥΣ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΠΟΥ  
ΥΠΟΒΑΛΛΟΝΤΑΙ ΣΕ ΟΡΘΟΠΕΔΙΚΗ ΕΠΕΜΒΑΣΗ**

**ΕΛΕΝΗ ΣΠΗΛΙΩΤΑΚΗ**

**ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΟΛΟΓΟΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΘΕΟΔΟΣΙΟΣ ΣΑΡΑΝΤΕΑΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΑΘΗΝΑ 2024**

**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ**

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΓΕΝΙΚΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ «ΑΤΤΙΚΟΝ»**

**Β' ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΚΛΙΝΙΚΗ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΔΙΕΥΘΥΝΤΡΙΑ: ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ ΤΑΤΙΑΝΗ ΣΙΔΗΡΟΠΟΥΛΟΥ**

**ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΩ ΚΟΙΛΗΣ ΦΛΕΒΑΣ ΜΕ ΔΙΑΘΩΡΑΚΙΚΟ  
ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΗΜΑ ΣΤΗΝ ΕΠΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΥΠΟΤΑΣΗΣ ΑΠΟ  
ΥΠΑΡΑΧΝΟΕΙΔΗ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑ ΣΕ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΟΥΣ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΠΟΥ  
ΥΠΟΒΑΛΛΟΝΤΑΙ ΣΕ ΟΡΘΟΠΕΔΙΚΗ ΕΠΕΜΒΑΣΗ**

**ΕΛΕΝΗ ΣΠΗΛΙΩΤΑΚΗ**

**ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΟΛΟΓΟΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΘΕΟΔΟΣΙΟΣ ΣΑΡΑΝΤΕΑΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΑΘΗΝΑ 2024**

**ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΩ ΚΟΙΛΗΣ ΦΛΕΒΑΣ ΜΕ ΔΙΑΘΩΡΑΚΙΚΟ  
ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΗΜΑ ΣΤΗΝ ΕΠΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΥΠΟΤΑΣΗΣ ΑΠΟ  
ΥΠΑΡΑΧΝΟΕΙΔΗ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑ ΣΕ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΟΥΣ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΠΟΥ  
ΥΠΟΒΑΛΛΟΝΤΑΙ ΣΕ ΟΡΘΟΠΕΔΙΚΗ ΕΠΕΜΒΑΣΗ**

**ΕΛΕΝΗ ΣΠΗΛΙΩΤΑΚΗ**

**ΕΚΠΑ, ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ, 2024**

Ημερομηνία ορισμού Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής: 16/03/2018

Ημερομηνία ορισμού του Θέματος: 23/05/2018

**ΑΡΧΙΚΗ ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ**

1. Θεοδόσιος Σαραντέας, Καθηγητής Αναισθησιολογίας, Ιατρική Σχολή, ΕΚΠΑ (επιβλέπων)
2. Γεωργία Γερολουκά- Κωστοπαναγιώτου, Ομότιμη Καθηγήτρια Αναισθησιολογίας, Ιατρική Σχολή, ΕΚΠΑ
3. Χρυσάνθη Μπατιστάκη, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Αναισθησιολογίας, Ιατρική Σχολή, ΕΚΠΑ

Ημερομηνία αλλαγής της Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής λόγω αφυπηρέτησης: 9/01/2023

**ΤΕΛΙΚΗ ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ**

1. Θεοδόσιος Σαραντέας, Καθηγητής Αναισθησιολογίας, Ιατρική Σχολή, ΕΚΠΑ (επιβλέπων)
2. Γεωργία Γερολουκά- Κωστοπαναγιώτου, Ομότιμη Καθηγήτρια Αναισθησιολογίας, Ιατρική Σχολή, ΕΚΠΑ
3. Παναγιώτης Μπριασούλης, Επίκουρος Καθηγητής Αναισθησιολογίας, Ιατρική Σχολή, ΕΚΠΑ

Ημερομηνία καταθέσεως της διδακτορικής διατριβής: 07/02/2024

Ημερομηνία ορισμού επταμελούς εξεταστικής επιτροπής: 01/03/2024

Πρόεδρος Ιατρικής Σχολής ΕΚΠΑ: κος Νικόλαος Αρκαδόπουλος, Καθηγητής Χειρουργικής, Ιατρική Σχολή, ΕΚΠΑ

#### **ΜΕΛΗ ΕΠΤΑΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ**

1. Θεοδόσιος Σαραντέας, Καθηγητής Αναισθησιολογίας, Ιατρική Σχολή, ΕΚΠΑ
2. Γεωργία Γερολουκά- Κωστοπαναγιώτου, Ομότιμη Καθηγήτρια Αναισθησιολογίας, Ιατρική Σχολή, ΕΚΠΑ
3. Εμμανουήλ Πικουλής, Καθηγητής Χειρουργικής, Ιατρική Σχολή, ΕΚΠΑ
4. Τατιανή Σιδηροπούλου, Καθηγήτρια Αναισθησιολογίας, Ιατρική Σχολή, ΕΚΠΑ
5. Κωνσταντίνος Νάστος, Αναπληρωτής Καθηγητής Χειρουργικής, Ιατρική Σχολή, ΕΚΠΑ
6. Παναγιώτης Μπριασούλης, Επίκουρος Καθηγητής Αναισθησιολογίας, Ιατρική Σχολή, ΕΚΠΑ
7. Διονύσιος Δελλαπόρτας, Επίκουρος Καθηγητής Χειρουργικής, Ιατρική Σχολή, ΕΚΠΑ

Βαθμός με τον οποίο έγινε αποδεκτή η διατριβή: Άριστα

## ΟΡΚΟΣ ΙΠΠΟΚΡΑΤΟΥΣ

"Ορκίζομαι στον Απόλλωνα τον Ιατρό και στον Ασκληπιό και στην Υγεία και στην πανάκεια και σ' όλους τους Θεούς επικαλούμενος την μαρτυρία τους, να τηρήσω πιστά κατά τη δύναμη και την κρίση μου αυτό τον όρκο και το συμβόλαιό μου αυτό. Να θεωρώ αυτόν που μου δίδαξε αυτή την τέχνη ίσο με τους γονείς μου και να μοιραστώ μαζί μου τα υπάρχοντά μου και τα χρήματά μου αν έχει ανάγκη φροντίδας.

Να θεωρώ τους απογόνους του ίσους με τ' αδέρφια μου και να τους διάξω την τέχνη αυτή αν θέλουν να τη μάθουν, χωρίς αμοιβή και συμβόλαιο και να μεταδώσω με παραγγελίες, οδηγίες και συμβουλές όλη την υπόλοιπη γνώση μου και στα παιδιά μου και στα παιδιά εκείνου με δίδαξε και στους άλλους μαθητές που έχουν κάνει γραπτή συμφωνία μαζί μου και σ' αυτούς που έχουν ορκισθεί στον ιατρικό νόμο και σε κανέναν άλλο και να θεραπεύω τους πάσχοντες κατά τη δύναμή μου και την κρίση μου χωρίς ποτέ, εκουσίως, να τους βλάψω ή να τους αδικήσω. Και να μη δώσω ποτέ σε κανένα, έστω κι αν μου το ζητήσει, θανατηφόρο φάρμακο, ούτε να δώσω ποτέ τέτοια συμβουλή. Ομοίως να μη δώσω ποτέ σε γυναίκα φάρμακο για ν' αποβάλει. Να διατηρήσω δε τη ζωή μου και την τέχνη μου καθαρή και αγνή. Και να μη χειρουργήσω πάσχοντες από λίθους αλλά ν' αφήσω την πράξη αυτή για τους ειδικούς. Και σ' όποια σπίτια κι αν μπω, να μπω για την ωφέλεια των πασχόντων αποφεύγοντας κάθε εκούσια αδικία και βλάβη και κάθε γενετήσια πράξη και με γυναίκες και με άνδρες, ελεύθερους και δούλους. Και ό,τι δω ή ακούσω κατά την άσκηση του επαγγέλματός μου, ή κι εκτός, για τη ζωή των ανθρώπων, που δεν πρέπει ποτέ να κοινοποιηθεί, να σιωπήσω και να το τηρήσω μυστικό. Αν τον όρκο μου αυτό τηρήσω πιστά και δεν τον αθετήσω, είτε ν' απολαύσω για πάντα την εκτίμηση όλων των ανθρώπων για τη ζωή μου και για την τέχνη μου, αν όμως παραβώ και αθετήσω τον όρκο μου να υποστώ τα αντίθετα από αυτά".

## Βιογραφικό σημείωμα

### Εκπαίδευση

---

16.03.2018- 08.03.2024	Υποψήφια Διδάκτωρ  «Μέτρηση της κάτω κοίλης φλέβας με διαθωρακικό υπερηχογράφημα στην επίπτωση της υπότασης από υπαραχνοειδή αναισθησία σε ηλικιωμένους ασθενείς που υποβάλλονται σε ορθοπεδική επέμβαση»  Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
09.2009 – 07.2015	Πτυχίο Ιατρικής  Πανεπιστήμιο Κρήτης (Βαθμός: Λίαν Καλώς)

### Επαγγελματική εμπειρία

---

30.10.2023- Παρόν	Senior Clinical Fellow  Cardiac Anaesthesia  Royal Papworth Hospital, Cambridge, UK
03.10.2022 – 03.10.2023	Senior Clinical Fellow  Cardiac Anaesthesia and ICU  University Hospital of Southampton, Southampton / UK
13.05.2022 – Παρόν	General Medical Council Registration with a Licence to Practice / UK
06.06.2022-17.06.2022	Clinical Attachment  York Teaching Hospital, York/ UK
03.2017 – 08.2022	Ειδικευόμενη Αναισθησιολογίας  Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο ΑΤΤΙΚΟΝ, Αθήνα

## Δημοσιεύσεις

---

---

### Original Articles (peer reviewed)

- 1. Point of care transthoracic echocardiography for the prediction of post - spinal anesthesia hypotension in elderly patients with cardiac diseases and left ventricular dysfunction : Inferior vena cava and post-spinal anesthesia hypotension in elderly patients.**

Moschovaki N, Saranteas T, Spiliotaki E, Giannoulis D, Anagnostopoulos D, Talliou C, Milionis O, Moschovaki N, Saranteas T, Spiliotaki E, Giannoulis D, Anagnostopoulos D, Talliou C, Milionis O, Briassoulis P, Katogiannis K, Papadimos T. J Clin Monit Comput. 2023 Feb 21. doi: 10.1007/s10877-023-00981-y. Epub ahead of print. PMID: 36805418.

- 2. Echocardiographic findings of stress cardiomyopathy in a young parturient with acute abdomen**

Spiliotaki E, Soulioti E, Kouki P, Saranteas T.. Ann Card Anaesth. 2023 Jan-Mar;26(1):111-112. doi: 10.4103/aca.aca\_26\_21. PMID: 36722602; PMCID: PMC9997461.

- 3. Inferior vena cava ultrasonography in the assessment of intravascular volume status and fluid responsiveness in the emergency department and intensive care unit: A critical analysis review.**

Spiliotaki E, Saranteas T, Moschovaki N, Panagouli K, Pistioli E, Kitsinelis V, Briassoulis P, Papadimos T. J Clin Ultrasound. 2022 Mar 18. doi: 10.1002/jcu.23194. Epub ahead of print. PMID: 35302241.

- 4. The Utility of Echocardiography for the Prediction of Spinal-Induced Hypotension in Elderly Patients: Inferior Vena Cava Assessment Is a Key Player.**

Saranteas T, Spiliotaki H, Koliantzaki I, Koutsomanolis D, Kopanaki E, Papadimos T, Kostopanagiotou G. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2019 Sep;33(9):2421-2427. doi: 10.1053/j.jvca.2019.02.032. Epub 2019 Feb 22. PMID: 30904260.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θερμές ευχαριστίες στην Ομότιμη Καθηγήτρια Αναισθησιολογίας κα Γεωργία Κωστοπαναγιώτου, στον Καθηγητή Αναισθησιολογίας κ. Θεοδόσιο Σαραντέα, στην Καθηγήτρια Αναισθησιολογίας κα Τατιανή Σιδηροπούλου, στην Αφυπηρετήσασα Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Αναισθησιολογίας κα Χρυσάνθη Μπατιστάτη και στον Επίκουρο Καθηγητή κ. Παναγιώτη Μπριασούλη, μέλη ΔΕΠ της Ιατρικής Σχολής του ΕΚΠΑ για την ανάθεση της παρούσας διατριβής και την υποστήριξη τους στην ολοκλήρωση της.

Ευχαριστίες στα μέλη της επταμελούς επιτροπής, κ. Εμμανουήλ Πικουλή, Καθηγητή Χειρουργικής, κ. Κωνσταντίνο Νάστο, Αναπληρωτή Καθηγητή Χειρουργικής, κ. Διονύσιο Δελλαπόρτα, Επίκουρο Καθηγητή Χειρουργικής για την συμμετοχή τους στην κρίση της παρούσας διατριβής.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες στον επιβλέποντα της παρούσας διατριβής, Καθηγητή Αναισθησιολογίας κ. Θεοδόσιο Σαραντέα για την στήριξη και την καθοδήγηση που μου παρέίχε. Το επιστημονικό του ήθος αποτελεί παράδειγμα και έμπνευση.

Τέλος, ευχαριστίες σε όλα τα μέλη της Β' Πανεπιστημιακής Κλινικής Αναισθησιολογίας για την βοήθεια και την υποστήριξη στην ολοκλήρωση της παρούσας διατριβής.



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

### Ι.ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

#### Α. ΠΕΡΙΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΗ ΔΙΑΘΩΡΑΚΙΚΗ ΥΠΕΡΗΧΟΚΑΡΔΙΟΓΡΑΦΙΑ

1.1 Εισαγωγή.....	9
1.2 Εφαρμογές της υπερηχοκαρδιογραφίας δύο διαστάσεων στην περιεγχειρητική περίοδο.....	10
1.3 Υπερηχοκαρδιογραφικές προβολές.....	11
1.4 Υπερηχοκαρδιογραφικά πρωτόκολλα και μετρήσεις στην περιεγχειρητική περίοδο.....	18
1.5.1 Αριστερή κοιλία	
1.5.2 Ποιοτική εκτίμηση της λειτουργικότητας της αριστερής κοιλίας.....	19
1.5.3 Ποσοτική εκτίμηση της λειτουργικότητας της αριστερής κοιλίας.....	20
1.5.4 Κλάσμα βράχυνσης (fractional shortening FS).....	22
1.5.5 Κλασματική μεταβολή επιφάνειας (fractional area change FAC).....	22
1.5.6 Κλάσμα εξώθησης.....	23
1.5.7 Ολική επιμήκης συστολική παραμόρφωση (GLS).....	25
1.5.8 Τμηματικές διαταραχές υποκινησίας.....	26
1.5 Δεξιά κοιλία	
1.6.1 Ποιοτική εκτίμηση της δεξιάς κοιλίας.....	28
1.6.2 Ποσοτική εκτίμηση της δεξιάς κοιλίας.....	29
1.6 Εκτίμηση του ενδαγγειακού όγκου και της ανταποκρισιμότητας στα υγρά.....	30
1.7 Περικαρδιακή συλλογή.....	32
1.8 Βαλβιδοπάθειες.....	34
1.9 Βιβλιογραφία.....	35

#### Β. ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΤΩ ΚΟΙΛΗΣ ΦΛΕΒΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΝΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ

2.1 Εισαγωγή.....	37
2.2 Υπερηχογραφικές μετρήσεις .....	38
2.3 Οι μετρήσεις της κάτω κοίλης φλέβας για τον υπολογισμό της πίεσης του δεξιού κόλπου.....	41

2.4 Οι μετρήσεις της κάτω κοίλης φλέβας σαν δείκτης εκτίμησης του ενδαγγειακού όγκου.....	42
2.5 Οι μετρήσεις της κάτω κοίλης φλέβας σαν δείκτης ανταποκρισιμότητας στην χορήγηση υγρών.....	45
2.6 Οι μετρήσεις της κάτω κοίλης φλέβας σαν δείκτης πρόβλεψης της υπότασης.....	49
2.7 Βιβλιογραφία.....	50

## **Γ. ΥΠΟΤΑΣΗ ΕΠΑΓΟΜΕΝΗ ΑΠΟ ΥΠΑΡΑΧΝΟΕΙΔΗ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑ**

3.1 Εισαγωγή.....	57
3.2 Επιδράσεις της υπαραχνοειδούς αναισθησίας στο καρδιαγγειακό.....	58
3.3 Παράγοντες κινδύνου για εμφάνιση υπότασης σχετιζόμενη με υπαραχνοειδή αναισθησία.....	60
3.4 Κλινική σημασία διεγχειρητικής υπότασης.....	62
3.5 Βιβλιογραφία.....	65

## **II. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

<b>A. Σκοπός της μελέτης.....</b>	<b>68</b>
<b>B. Μεθοδολογία</b>	
2.1 Σχεδιασμός της μελέτης.....	70
2.2 Υπερηχοκαρδιογραφικό πρωτόκολλο και μετρήσεις.....	71
2.3 Αναισθησιολογικό πρωτόκολλο και μετρήσεις.....	74
2.4 Μετεγχειρητική φροντίδα.....	74
<b>Γ. Στατιστική ανάλυση.....</b>	<b>75</b>
<b>Δ. Αποτελέσματα.....</b>	<b>76</b>
<b>Ε. Συζήτηση.....</b>	<b>80</b>
<b>ΣΤ. Βιβλιογραφία.....</b>	<b>86</b>
<b>III. Δημοσιεύσεις της παρούσας διατριβής.....</b>	<b>89</b>

# ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

## **A. Υπερηχοκαρδιογραφία δύο διαστάσεων**

### **1.1. Εισαγωγή**

Η υπερηχοκαρδιογραφία έχει γνωρίσει αλματώδη πρόοδο από την εισαγωγή της στην κλινική πράξη στην δεκαετία του 1970. [1] Στην σύγχρονη εποχή, μια πλήρης υπερηχοκαρδιογραφική μελέτη μπορεί να προσφέρει σημαντικές πληροφορίες για την ανατομία, την φυσιολογία και την λειτουργικότητα της καρδιάς. Με την έλευση των φορητών υπερηχογραφικών μηχανημάτων, η υπερηχοκαρδιογραφία έχει επεκταθεί ευρέως στη κλινική πράξη και έχει πλέον πολλές εφαρμογές και εκτός του εργαστηρίου υπερηχοκαρδιογραφίας. Συγκεκριμένα, έχει ευρεία εφαρμογή σαν παρακλίνια διαγνωστική εξέταση (POCUS, point-of-care cardiac ultrasound) στο τμήμα επειγόντων περιστατικών, στην μονάδα εντατικής θεραπείας αλλά και στην περιεγχειρητική περίοδο. [2-4]

Η εφαρμογή της υπερηχοκαρδιογραφίας σαν παρακλίνια εξέταση έχει μελετηθεί ευρέως. Η χρήση της σαν εργαλείο αιμοδυναμικής παρακολούθησης και καθοδήγησης των αντίστοιχων θεραπευτικών παρεμβάσεων έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνει την διαγνωστική διαδικασία και κατ' επέκταση την έκβαση των ασθενών. Επίσης, έχει μελετηθεί η χρήση της από μη καρδιολόγους και έχει αποδειχθεί αντίστοιχα ότι με κατάλληλη εκπαίδευση μπορεί να είναι αξιόπιστο και χρήσιμο διαγνωστικό εργαλείο στο κατάλληλο κλινικό περιβάλλον. [5,6]

Συγκεκριμένα, η εφαρμογή της παρακλίνιας διαθωρακικής υπερηχοκαρδιογραφίας από αναισθησιολόγους στην περιεγχειρητική περίοδο έχει μελετηθεί ευρέως και έχει αποδειχθεί χρήσιμο εργαλείο καθώς μπορεί να οδηγήσει σε αλλαγές στο χειρουργικό και στο αναισθησιολογικό πλάνο, να βοηθήσει στη διαφορική διάγνωση της αιμοδυναμικής αστάθειας και να καθοδηγήσει θεραπευτικές παρεμβάσεις. [7,8,12-14]

## **1.2 Εφαρμογές της υπερηχοκαρδιογραφίας δύο διαστάσεων στην περιεγχειρητική περίοδο**

Περιεγχειρητικά, συχνά μπορεί να ανακύψει ανάγκη περαιτέρω καρδιολογικής διερεύνησης των ασθενών, είτε στην προεγχειρητική περίοδο λόγω εμφάνισης νέων συμπτωμάτων ή επιδείνωσης προϋπάρχουσας καρδιακής παθολογίας είτε διεγχειρητικά και μετεγχειρητικά λόγω των δυναμικών αιμοδυναμικών μεταβολών που λαμβάνουν χώρα κατά την διάρκεια μιας χειρουργικής επέμβασης. Τα παραπάνω μπορεί να είναι ιδιαίτερα έκδηλα κατά την διενέργεια επείγουσών ή μειζόνων χειρουργικών επεμβάσεων. Από τα παραπάνω, είναι εμφανές ότι η υπερηχοκαρδιογραφία μπορεί να είναι ένα πολύτιμο εργαλείο στα χέρια κατάλληλα εκπαιδευμένων αναισθησιολόγων. [12-14]

Οι κλινικές καταστάσεις που συχνότερα οδηγούν στην ανάγκη διενέργειας μιας υπερηχοκαρδιογραφικής μελέτης είναι η εμφάνιση νέου καρδιακού φυσήματος, η ανεξήγητη υπόταση, η δύσπνοια ή η υποξία που δεν μπορεί να αποδοθεί σε μη καρδιακά αίτια, η μεταβολή της λειτουργικής κατάστασης του ασθενούς και οι μη απινιδώσιμοι ρυθμοί καρδιακής ανακοπής. [7-9] Αντίστοιχα έχουν διαμορφωθεί κλινικά πρωτόκολλα που στόχο έχουν να ορίσουν μια τροποποιημένη υπερηχοκαρδιογραφική μελέτη με την μέγιστη κλινική εφαρμογή στην περιεγχειρητική περίοδο από αναισθησιολόγους. Σύμφωνα με αυτά, μια περιεγχειρητική υπερηχοκαρδιογραφική μελέτη έχει στόχο να προσδιορίσει τις διαστάσεις και την λειτουργικότητα της αριστερής και της δεξιάς κοιλίας, την εκτίμηση του ενδαγγειακού όγκου, την αναγνώριση πιθανής περικαρδιακής συλλογής ή καρδιακού επιπωματισμού, την ποιοτική και ποσοτική εκτίμηση τυχόν βαλβιδοπαθειών και την αναγνώριση ύπαρξης καρδιακής δραστηριότητας σε ασυστολία και άσφυγη ηλεκτρική δραστηριότητα. [7-10,12-14]

Η αναισθησιολογική υπερηχοκαρδιογραφική εξέταση δεν έχει στόχο να υποκαταστήσει την πλήρη καρδιολογική υπερηχοκαρδιογραφική μελέτη, αλλά να αποτελέσει ένα παρακλίνιο διαγνωστικό εργαλείο με στόχο την καθοδήγηση θεραπευτικών παρεμβάσεων απαντώντας σε συγκεκριμένα κλινικά ερωτήματα στην δυναμική περιεγχειρητική περίοδο. [4,10] Για τους

παραπάνω λόγους συνήθως είναι πιο στοχευμένη και πιο περιορισμένη σε σύγκριση με την πλήρη καρδιολογική υπερηχοκαρδιογραφική μελέτη.

### **1.3 Υπερηχοκαρδιογραφικές προβολές**

Η στοχευμένη υπερηχοκαρδιογραφική μελέτη που συνήθως πραγματοποιείται στην περιεγχειρητική περίοδο δεν προϋποθέτει την λήψη όλων των υπερηχοκαρδιογραφικών προβολών που περιλαμβάνει η πλήρης διαθωρακική υπερηχοκαρδιογραφική μελέτη, αφενός λόγω του χαρακτήρα της, αποτελώντας παρακλίνιο εργαλείο,[10] αφετέρου λόγω των ιδιομορφιών της περιεγχειρητικής περιόδου που καθιστούν αδύνατη την απεικόνιση συγκεκριμένων υπερηχοκαρδιογραφικών προβολών.

Η τυπική υπερηχοκαρδιογραφική μελέτη πραγματοποιείται με τον ασθενή σε αριστερή πλάγια θέση με το αριστερό χέρι κάτω από το κεφάλι. Η θέση αυτή είναι πολύ πιθανό να μην είναι δυνατή στην περιεγχειρητική περίοδο. Επιπρόσθετα, ο μηχανικός αερισμός, στις επεμβάσεις που πραγματοποιούνται υπό γενική αναισθησία, αλλά και οι χειρουργικές τομές (π.χ. καρδιοχειρουργικές επεμβάσεις) συχνά επηρεάζουν τα υπερηχοκαρδιογραφικά παράθυρα του εξεταζόμενου. Επομένως, είναι αναγκαία η τροποποίηση της κλασικής μελέτης σε μια πιο περιορισμένη της μορφή. [2,3,10,12-14]

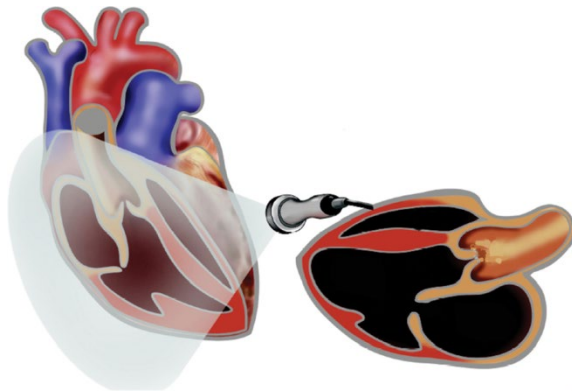
Οι προβολές που συνηθέστερα αποτελούν τμήμα της παρακλίνιας υπερηχοκαρδιογραφίας είναι η παραστερνική προβολή μακρού και βραχέος άξονα στο επίπεδο των θηλοειδών μυών, η κορυφαία προβολή τεσσάρων κοιλοτήτων και η υποξιφοειδική προβολή τεσσάρων κοιλοτήτων και κάτω κοίλης φλέβας. [2,3,10]

## Παραστερνικές προβολές

Τοποθετώντας τον ηχοβολέα στο τρίτο με τέταρτο μεσοπλευρίο διάστημα παραστερνικά, με τον δείκτη του ηχοβολέα στραμμένο προς τον δεξί ώμο του ασθενούς, απεικονίζεται η παραστερνική τομή μακρού άξονα (PLAX) (Εικόνα 1). Η συγκεκριμένη τομή παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς πολλές ανατομικές δομές βρίσκονται κάθετα στο επίπεδο του ηχοβολέα δημιουργώντας έτσι εικόνα με υψηλή ανάλυση ως προς το χώρο. Αποτελεί λοιπόν την τομή στην οποία συστήνεται να πραγματοποιούνται οι μετρήσεις των διαστάσεων και των τοιχωμάτων της αριστερής κοιλίας είτε σε δισδιάστατη (2D) είτε σε μονοδιάστατη απεικόνιση (M-mode). Η συγκεκριμένη τομή χρησιμοποιείται επίσης για την απεικόνιση του χώρου εξόδου της αριστερής κοιλίας και τη μέτρηση της διαμέτρου του, ενώ είναι χρήσιμη και για την ανίχνευση σημείων υπερτροφικής αποφρακτικής μυοκαρδιοπάθειας (HOCM) και πρόσθιας κίνησης κατά την συστολή της πρόσθιας γλωχίνας της μιτροειδούς βαλβίδας (SAM). [3,4] Οι παραπάνω παθολογίες είναι ιδιαίτερα σημαντικές κατά την περιεγχειρητική περίοδο καθώς μπορεί να οδηγήσουν σε εξεσημασμένη αιμοδυναμική αστάθεια κατά την εισαγωγή στην αναισθησία. Η έγκαιρη διάγνωση τους μπορεί να οδηγήσει σε αλλαγές στο αναισθησιολογικό πλάνο και καλύτερη έκβαση του ασθενούς. [11]

Η παραστερνική προβολή βραχέος άξονα (PSAX) (Εικόνα 2) απεικονίζεται με τον ηχοβολέα να στρέφεται αντί-ωρολογιακά κατά 90 μοίρες από τη θέση απεικόνισης της PLAX. Στη συγκεκριμένη προβολή μπορεί να εντοπιστούν σημεία υπογκαιμίας και υπερδυναμικής κυκλοφορίας, σημεία επηρεασμένης συστολικής λειτουργίας της αριστερής κοιλίας, τμηματικές διαταραχές υποκινησίας των τοιχωμάτων της αριστερής κοιλίας, υπερτροφία της αριστερής κοιλίας, διάταση της δεξιάς κοιλίας και περικαρδιακή συλλογή. [3,4]

(α)

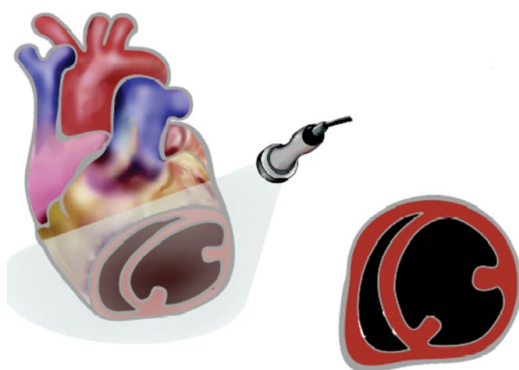


(β)

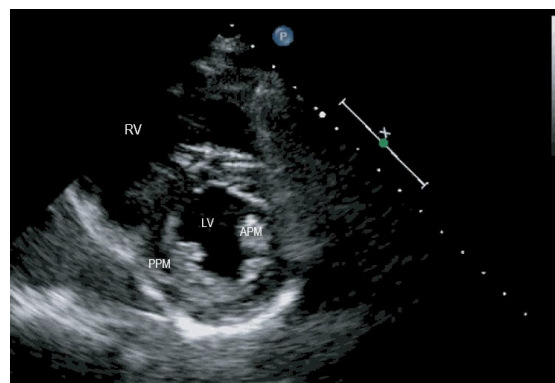


**Εικόνα 1:** Παραστερνική προβολή μακρού άξονα (PLAX). (α) Ανατομική τομή (β) Υπερηχογραφική τομή δύο διαστάσεων, AoV, αορτική βαλβίδα, LA, αριστερός κόλπος, LV, αριστερή κοιλία, MV, μιτροειδής βαλβίδα, RV, δεξιά κοιλία. [3]

(α)



(β)



**Εικόνα 2:** Παραστερνική προβολή βραχέος άξονα (PSAX). (α) Ανατομική τομή (β) Υπερηχογραφική τομή δύο διαστάσεων, APM, πρόσθιος θηλοειδής μυς, LV, αριστερή κοιλία, PPM, οπίσθιος θηλοειδής μυς, RV, δεξιά κοιλία [3]



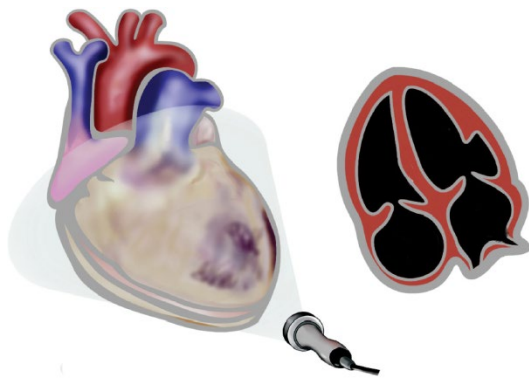
## Κορυφαίες προβολές

Ο ηχοβολέας τοποθετείται στην περιοχή της καρδιακής ώσης ή στο πέμπτο μεσοπλεύριο διάστημα στην μέση μασχαλιαία γραμμή με τον δείκτη του ηχοβολέα προς τα αριστερά του ασθενούς. Στην συγκεκριμένη προβολή είναι δυνατή η ποιοτική και ποσοτική εκτίμηση της λειτουργικότητας της αριστερής και της δεξιάς κοιλίας, η απεικόνιση τμήματος του μεσοκοιλιακού και του μεσοκοιλιακού διαφράγματος, η εκτίμηση των διαστάσεων των κόλπων καθώς και η εκτίμηση της λειτουργικότητας της μιτροειδούς και της τριγλώχινας βαλβίδας. (Εικόνα 3) Όπως τονίζεται στην βιβλιογραφία, είναι ιδιαίτερα σημαντικό να επιτευχθεί η απεικόνιση της πραγματικής κορυφής της καρδιάς, η οποία είναι ένας κωνικός σχηματισμός με λεπτά τοιχώματα, ώστε να ληφθούν αξιόπιστες μετρήσεις. Ιδιαίτερα συχνό σφάλμα στη συγκεκριμένη προβολή είναι η απεικόνιση της αριστερής κοιλίας σε βράχυνση (foreshortening), οδηγώντας σε λανθασμένες μετρήσεις και συμπεράσματα για τη λειτουργικότητά της.[3]

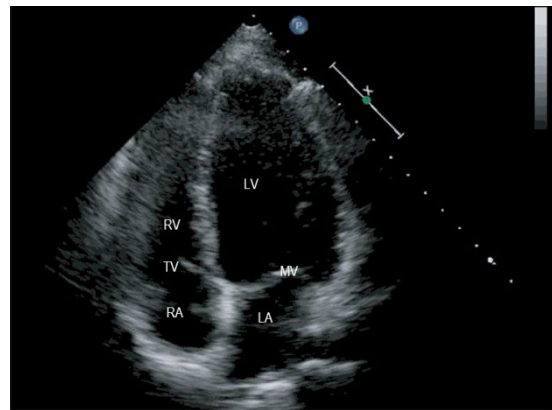
Ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο εντός της στοχευμένης παρακλίνιας υπερηχοκαρδιογραφίας έχει η κορυφαία προβολή τεσσάρων κοιλοτήτων, καθώς προσφέρει μία γρήγορη ποιοτική εκτίμηση των σχετικών διαστάσεων των δύο κοιλιών. Συγκεκριμένα, η διάμετρος της δεξιάς κοιλίας φυσιολογικά δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 2/3 των διαστάσεων της αριστερής κοιλίας. Η διάταση της δεξιάς κοιλίας μπορεί να οφείλεται είτε σε υπερφόρτωση όγκου είτε σε υπερφόρτωση πίεσης και αποτελεί κρίσιμη κλινική πληροφορία για τον αναισθησιολόγο καθώς η δυσλειτουργία της δεξιάς κοιλίας σχετίζεται με αυξημένο περιεγχειρητικό κίνδυνο για νοσηρότητα και θνητότητα. [2,3,9]

Με μία ήπια πρόσθια γωνίωση του ηχοβολέα, στο κέντρο της εικόνας εμφανίζεται η αορτική βαλβίδα και η αορτική ρίζα. Αυτή η τομή ονομάζεται κορυφαία προβολή πέντε κοιλοτήτων και είναι η καταλληλότερη τομή για την μελέτη του χώρου εξόδου της αριστερής κοιλίας. (Εικόνα 4)

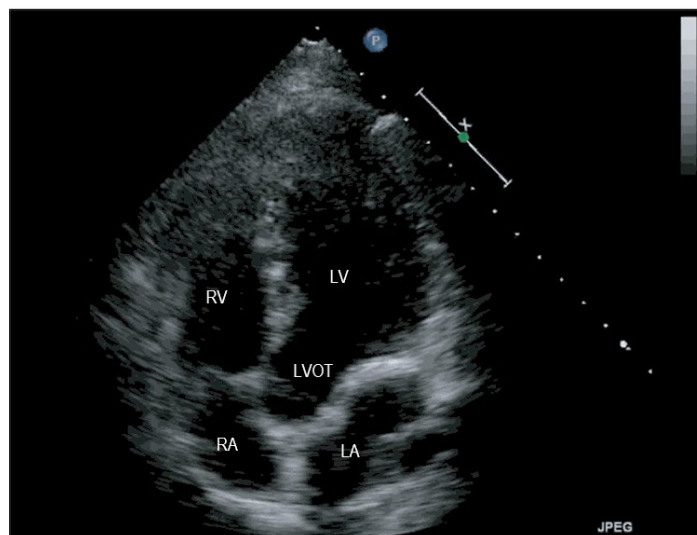
(α)



(β)



**Εικόνα 3:** Κορυφαία προβολή τεσσάρων κοιλοτήτων (α) Ανατομική τομή (β) Υπερηχογραφική τομή δύο διαστάσεων, LA, αριστερός κόλπος, LV, αριστερή κοιλία, MV, μιτροειδής βαλβίδα, RA, δεξιός κόλπος, RV, δεξιά κοιλία, TV, τριγλώχινα βαλβίδα [3]



**Εικόνα 4:** Κορυφαία προβολή πέντε κοιλοτήτων, υπερηχογραφική τομή δύο διαστάσεων, LA, αριστερός κόλπος, LV, αριστερή κοιλία, LVOT, χώρος εξόδου της αριστερής κοιλίας, RA, δεξιός κόλπος, RV, δεξιά κοιλία [3]

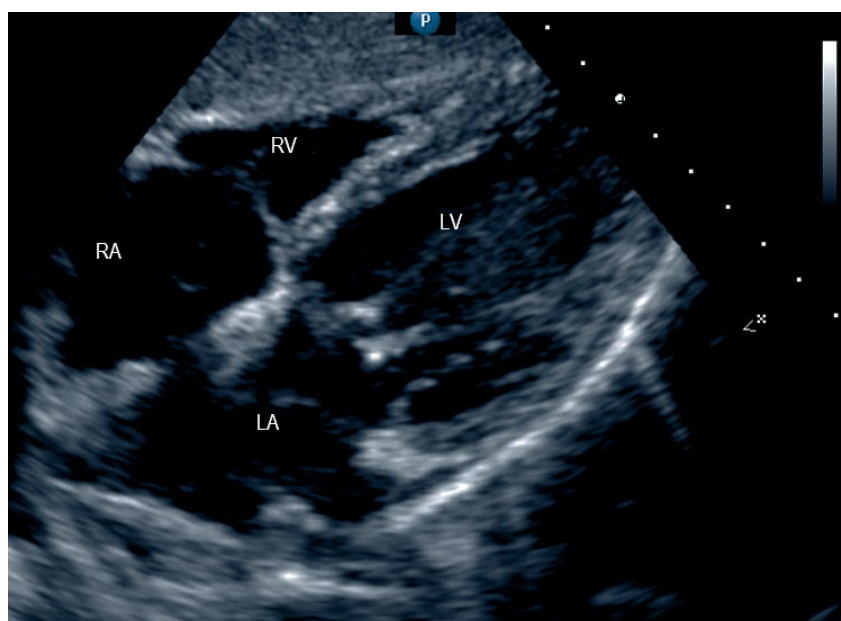
## Υποξιφοειδικές προβολές

Οι υποξιφοειδικές προβολές λαμβάνονται με τοποθέτηση του ηχοβολέα στο επιγάστριο ή κάτω από το δεξί πλευρικό τόξο, με ουραία κλίση του ηχοβολέα και κατεύθυνση προς τον αριστερό ώμο του ασθενούς. Ο δείκτης του ηχοβολέα τοποθετείται προς τα αριστερά του ασθενούς. [3,4]

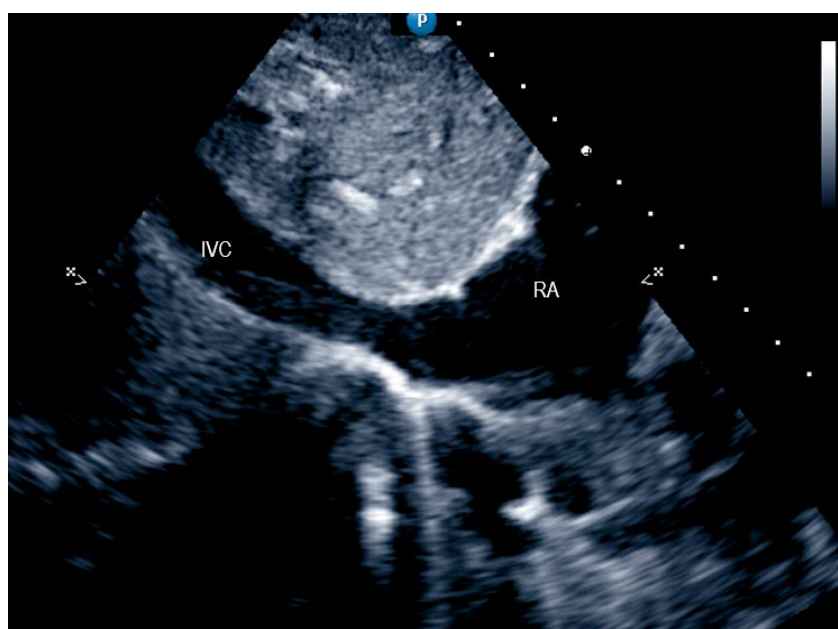
Η υποξιφοειδική προβολή τεσσάρων κοιλοτήτων προσομοιάζει με την κορυφαία προβολή τεσσάρων κοιλοτήτων, με την διαφορά ότι στην υποξιφοειδική προβολή, το μεσοκοιλιακό και το μεσοκολπικό διάφραγμα απεικονίζονται πιο κάθετα με την δέσμη του ηχοβολέα. (Εικόνα 5) Η συγκεκριμένη προβολή, θεωρείται η ιδανική για την διάγνωση μεσοκολπικών επικοινωνιών, αλλά είναι ιδιαίτερα χρήσιμη και για την εκτίμηση της λειτουργικότητας της αριστερής και της δεξιάς κοιλίας και για την απεικόνιση περικαρδιακής συλλογής και τη διάγνωση καρδιακού επιπωματισμού. Οι υποξιφοειδικές προβολές, παρουσιάζουν το σημαντικό πλεονέκτημα στην περιεγχειρητική περίοδο ότι λαμβάνονται με τον ασθενή σε ύπτια θέση. Επομένως, ιδιαίτερα διεγχειρητικά, όπου η τοποθέτηση του ασθενούς σε αριστερή πλάγια θέση δεν είναι δυνατή, οι υποξιφοειδικές προβολές μπορεί να αποτελούν το μοναδικό υπερηχογραφικό παράθυρο. [3,4]

Η υποξιφοειδική προβολή της κάτω κοίλης φλέβας σε μακρύ άξονα λαμβάνεται από την υποξιφοειδική προβολή τεσσάρων κοιλοτήτων με αλλαγή της κατεύθυνσης του ηχοβολέα προς την μέση γραμμή, έτσι ώστε ο δεξιός κόλπος να βρίσκεται στα δεξιά της οθόνης και ένα μεγάλο τμήμα του ήπατος να απεικονίζεται στα αριστερά. Στη συνέχεια, ο ηχοβολέας στρέφεται κατά 90 μοίρες αντί-ωρολογιακά μέχρις ότου να απεικονιστεί η κάτω κοίλη φλέβα καθώς διέρχεται διά του ήπατος και εκβάλλει στον δεξιό κόλπο. (Εικόνα 6) Συστήνεται να απεικονίζεται η συμβολή της κάτω κοίλης φλέβας με τον δεξιό κόλπο, ούτως ώστε να διασφαλίζεται η διαφοροποίηση της από την κοιλιακή αορτή. [4]

Οι μετρήσεις των διαστάσεων της κάτω κοίλης φλέβας και της αναπνευστικής της διακύμανσης, χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό της πίεσης του δεξιού κόλπου και έχουν μελετηθεί ευρέως σαν δείκτες εκτίμησης του ενδαγγειακού όγκου και της ανταποκρισιμότητας στην χορήγηση υγρών. [10]



**Εικόνα 5:** Υποξίφωειδική προβολή τεσσάρων κοιλοτήτων, Υπερηχογραφική τομή δύο διαστάσεων, LA, αριστερός κόλπος, LV, αριστερή κοιλία, RA, δεξιός κόλπος, RV, δεξιά κοιλία [3]



**Εικόνα 6:** Υποξίφωειδική προβολή κάτω κοίλης φλέβας σε μακρύ άξονα, Υπερηχογραφική τομή δύο διαστάσεων, IVC, κάτω κοίλη φλέβα, RA, δεξιός κόλπος [3]

#### **1.4 Υπερηχοκαρδιογραφικά πρωτόκολλα και μετρήσεις στην περιεγχειρητική περίοδο**

Η εφαρμογή της υπερηχοκαρδιογραφίας στην περιεγχειρητική περίοδο έχει μελετηθεί ευρέως και πολλές μελέτες έχουν επιχειρήσει να αναδείξουν τις κλινικές καταστάσεις στις οποίες η διενέργεια περιεγχειρητικής υπερηχοκαρδιογραφικής μελέτης ενδείκνυται για τη διάγνωση ή για την καθοδήγηση θεραπευτικών παρεμβάσεων. Αντίστοιχα, έχουν προκύψει υπερηχοκαρδιογραφικά πρωτόκολλα και μετρήσεις που πιθανά έχουν τη μέγιστη εφαρμογή και κλινική χρησιμότητα στην περιεγχειρητική πρακτική. [8-10,12-14].

Η αναγκαιότητα δημιουργίας περιεγχειρητικών υπερηχοκαρδιογραφικών πρωτοκόλλων προκύπτει από πολλαπλούς παράγοντες. Η αυξημένη αιμοδυναμική παρακολούθηση αποτελεί συχνά απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτυχή αντιμετώπιση του χειρουργικού ασθενούς με πολλαπλές συννοσηρότητες. Επίσης, η περιεγχειρητική περίοδος είναι μια περίοδος δυναμικών αιμοδυναμικών μεταβολών που απαιτεί έγκαιρη, ακριβή διαγνωστική προσέγγιση και άμεσες θεραπευτικές παρεμβάσεις. Τέλος, τα πρωτόκολλα αυτά απευθύνονται σε αναισθησιολόγους, γεγονός που σημαίνει ότι η εμπειρία και η εκπαίδευση του χειριστή στην υπερηχοκαρδιογραφία πιθανά δεν είναι τόσο εκτενής και εξειδικευμένη όσο αυτή εξειδικευμένων υπερηχοκαρδιογραφιστών. [12-14]

Μελέτες στην περιεγχειρητική υπερηχοκαρδιογραφία ανέδειξαν ότι οι κλινικές καταστάσεις που συχνότερα διαγιγνώσκονται προεγχειρητικά υπερηχογραφικά είναι η επηρεασμένη λειτουργικότητα της αριστερής κοιλίας με χαμηλό κλάσμα εξώθησης, οι παθήσεις της αορτικής βαλβίδας, οι παθήσεις της μιτροειδούς βαλβίδας, η δεξιά καρδιακή ανεπάρκεια, η πνευμονική υπέρταση και η απόφραξη του χώρου εξόδου της αριστερής κοιλίας. Αντίστοιχα, οι καταστάσεις που διαγιγνώσκονται συχνότερα διεγχειρητικά με τη βοήθεια της υπερηχοκαρδιογραφίας είναι η υπογκαιμία, η επηρεασμένη λειτουργικότητα της αριστερής κοιλίας με χαμηλό κλάσμα εξώθησης, η δεξιά καρδιακή ανεπάρκεια, οι τμηματικές διαταραχές υποκινησίας της αριστερής κοιλίας και η πνευμονική εμβολή. [12-13]

Αντίστοιχα έχουν διαμορφωθεί τα υπερηχοκαρδιογραφικά πρωτόκολλα και οι μετρήσεις που σύμφωνα με την βιβλιογραφία θεωρείται ότι έχουν την μέγιστη κλινική χρησιμότητα στην περιεγχειρητική περίοδο. [7-10, 12-14]

## **1.5 Αριστερή κοιλία**

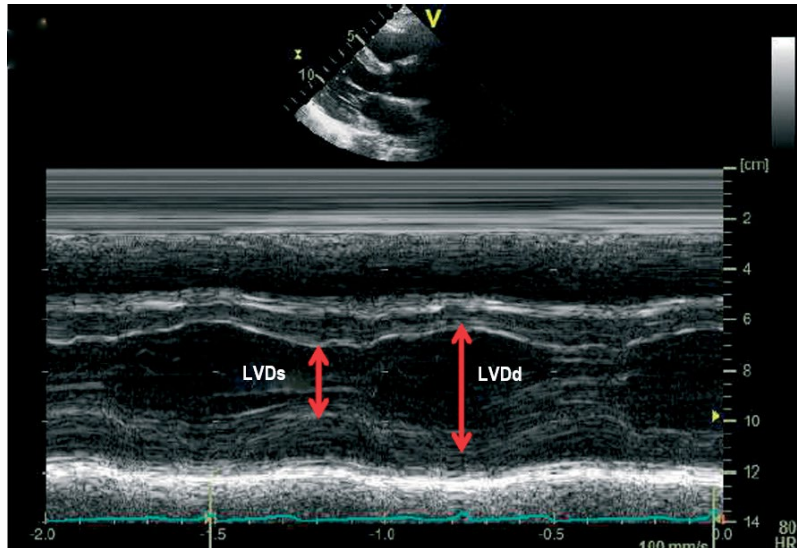
### *1.5.1 Ποιοτική εκτίμηση της λειτουργικότητας της αριστερής κοιλίας*

Η ποιοτική εκτίμηση της συνολικής λειτουργικότητας της αριστερής κοιλίας μπορεί να πραγματοποιηθεί από έμπειρους υπερηχοκαρδιογραφιστές χρησιμοποιώντας πολλαπλές προβολές. Συνήθως περιγράφεται ως φυσιολογική, υπερδυναμική ή επηρεασμένη. Η επηρεασμένη συσταλτικότητα μπορεί να κατηγοριοποιηθεί επιπλέον ως ήπια, μέτρια ή σοβαρά επηρεασμένη. Η υπερδυναμική αριστερή κοιλία συνήθως σχετίζεται με παθολογικές καταστάσεις αυξημένης καρδιακής παροχής ή με φυσιολογική απόκριση στο στρες, στην άσκηση και σε φαρμακευτικούς παράγοντες. Η ποιοτική εκτίμηση από έμπειρους υπερηχογραφιστές εμφανίζει καλή συσχέτιση με τις ποσοτικές μετρήσεις του κλάσματος εξώθησης και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν μέθοδος επαλήθευσης των ποσοτικών μετρήσεων. Παρόλα αυτά, δε συστήνεται η χρήση της ως μοναδικό εργαλείο εκτίμησης της συσταλτικότητας της αριστερής κοιλίας. [2,3]

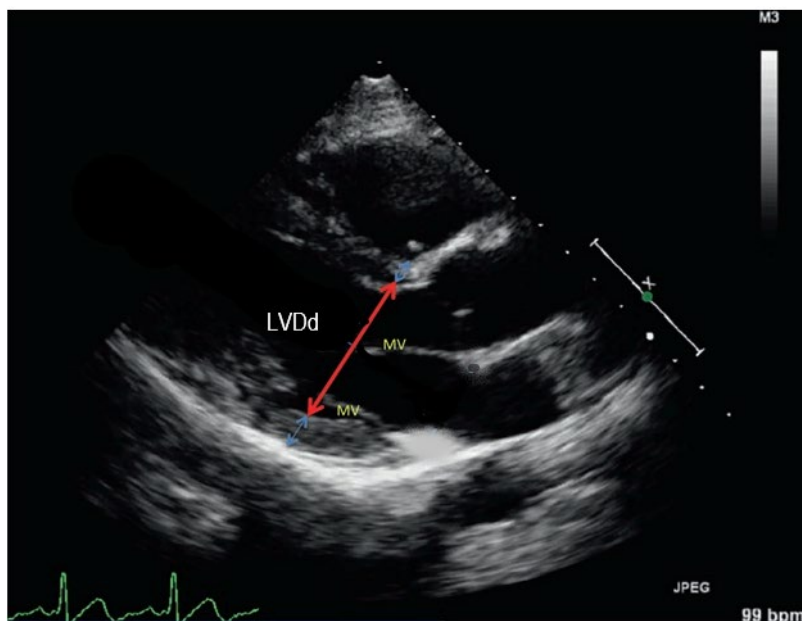
### *1.5.2 Ποσοτική εκτίμηση της λειτουργικότητας της αριστερής κοιλίας*

Οι μετρήσεις του πάχους των τοιχωμάτων και των διαστάσεων των κοιλοτήτων συστήνεται να πραγματοποιούνται στο τέλος της διαστολής (το αμέσως επόμενο πλάνο μετά το κλείσιμο της μιτροειδούς ή στην κορυφή του κύματος R στο ηλεκτροκαρδιογράφημα) τουλάχιστον σε τρεις καρδιακούς κύκλους σε φλεβοκομβικό ρυθμό (ή τουλάχιστον σε πέντε σε περίπτωση κολπικής μαρμαρυγής). [3,16]

Οι διαστάσεις και το πάχος των τοιχωμάτων της αριστερής κοιλίας μετρώνται στην παραστερνική προβολή μακρού άξονα. Οι διαστάσεις της αριστερής κοιλίας μπορούν να μετρηθούν με την τεχνική M-mode καθώς και με την δισδιάστατη τεχνική 2D. Όταν χρησιμοποιείται η τεχνική M-mode οι μετρήσεις πραγματοποιούνται από την εξωτερική πλευρά του ενός τοιχώματος στην εσωτερική πλευρά του απέναντι τοιχώματος (Εικόνα 7). Αντίθετα, στις 2D εικόνες, η διάσταση που λαμβάνεται είναι από εσωτερική σε εσωτερική πλευρά των αντίστοιχων τοιχωμάτων (Εικόνα 8). [3,4,16]



**Εικόνα 7:** Παραστερνική προβολή μακρού άξονα, Μονοδιάστατη, M-mode, γραμμικές μετρήσεις των διαστάσεων της αριστερής κοιλίας. LVDd: τελοδιαστολική διάμετρος της αριστερής κοιλίας, LVDs: τελοσυστολική διάμετρος της αριστερής κοιλίας [3]



**Εικόνα 8:** Παραστερνική προβολή μακρού άξονα 2D, LVDd: τελοδιαστολική διάμετρος της αριστερής κοιλίας, MV: μιτροειδής βαλβίδα, Μπλε βέλη: πάχος πρόσθιο-διαφραγματικού και κατώτερο-πλάγιου τοιχώματος [4]



### 1.5.3 Κλάσμα βράχυνσης (*fractional shortening FS*)

Το κλάσμα βράχυνσης αποτελεί ένα δείκτη εκτίμησης της συνολικής συστολικής λειτουργίας της αριστερής κοιλίας και προκύπτει από την εξίσωση  $LVDd-LVDs/LVDd$ , όπου  $LVDd$  η τελοδιαστολική διάμετρος της αριστερής κοιλίας και  $LVDs$  η τελοσυστολική διάμετρος της αριστερής κοιλίας. Οι φυσιολογικές τιμές θεωρούνται  $\geq 25\%$  στους άνδρες και  $\geq 27\%$  στις γυναίκες. Ο συγκεκριμένος δείκτης παρουσιάζει ευκολία στον υπολογισμό και υψηλή επαναληψιμότητα αλλά παρουσιάζει αρκετούς περιορισμούς, με βασικότερο ότι οι απαιτούμενες μετρήσεις λαμβάνονται μόνο στη βάση ή στα μεσαία τμήματα της αριστερής κοιλίας και βάσει αυτών υποθέτει τη συνολική συσταλτικότητα της αριστερής κοιλίας. Το παραπάνω ενδέχεται να οδηγήσει σε λανθασμένα συμπεράσματα ειδικά σε ασθενείς με τμηματικές διαταραχές υποκινησίας. Ένας ακόμα περιορισμός του συγκεκριμένου δείκτη είναι ότι επηρεάζεται από τις συνθήκες πλήρωσης της αριστερής κοιλίας. [3,4,16]

### 1.5.4 Κλασματική μεταβολή επιφάνειας (*fractional area change FAC*)

Η κλασματική μεταβολή επιφάνειας μετρά την μεταβολή της επιφάνειας της αριστερής κοιλίας κατά την διάρκεια ενός καρδιακού κύκλου στην παραστερνική τομή βραχέος άξονα στο επίπεδο των θηλοειδών μυών. Φυσιολογικές τιμές θεωρούνται  $\geq 45\%$ . Θεωρείται ότι μπορεί να εκτιμήσει με σχετική ακρίβεια τη συνολική συσταλτικότητα της αριστερής κοιλίας και εμφανίζει ικανοποιητική συσχέτιση με το κλάσμα εξώθησης καθώς θεωρείται ότι τα  $2/3$  του όγκου παλμού της αριστερής κοιλίας προέρχονται από την συστολή της αριστερής κοιλίας στο επίπεδο των θηλοειδών μυών. Παρόλα αυτά, θεωρείται ότι παρουσιάζει τους ίδιους περιορισμούς με το κλάσμα βράχυνσης καθώς φαίνεται να έχει περιορισμένη ακρίβεια στην εκτίμηση της συνολικής συσταλτικότητας της αριστερής κοιλίας σε ασθενείς με τμηματικές διαταραχές υποκινησίας. [3,4]

### 1.5.5 Κλάσμα εξώθησης

Η μέθοδος που συστήνεται από την Αμερικανική και την Ευρωπαϊκή εταιρία υπερηχοκαρδιογραφίας για τον υπολογισμό του κλάσματος εξώθησης είναι η τροποποιημένη μέθοδος των δίσκων κατά Simpson (modified Simpson's biplane rule). Σύμφωνα με αυτήν, ο υπολογισμός του όγκου της αριστερής κοιλίας βασίζεται στην υπόθεση ότι ισούται με το άθροισμα των όγκων μιας σειράς από ισοϋψείς, ελλειπτοειδείς δίσκους που έχουν τοποθετηθεί κατά τον επιμήκη άξονα της αριστερής κοιλίας. Ο τελοδιαστολικός και ο τελοσυστολικός όγκος της αριστερής κοιλίας μετρώνται στις κορυφαίες προβολές τεσσάρων και δύο κοιλοτήτων και το κλάσμα εξώθησης υπολογίζεται ως εξής:

$$EF_{A4C} = (LVEDV_{A4C} - LVESV_{A4C})/LVEDV_{A4C} \times 100$$

$$EF_{A2C} = (LVEDV_{A2C} - LVESV_{A2C})/LVEDV_{A2C} \times 100$$

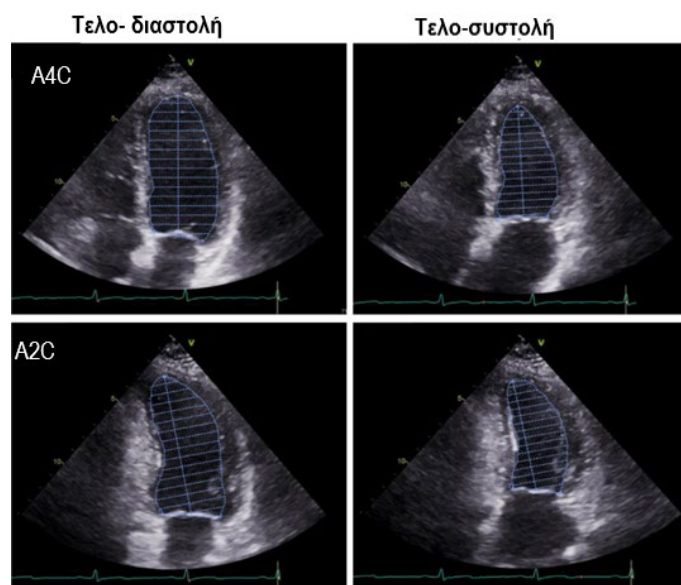
Όπου EF το κλάσμα εξώθησης, LVEDV ο τελοδιαστολικός όγκος της αριστερής κοιλίας, LVESV ο τελοσυστολικός όγκος της αριστερής κοιλίας, A4C η κορυφαία προβολή τεσσάρων κοιλοτήτων και A2C η κορυφαία προβολή δύο κοιλοτήτων. (Εικόνα 9)

Το υπολογιζόμενο κλάσμα εξώθησης προκύπτει σαν μέσος όρος των παραπάνω μετρήσεων στις κορυφαίες προβολές δύο και τεσσάρων κοιλοτήτων. Φυσιολογικές τιμές θεωρούνται  $\geq 55\%$ . [3,16]

Απαραίτητη προϋπόθεση για την αξιοπιστία των μετρήσεων θεωρείται να είναι ευδιάκριτο το όριο του ενδοκαρδίου. Σε περιπτώσεις που αυτό δεν είναι δυνατό, συστήνεται η χρήση ενδοφλέβιων παραγόντων ηχοαντίθεσης. Οι πτυχώσεις του μυοκαρδίου και οι θηλοειδείς μύες συστήνεται να λαμβάνονται σαν τμήματα της κοιλότητας. Υπερκείμενες υπερηχογενείς δομές (π.χ. ασβεστοποιημένη μιτροειδής βαλβίδα) μπορεί να προκαλούν ακουστική σκιά και να παρεμποδίζουν την απεικόνιση των μυοκαρδιακών τοιχωμάτων, με

αποτέλεσμα να είναι αδύνατη η οριοθέτηση του ενδοκαρδίου και κατ' επέκταση η μέτρηση των όγκων ακόμη και με τη χρήση ενδοφλέβιου παράγοντα ηχοαντίθεσης. Η ακριβής οριοθέτηση του ενδοκαρδίου θεωρείται κρίσιμης σημασίας καθώς μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές διαφορές στις μετρήσεις των όγκων της αριστερής κοιλίας και κατ' επέκταση σε υπερεκτίμηση ή υποεκτίμηση του κλάσματος εξώθησης. [3,4,16]

Ένας από τους σημαντικότερους περιορισμούς της συγκεκριμένης μέτρησης είναι η εξάρτηση από την ποιότητα των εικόνων. Πιο συγκεκριμένα, ένα πρόβλημα που απαντάται συχνά στην απεικόνιση της κορυφαίας προβολής τεσσάρων κοιλοτήτων είναι η βράχυνση της αριστερής κοιλίας (foreshortening) και η μη απεικόνιση της πραγματικής κορυφής της καρδιάς. Υπολογίζοντας το κλάσμα εξώθησης βάσει μίας τέτοιας εικόνας θα οδηγήσει σε υπερεκτίμηση του. Αντίστροφα, στην κορυφαία προβολή δύο κοιλοτήτων συχνά η αριστερή κοιλία μπορεί να απεικονίζεται λανθασμένα επιμηκυμένη με αποτέλεσμα την υποεκτίμηση των υπολογιζόμενων όγκων.[3,4]



**Εικόνα 9:** Η τροποποιημένη μέθοδος των δίσκων Simpson's (modified Simpson's biplane rule) για την μέτρηση του κλάσματος εξώθησης, A4C κορυφαία προβολή τεσσάρων κοιλοτήτων, A2C κορυφαία προβολή δύο κοιλοτήτων

### 1.5.6 Ολική επιμήκης συστολική παραμόρφωση (GLS)

Με τη χρήση των μεθόδων μέτρησης της μυοκαρδιακής παραμόρφωσης (myocardial strain techniques), η λειτουργικότητα της αριστερής κοιλίας μπορεί να προσδιοριστεί και στους τρεις άξονες της κίνησής της (επιμήκης, ακτινικός και κυκλοτερής). Η κίνηση στον επιμήκη άξονα (όπως εκφράζεται από την μέτρηση της ολικής μέγιστης επιμήκους συστολικής παραμόρφωσης-GLS) σχετίζεται με τη λειτουργικότητα της υπενδοκάρδιας περιοχής και φαίνεται να είναι πιο ευαίσθητη στην διάγνωση της ισχαιμίας σε σχέση με παραδοσιακές μετρήσεις, όπως το κλάσμα εξώθησης. [3,15]

Η μέτρηση αυτή βασίζεται στην τεχνολογία speckle tracking και για τον υπολογισμό της απαιτούνται δεδομένα από τις κορυφαίες προβολές. Η μέγιστη επιμήκης παραμόρφωση μετράται για κάθε τμήμα της αριστερής κοιλίας και απεικονίζεται σε ένα σφαιρικό χάρτη που κωδικοποιείται με βάση το χρώμα, ενώ ο εσωτερικός δακτύλιος αντιπροσωπεύει την κορυφή της αριστερής κοιλίας, ο μεσαίος δακτύλιος τα μέσα τμήματα της αριστερής κοιλίας και ο εξωτερικός δακτύλιος τα βασικά τμήματα της αριστερής κοιλίας. Η μέγιστη επιμήκης παραμόρφωση εκφράζει την σχετική αλλαγή στο μήκος της αριστερής κοιλίας στο τέλος της συστολής με το τέλος της διαστολής και εκφράζεται σαν ποσοστό (GLS%). Εφόσον το μήκος της μυοκαρδιακής ίνας φυσιολογικά είναι βραχύτερο στην συστολή σε σχέση με την διαστολή, η μέγιστη επιμήκης παραμόρφωση φυσιολογικά έχει αρνητικό πρόσημο. Οι φυσιολογικές τιμές έχουν μια διακύμανση ανάλογα με το σημείο στο οποίο πραγματοποιούνται οι μετρήσεις αλλά και ανάλογα με τον κατασκευαστή και το λογισμικό που χρησιμοποιείται. Σε υγιείς ενήλικες η μέγιστη συστολική παραμόρφωση είναι περίπου -20%. Όταν η μέγιστη συστολική παραμόρφωση έχει τιμές μικρότερες από -20% θεωρείται ότι υπάρχει υψηλή πιθανότητα συστολικής δυσλειτουργίας. [3,4,25]

Παρόλο που η συγκεκριμένη τεχνική κερδίζει όλο και περισσότερο έδαφος στην σύγχρονη εποχή, απαιτεί χρόνο και εξειδικευμένη γνώση υπερηχοκαρδιογραφίας και για αυτόν τον λόγο η κλινική χρησιμότητα της στην περιεγχειρητική περίοδο, στην παρούσα φάση, είναι περιορισμένη. [2-5]

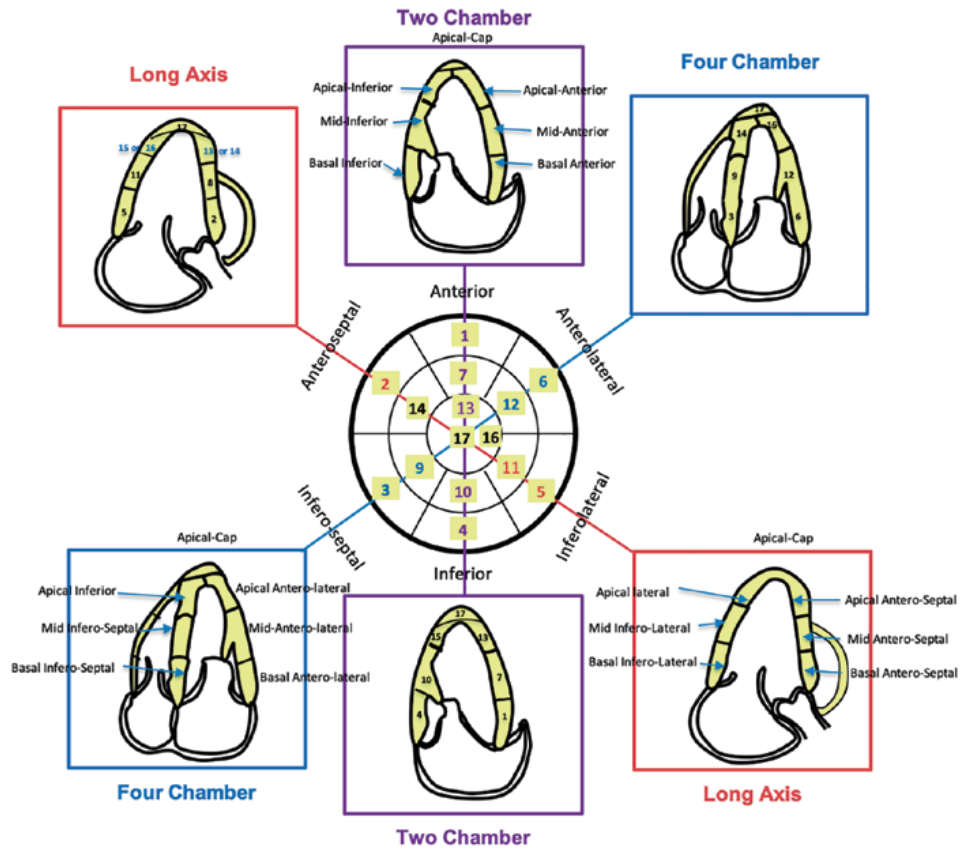
### 1.5.7 Τμηματικές διαταραχές υποκινησίας

Η εκτίμηση της κινητικότητας του μυοκαρδίου πραγματοποιείται στις παραστερνικές και κορυφαίες προβολές. Από την κινητικότητα των τοιχωμάτων είναι δυνατό να εκτιμήσουμε την αιμάτωση του μυοκαρδίου από την αντίστοιχη στεφανιαία αρτηρία. Όπως ισχύει για τον ακριβή προσδιορισμό του κλάσματος εξώθησης, έτσι και η διάγνωση διαταραχών υποκινησίας απαιτεί την πλήρη απεικόνιση των ορίων του ενδοκαρδίου. Για την επιβεβαίωση τμηματικής διαταραχής υποκινησίας απαιτείται η απεικόνιση του τοιχώματος από όσο το δυνατόν περισσότερες προβολές. Κατά τη συστολή του υγιούς μυοκαρδίου, το ενδοκάρδιο μετακινείται προς το κέντρο μειώνοντας το μέγεθος της κοιλότητας της αριστερής κοιλίας, ενώ παράλληλα η απόσταση μεταξύ ενδοκαρδίου και επικαρδίου αυξάνεται, δηλαδή το τοίχωμα παχύνεται. Σε ασθενείς με μυοκαρδιακή ισχαιμία η κίνηση του ενδοκαρδίου προς τα έξω καθώς και η πάχυνση των τοιχωμάτων μειώνονται. Ο βαθμός της πάχυνσης του μυοκαρδίου θεωρείται ο πιο αξιόπιστος και με μεγαλύτερη επαναληψιμότητα δείκτης διαταραχών υποκινησίας [3,4,16]

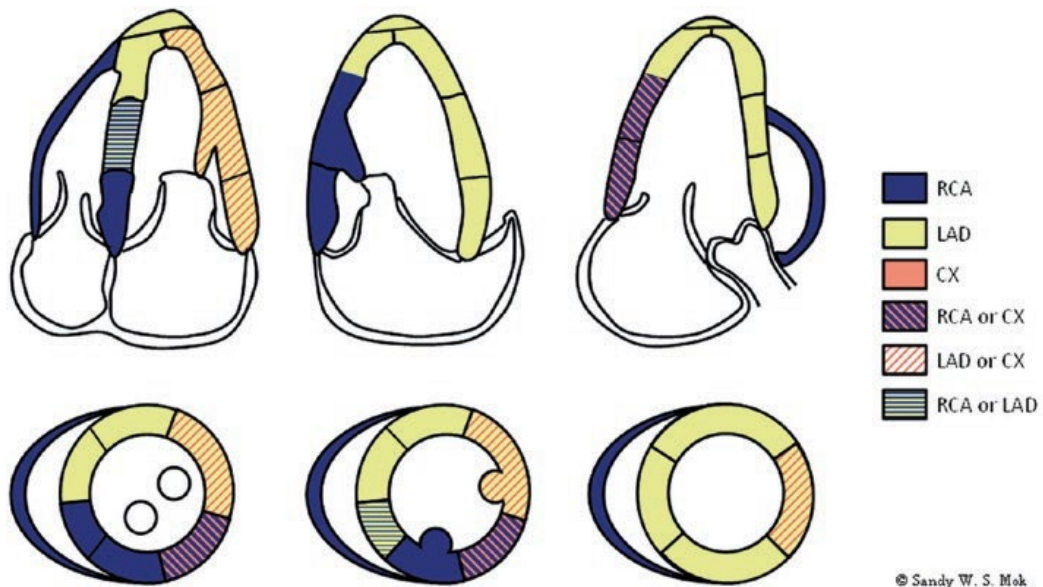
Για την εκτίμηση της κινητικότητας των τοιχωμάτων του μυοκαρδίου συστήνεται η ανατομική διαίρεση της αριστερής κοιλίας σε βασική, μέση και κορυφαία περιοχή και κάθε περιοχή διαιρείται σε τμήματα. Το μοντέλο που συστήνεται είναι αυτό των δεκαεπτά τμημάτων. (Εικόνα 10) Σε μεγάλο βαθμό υπάρχει άμεση συσχέτιση κάθε μυοκαρδιακού τμήματος με συγκεκριμένη στεφανιαία αρτηρία. Ενδέχεται όμως να υπάρχουν ανατομικές παραλλαγές αλλά και αλληλεπικαλύψεις στην άρδευση κάποιων τμημάτων από παραπάνω από μία στεφανιαίες αρτηρίες. [3,4,16]

Για τον χαρακτηρισμό της κινητικότητας ενός μυοκαρδιακού τμήματος χρησιμοποιείται μία ημιποσοτική κλίμακα πέντε σταδίων: (1) φυσιολογική, (2) υποκινησία, (3) ακινησία, (4) δυσκινησία, (5) ανεύρυσμα. [3]

(A)



(B)



**Εικόνα 10:** (A) Σχηματική απεικόνιση των 17 τμημάτων της αριστερής κοιλίας, (B) Σχηματική απεικόνιση της άρδευσης των μυοκαρδιακών τοιχωμάτων από τα στεφανιαία αγγεία, RCA δεξιά στεφανιαία, LAD πρόσθιος κατιών, CX περισπωμένη [4]

## 1.6 Δεξιά κοιλία

Πέραν της αριστερής καρδιακής δυσλειτουργίας έχει πλέον μελετηθεί επαρκώς και ο ρόλος της δεξιάς καρδιακής ανεπάρκειας ως σημαντικού παράγοντα κινδύνου για περιεγχειρητική νοσηρότητα και θνητότητα.

Η μέθοδος εκλογής για την εκτίμηση της γεωμετρίας και της λειτουργικότητας της δεξιάς κοιλίας είναι η υπερηχοκαρδιογραφία. Η υπερηχογραφική εκτίμηση της δεξιάς κοιλίας παρουσιάζει ιδιαίτερες προκλήσεις που οφείλονται στο γεγονός ότι αποτελεί μια πολύ πρόσθια δομή στο θωρακικό τοίχωμα, παρουσιάζει σύνθετο σχήμα και γεωμετρία (ημισεληνοειδής), συχνά η απεικόνιση του ενδοκαρδιακού ορίου της είναι πτωχή και η διάταξη και ο προσανατολισμός των μυοκαρδιακών ινών της προκαλούν μια σύνθετη συστολική κίνηση. [3,4]

### 1.6.1 Ποιοτική εκτίμηση της δεξιάς κοιλίας

Η εκτίμηση του μεγέθους της δεξιάς κοιλίας σε σχέση με την αριστερή κοιλία, όπως αυτές απεικονίζονται στην κορυφαία προβολή τεσσάρων κοιλοτήτων ή στην παραστερνική προβολή βραχέος άξονα, είναι μια ταχεία και εύκολη εκτίμηση της διάτασης της δεξιάς κοιλίας. Εάν ο λόγος της διαμέτρου της δεξιάς κοιλίας προς την διάμετρο της αριστερής είναι  $>0.6$ , αυτό υποδεικνύει διάταση της δεξιάς κοιλίας. Η παραστερνική προβολή βραχέος άξονα, και συγκεκριμένα η κίνηση του μεσοκοιλιακού διαφράγματος κατά τη διάρκεια του καρδιακού κύκλου, είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για την εκτίμηση των συνθηκών πλήρωσης της δεξιάς κοιλίας. Σε περίπτωση διάτασης της δεξιάς κοιλίας λόγω υπερφόρτωσης όγκου, το μεσοκοιλιακό διάφραγμα παρουσιάζει επιπέδωση κατά τη διάρκεια της διαστολής προσδίδοντας μια χαρακτηριστική διαμόρφωση στην αριστερή κοιλία σαν το γράμμα D. (Εικόνα 11) Σε διάταση της δεξιάς κοιλίας λόγω υπερφόρτωσης πίεσης, στα αρχικά στάδια το μεσοκοιλιακό διάφραγμα επιπεδώνεται κατά την συστολή ενώ σε πιο προχωρημένα στάδια της νόσου, η επιπέδωση εμφανίζεται σε όλη την διάρκεια του καρδιακού κύκλου. [3,4,16]

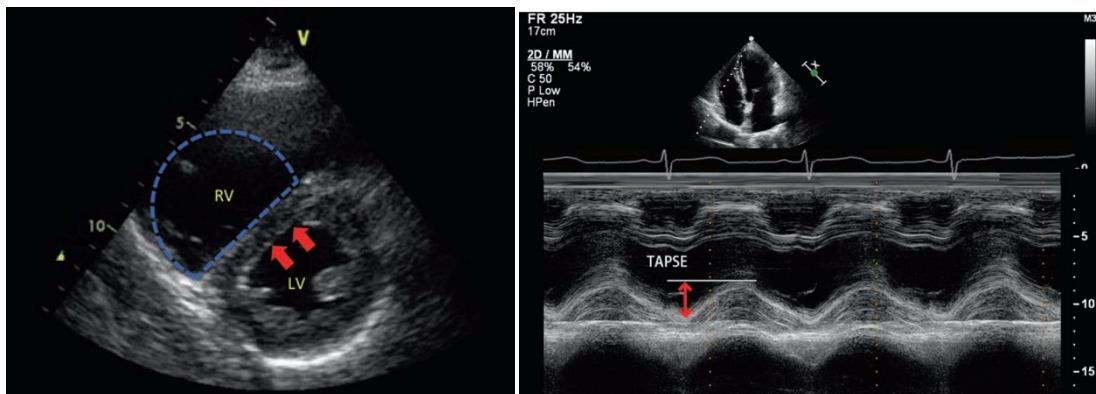
### 1.6.2 Ποσοτική εκτίμηση της δεξιάς κοιλίας

Οι μετρήσεις των διαστάσεων της δεξιάς κοιλίας πραγματοποιούνται στην κορυφαία προβολή τεσσάρων κοιλοτήτων εστιασμένη στη δεξιά κοιλία και λαμβάνεται η μέγιστη διάμετρος στη βάση και στα μεσαία τμήματά της. Η δεξιά κοιλία θεωρείται διατεταμένη όταν η διάμετρος της στη βάση είναι >41mm, ενώ στα μεσαία τμήματα >35mm. [3] Το ημισεληνοειδές σχήμα της δεξιάς κοιλίας καθιστά πολύ δύσκολη τη μέτρηση των όγκων της υπερηχογραφικά και για αυτό έχει μικρή εφαρμογή στην κλινική πράξη.

Ένας δείκτης που παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον και φαίνεται να έχει σημαντική κλινική συσχέτιση με τη λειτουργικότητα της δεξιάς κοιλίας είναι η μέτρηση της μετατόπισης του δακτυλίου της τριγλώχινας κατά την συστολή (TAPSE, Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion). Αυτός μετράται συνήθως με την τεχνική M-mode στον κατακόρυφο άξονα στο πλάγιο τοίχωμα της δεξιάς κοιλίας στην κορυφαία προβολή τεσσάρων κοιλοτήτων και τιμές >20mm θεωρούνται φυσιολογικές ενώ <17mm θεωρούνται ότι σχετίζονται με επηρεασμένη συσταλτικότητα της δεξιάς κοιλίας. (Εικόνα 12) [3,4,16]

(α)

(β)



**Εικόνα 12:** (α) Παραστερνική προβολή βραχέος άξονα, χαρακτηριστική διαμόρφωση αριστερής κοιλίας σχήματος D, (β) M-mode κορυφαία προβολή τεσσάρων κοιλοτήτων, δείκτης TAPSE [4]

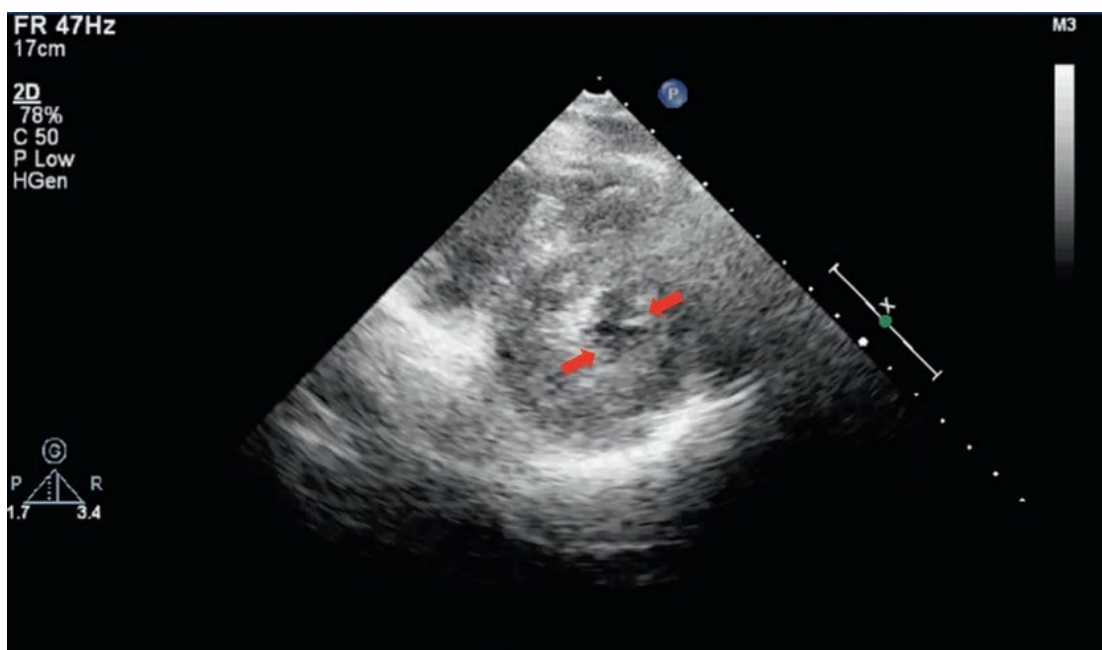


## 1.7 Εκτίμηση ενδαγγειακού όγκου και ανταποκρισιμότητας στα υγρά

Η υπερηχοκαρδιογραφία είναι ένα πολύτιμο εργαλείο που μπορεί να δώσει σημαντικές πληροφορίες που θα βοηθήσουν τόσο στην εκτίμηση του ενδαγγειακού όγκου ενός ασθενούς αλλά και στην διαχείριση των υγρών σαν θεραπευτική παρέμβαση. Επομένως, ένα σκέλος στην εκτίμηση της αιμοδυναμικής κατάστασης ενός ασθενούς είναι η εκτίμηση του ενδαγγειακού του όγκου (υπογκαιμία, νορμογκαιμία, υπερογκαιμία), ενώ ένα άλλο σκέλος είναι η πρόβλεψη της απάντησης στην χορήγηση υγρών σαν θεραπευτική παρέμβαση. Ένας ασθενής, ανάλογα με το σε ποιο σημείο της καμπύλης της καρδιακής παροχής των Frank-Starling βρίσκεται, μπορεί να απαντήσει στην χορήγηση υγρών με τρεις τρόπους, πρώτον με αύξηση στην καρδιακή παροχή, δεύτερον η καρδιακή παροχή μπορεί να παραμείνει αμετάβλητη ενώ τρίτον μπορεί ακόμα και να μειωθεί. Η ανταποκρισιμότητα στην χορήγηση υγρών ορίζεται σαν η απάντηση ενός ασθενούς στην χορήγηση υγρών με αύξηση στον όγκο παλμού πάνω από 10% με 15%. [4,17]

Οι υπερηχοκαρδιογραφικές μετρήσεις που βοηθούν στην εκτίμηση του ενδαγγειακού όγκου και της ανταποκρισιμότητας στα υγρά είναι κυρίως η εκτίμηση των όγκων της αριστερής κοιλίας τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά σαν έμμεσος δείκτης προφορτίου και οι μετρήσεις του μεγέθους και της αναπνευστικής διακύμανσης της κάτω κοίλης φλέβας. Οι μετρήσεις του μεγέθους και της αναπνευστικής διακύμανσης της κάτω κοίλης φλέβας αναλύονται εκτενώς στο επόμενο κεφάλαιο. Όσον αφορά στους όγκους της αριστερής κοιλίας, η ποιοτική εκτίμηση της μειωμένης κοιλότητας της αριστερής κοιλίας με σχεδόν εξάλειψη της κατά την διάρκεια της συστολής (kissing papillary muscles sign) θεωρείται ευαίσθητος δείκτης υπογκαιμίας. (Εικόνα 13) Ενώ αντίστοιχα, η μέτρηση της τελοδιαστολικής επιφάνειας της αριστερής κοιλίας στην παραστερνική προβολή βραχέος άξονα κάτω από 10 cm<sup>2</sup> θεωρείται ότι σχετίζεται με υπογκαιμία. [4,17] Η ερμηνεία των παραπάνω ευρημάτων χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή καθώς μπορεί να οφείλονται και σε άλλες κλινικές καταστάσεις και λανθασμένα να αποδοθούν σε υπογκαιμία. Για παράδειγμα, η αριστερή κοιλία μπορεί να εμφανίζει πολύ μειωμένες διαστάσεις, ιδίως στην συστολή, στην υπερτροφία του μυοκαρδίου, σε απάντηση σε ινότροπη φαρμακευτική υποστήριξη καθώς και σε

εξεσημασμένη αγγειοδιαστολή. [17,18] Για αυτόν τον λόγο, θεωρείται απαραίτητο να χρησιμοποιούνται τα περισσότερα δυνατά εργαλεία και μετρήσεις ούτως ώστε να συντεθεί μια συνολική αιμοδυναμική εικόνα και αντίστοιχα να κατευθύνονται οι θεραπευτικές παρεμβάσεις.



**Εικόνα 13:** Παραστερνική προβολή βραχύ άξονα αριστερής κοιλίας με σχεδόν πλήρη εξάλειψη της κοιλότητας της αριστερής κοιλίας, πιθανό σημείο υπογκαιμίας (kissing papillary muscles sign) [4]

Επίσης, με την χρήση της υπερηχοκαρδιογραφίας είναι δυνατή η μέτρηση του όγκου παλμού (Stroke Volume, SV) και επομένως ο υπολογισμός της καρδιακής παροχής. Η μέτρηση του όγκου παλμού βασίζεται στην αρχή ότι η ροή μέσω ενός σωλήνα ισούται με το γινόμενο της ταχύτητας επί την επιφάνεια της εγκάρσιας διατομής του σωλήνα (Cross Sectional Area, CSA).

$$\text{Ροή} = \text{ταχύτητα} \times \text{επιφάνεια εγκάρσιας διατομής}$$

Μέσω του σήματος του παλμικού Doppler, όπως λαμβάνεται από την κορυφαία προβολή πέντε κοιλοτήτων στον χώρο εξόδου της αριστερής κοιλίας, είναι δυνατό να υπολογίσουμε το ολοκλήρωμα της ταχύτητας σε

σχέση με το χρόνο (VTI) (επιφάνεια κάτω από την καμπύλη του σήματος του παλμικού Doppler). Αυτό μετράται σε cm και αντιστοιχεί στην απόσταση που διήνυσε το αίμα στην διάρκεια ενός καρδιακού παλμού (Stoke Distance, SD). Όγκος = επιφάνεια × μήκος, επομένως, όγκος= επιφάνεια × ταχύτητα × χρόνος. Επομένως:

$$SV= VTI \times CSA$$

Όπου CSA η επιφάνεια διατομής του χώρου εξόδου της αριστερής κοιλίας όπως υπολογίζεται από τον τύπο  $CSA=\pi \times r^2$ , όπου r, η ακτίνα, το μισό της διαμέτρου του χώρου εξόδου της αριστερής κοιλίας, όπως αυτή μετράται στην παραστερνική προβολή μακρού άξονα. [16-18]

Από τα παραπάνω είναι εμφανές ότι η ποσοστιαία διακύμανση του VTI κατά την διάρκεια ενός αναπνευστικού κύκλου αντιστοιχεί στην ποσοστιαία διακύμανση του όγκου παλμού (Stroke Volume Variation, SVV). Ο δείκτης SVV είναι ένας αναγνωρισμένος δυναμικός δείκτης που φαίνεται ότι προβλέπει με σχετική ακρίβεια την ανταποκρισιμότητα στην χορήγηση υγρών σε ασθενείς υπό μηχανικό αερισμό. [16-18]

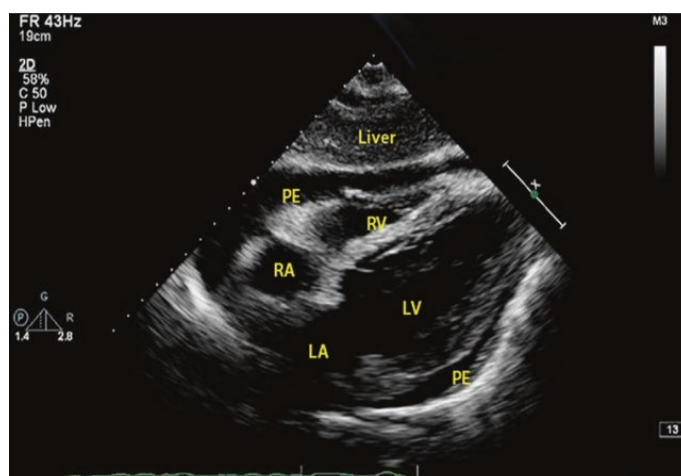
## 1.8 Περικαρδιακή συλλογή

Μία ακόμα εφαρμογή της περιεγχειρητικής διαθωρακικής υπερηχοκαρδιογραφίας είναι η διάγνωση περικαρδιακής συλλογής σαν αιτία αιμοδυναμικής αστάθειας. Η περικαρδιακή συλλογή απεικονίζεται σαν μια υπόηχη περιοχή μεταξύ του σπλαχνικού και του τοιχωματικού πετάλου του περικαρδίου. Η υπερηχοκαρδιογραφική εκτίμηση της περικαρδιακής συλλογής στοχεύει στην ποσοτικοποίηση της, στον προσδιορισμό του χαρακτήρα της, αν πρόκειται για γενικευμένη ή εγκυστωμένη συλλογή και στον χαρακτηρισμό της ποιότητας της. [2-4,16]

Σε επείγουσες καταστάσεις προτιμάται η υποξιφοειδική προβολή τεσσάρων κοιλοτήτων, που μπορεί να αναδείξει με μεγάλη ευαισθησία σημαντικές περικαρδιακές συλλογές σαν πιθανή αιτία αιμοδυναμικής αστάθειας. (Εικόνα 14) Ενώ, για τον πλήρη χαρακτηρισμό μια περικαρδιακής συλλογής

συστήνεται η απεικόνιση της και από τις κορυφαίες και παραστερνικές προβολές. [16] Η περικαρδιακή συλλογή μπορεί να χαρακτηριστεί βάσει της προσθοπίσθιας διαμέτρου της ως ήπια (ορατή στην διαστολή, <10mm), μέτρια (>10mm) ή σοβαρή (>20mm). [16]

Οι αιμοδυναμικές επιπτώσεις μιας περικαρδιακής συλλογής δεν εξαρτώνται μόνο από το μέγεθος της αλλά και από την χρονιότητα και από την εντόπισή της. Ο καρδιακός επιπωματισμός αποτελεί ένα κλινικό σύνδρομο, όπου οι πιέσεις εντός της περικαρδιακής κοιλότητας υπερβαίνουν τις ενδοκαρδιακές πιέσεις (αρχικά των κοιλοτήτων χαμηλών πιέσεων όπως οι κόλποι και στη συνέχεια των κοιλοτήτων υψηλών πιέσεων όπως οι κοιλίες), με αποτέλεσμα να παρεμποδίζεται η φλεβική επιστροφή με αποτέλεσμα την ελάττωση της καρδιακής παροχής. Τυπικά, χαρακτηρίζεται από ταχυκαρδία, υπόταση και υψηλή κεντρική φλεβική πίεση και η υπερηχοκαρδιογραφία αποτελεί πολύ σημαντικό εργαλείο για την διάγνωσή του. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η περικαρδιακή συλλογή μετά από χειρουργείο ανοικτής καρδιάς, η οποία τείνει να εγκαθίσταται μέσα σε λίγες ώρες και να εντοπίζεται στην οπίσθια επιφάνεια της καρδιάς με αποτέλεσμα να δημιουργεί πιεστικά φαινόμενα στον δεξιό κόλπο. Σε αυτή την περίπτωση ο κίνδυνος καρδιακού επιπωματισμού είναι μεγάλος και δυνητικά ανεξάρτητος από την απόλυτη τιμή της διαμέτρου της περικαρδιακής συλλογής. [3,4]

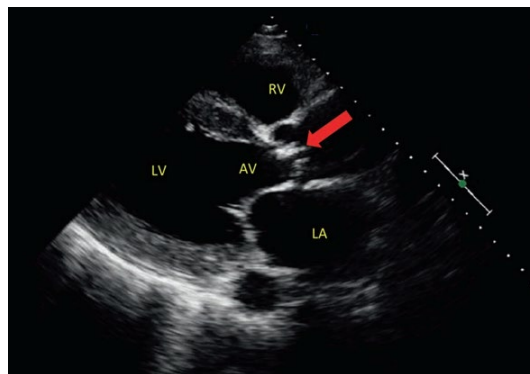


**Εικόνα 14:** Υποξιφοειδική προβολή τεσσάρων κοιλοτήτων, LA αριστερός κόλπος, LV αριστερή κοιλία, Liver ήπαρ, RA δεξιός κόλπος, RV δεξιά κοιλία, PE περικαρδιακή συλλογή [4]

## 1.9 Βαλβιδοπάθειες

Οι ασθενείς με βαλβιδική νόσο που υποβάλλονται σε μη καρδιοχειρουργικό χειρουργείο εμφανίζουν αυξημένη καρδιαγγειακή περιεγχειρητική νοσηρότητα και θνητότητα. Ιδιαίτερης βαρύτητας θεωρούνται οι στενωτικές βλάβες και κυρίως η σοβαρή στένωση αορτικής βαλβίδας. Όλοι οι ασθενείς με γνωστή βαλβιδοπάθεια συστήνεται να εξετάζονται πριν από εκλεκτικό χειρουργείο με υπερηχοκαρδιογράφημα, όπως και οι ασθενείς που παρουσιάζουν συμπτώματα που θα μπορούσαν να αποδοθούν σε βαλβιδική νόσο και εμφανίζουν καρδιακό φύσημα κατά την κλινική προεγχειρητική εξέταση. Η υπερηχοκαρδιογραφική διάγνωση, η σταδιοποίηση ανάλογα με την βαρύτητα και η ανάλογη θεραπευτική αντιμετώπιση φαίνεται ότι βελτιώνουν την έκβαση. [19,20]

Η πλήρης υπερηχοκαρδιογραφική εκτίμηση των βαλβιδοπαθειών είναι ένας απαιτητικός τομέας της υπερηχοκαρδιογραφίας που απαιτεί εκτενή εκπαίδευση και ξεφεύγει από τα πλαίσια της περιεγχειρητικής στοχευμένης υπερηχοκαρδιογραφικής μελέτης που πραγματοποιείται από αναισθησιολόγους. Παρόλα αυτά, λόγω του ότι η διάγνωση μιας σοβαρής βαλβιδοπάθειας μπορεί να αλλάξει σημαντικά την αναισθησιολογική διαχείριση, προτείνεται η ποιοτική εκτίμηση της μορφολογίας των βαλβίδων. Για παράδειγμα, η αναγνώριση μιας αορτικής βαλβίδας με σοβαρή ασβεστοποίηση των γλωχίνων της που προκαλεί περιορισμό στο άνοιγμα της. (Εικόνα 15) [2-5]



**Εικόνα 15:** Παραστερνική προβολή μακρού άξονα, AV αορτική βαλβίδα, LA αριστερός κόλπος, LV αριστερή κοιλία, RV δεξιά κοιλία, κόκκινο βέλος στενωμένη αορτική βαλβίδα [4]

## 1.10 Βιβλιογραφία:

1. Oka Y. The evolution of intraoperative transesophageal echocardiography. *MT Sinai J Med.* 2002;69(1–2):18–20
2. Lancellotti P, Price S, Edvardsen T et al. The use of echocardiography in acute cardiovascular care: recommendations of the European Association of Cardiovascular Imaging and the Acute Cardiovascular Care Association. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care.* 2015 Feb;4(1):3-5
3. Lancellotti P, Habib G, Zamorano J et al. The EACVI Textbook of Echocardiography (European Society of Cardiology, Oxford University Press) 2017, p.531-540, 575-591
4. Davy C. H. Cheng et al. Evidence-Based Practice in Perioperative Cardiac Anesthesia and Surgery (Springer Nature Switzerland AG) 2021, p.399-418
5. Levitov A, Frankel HL, Blaivas M et al. Guidelines for the Appropriate Use of Bedside General and Cardiac Ultrasonography in the Evaluation of Critically Ill Patients-Part II: Cardiac Ultrasonography. *Crit Care Med.* 2016 Jun;44(6):1206-27.
6. Perera P, Mailhot T, Riley D et al. The RUSH Exam: Rapid Ultrasound in SHock in the Evaluation of the Critically Ill, *Emergency Medicine Clinics of North America*, 2010 Feb;28(1): 29-56
7. Canty DJ, Royse CF. Audit of anaesthetist-performed echocardiography on perioperative management decisions for non-cardiac surgery. *Br J Anaesth.* 2009 Sep;103(3):352-8.
8. Ramsingh D, Fox JC, Wilson WC. Perioperative Point-of-Care Ultrasonography: An Emerging Technology to Be Embraced by Anesthesiologists. *Anesth Analg.* 2015 May;120(5):990-992.
9. Cowie B. Focused cardiovascular ultrasound performed by anesthesiologists in the perioperative period: feasible and alters patient management. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2009 Aug;23(4):450-6.
10. Via G, Hussain A, Wells M et al. International Liaison Committee on Focused Cardiac UltraSound (ILC-FoCUS); International Conference on Focused Cardiac UltraSound (IC-FoCUS). International evidence-based recommendations for focused cardiac ultrasound. *J Am Soc Echocardiogr.* 2014 Jul;27(7):683.e1-683.e33.
11. Sahoo RK, Dash SK, Raut PS et al. Perioperative anesthetic management of patients with hypertrophic cardiomyopathy for noncardiac surgery: a case series. *Ann Card Anaesth.* 2010 Sep-Dec;13(3):253-6.

12. Jasudavicius A, Arellano R, Martin J, et al. A systematic review of transthoracic and transesophageal echocardiography in non-cardiac surgery: implications for point-of-care ultrasound education in the operating room. *Can J Anaesth*. 2016 Apr;63(4):480-7
13. Nagre AS. Focus-assessed transthoracic echocardiography: Implications in perioperative and intensive care. *Ann Card Anaesth*. 2019 Jul-Sep;22(3):302-308
14. Díaz-Gómez JL, Perez-Protto S, Hargrave J et al. Impact of a focused transthoracic echocardiography training course for rescue applications among anesthesiology and critical care medicine practitioners: a prospective study. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2015;29(3):576-81
15. Yingchoncharoen T, Agarwal S, Popović ZB et al. Normal ranges of left ventricular strain: A meta-analysis. *J Am Soc Echocardiogr* 2013;26:185–9
16. Mitchell C, Rahko PS, Blauwet LA et al. Guidelines for Performing a Comprehensive Transthoracic Echocardiographic Examination in Adults: Recommendations from the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2019 Jan;32(1):1-64
17. Cavallaro F, Sandroni C, Antonelli M. Functional hemodynamic monitoring and dynamic indices of fluid responsiveness. *Minerva Anesthesiol*. 2008 Apr;74(4):123-35
18. Miller A, Mandeville J. Predicting and measuring fluid responsiveness with echocardiography. *Echo Res Pract*. 2016 Jun;3(2):G1-G12
19. Kristensen SD, Knuuti J, Saraste A et al. 2014 ESC/ESA Guidelines on non-cardiac surgery: cardiovascular assessment and management: The Joint Task Force on non-cardiac surgery: cardiovascular assessment and management of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Society of Anaesthesiology (ESA). *Eur Heart J*. 2014 Sep 14;35(35):2383-431
20. Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F et al; ESC/EACTS Scientific Document Group. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J*. 2022 Feb 12;43(7):561-632

## **B. ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΤΩ ΚΟΙΛΗΣ ΦΛΕΒΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΝΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ**

### **2.1 Εισαγωγή**

Η κάτω κοίλη φλέβα είναι ένα μεγάλο αγγείο με λεπτά τοιχώματα που εμφανίζει υψηλή ενδοτικότητα. Αποχετεύει τα κάτω άκρα, μεγάλο μέρος του κορμού και μέσω του συστήματος της πυλαίας φλέβας και των ηπατικών φλεβών τα κοιλιακά σπλάχνα. Επομένως, μεταφέρει το 80% της φλεβικής επιστροφής. Διατρέχει την κοιλιά, διαπερνά το διάφραγμα και καταλήγει στο έδαφος του δεξιού κόλπου. Η κάτω κοίλη φλέβα στερείται βαλβίδων πέρα από την ινομυώδη ευσταχιακή βαλβίδα που βρίσκεται στην συμβολή της με τον δεξιό κόλπο, έχει μικρή λειτουργική σημασία και αποτελεί εμβρυολογικό κατάλοιπο. Το μέγεθος και ο βαθμός σύμπτωσης της κάτω κοίλης φλέβας κατά την διάρκεια της εισπνοής διαμορφώνονται από την αλληλεπίδραση της ενδοθωρακικής και της ενδοκοιλιακής πίεσης, από την ενδοτικότητα του ίδιου του αγγείου αλλά και από την φλεβική επιστροφή. [1-3]

Η υπερηχογραφική απεικόνιση της κάτω κοίλης φλέβας είναι μη επεμβατική και δεν απαιτεί μεγάλη καμπύλη εκμάθησης. Έχει μελετηθεί ευρέως σαν διαγνωστικό εργαλείο για την εκτίμηση του ενδαγγειακού όγκου και για την καθοδήγηση της χορήγησης υγρών σε ένα μεγάλο εύρος της κλινικής πράξης. Η εκτίμηση του ενδαγγειακού όγκου είναι ένα πολύ σύνθετο κλινικό ερώτημα και φαίνεται ότι έχει ισχυρό αντίκτυπο στην έκβαση των ασθενών. Πιο συγκεκριμένα, τόσο η υπερβολική όσο και η ελαττωμένη χορήγηση υγρών μπορεί να οδηγήσουν σε εμφάνιση επιπλοκών και αυξημένη νοσηρότητα και θνητότητα. Για αυτούς τους λόγους, έχει προκύψει η ανάγκη εύρεσης μετρήσεων που να μπορούν να υποδεικνύουν αξιόπιστα την κατάσταση του ενδαγγειακού όγκου σαν έμμεσοι δείκτες του προφορτίου (στατικοί δείκτες), αλλά και να προβλέπουν την ανταποκρισιμότητα στην χορήγηση υγρών (δυναμικοί δείκτες). Σε αυτό το πλαίσιο έχουν μελετηθεί πολλές υπερηχογραφικές μετρήσεις της κάτω κοίλης φλέβας και ο ρόλος τους σαν στατικοί και σαν δυναμικοί δείκτες. [4-8]



## 2.2 Υπερηχογραφικές μετρήσεις

Οι υπερηχογραφικές μετρήσεις της κάτω κοίλης φλέβας έχουν μελετηθεί ευρέως και αυτό που χαρακτηρίζει την υπάρχουσα βιβλιογραφία είναι η πολύ μεγάλη ετερογένεια ως προς τον πληθυσμό που μελετούν, σε ποιο κλινικό περιβάλλον και με ποιο κλινικό ερώτημα. Μεγάλη ετερογένεια υπάρχει και ως προς τις τεχνικές, τις υπερηχογραφικές τομές που χρησιμοποιούνται και το σημείο στο οποίο λαμβάνονται οι μετρήσεις. Οι περισσότερες μελέτες αναφέρουν σαν σημείο δειγματοληψίας των μετρήσεων της κάτω κοίλης φλέβας ένα εύρος 0.5 με 3 εκατοστά από το σημείο συμβολής της με τον δεξιό κόλπο, κοντά στην έκφυση των ηπατικών φλεβών. Σύμφωνα με τις πιο πρόσφατες οδηγίες της Αμερικανικής Εταιρείας Υπερηχοκαρδιογραφίας, το 2018, συστήνεται η κάτω κοίλη φλέβα να απεικονίζεται με τον ασθενή σε ύπτια θέση, στην υποξίφοειδική προβολή στον μακρύ της άξονα και οι μετρήσεις να λαμβάνονται κάθετα στον επιμήκη άξονα 1 με 2 εκατοστά από την συμβολή της με τον δεξιό κόλπο. (Εικόνα 1) Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η τεχνική M-mode, όπου επίσης ο κέρσορας τοποθετείται στα 1 με 2 εκατοστά από την συμβολή της κάτω κοίλης φλέβας με τον δεξιό κόλπο, ενώ τονίζεται ότι απαιτείται προσοχή έτσι ώστε ο κέρσορας να τοποθετείται κάθετα με το αγγείο γιατί σε αντίθετη περίπτωση ενδέχεται ο κίνδυνος υπερεκτίμησης τη διαμέτρου του. [9-11] Όπως έχει αναδείξει η μελέτη των Wallace και συνεργατών, η διάμετρος της κάτω κοίλης φλέβας κατά την εισπνοή, λόγω του σχήματος της (προσομοιάζεται με έλλειψη), ενδέχεται να παρουσιάζει μια διακύμανση ανάλογα με το σημείο στο οποίο λαμβάνεται η μέτρηση και κατ'επέκταση να επηρεάζεται ο δείκτης συμπιεσιμότητας της. [12]

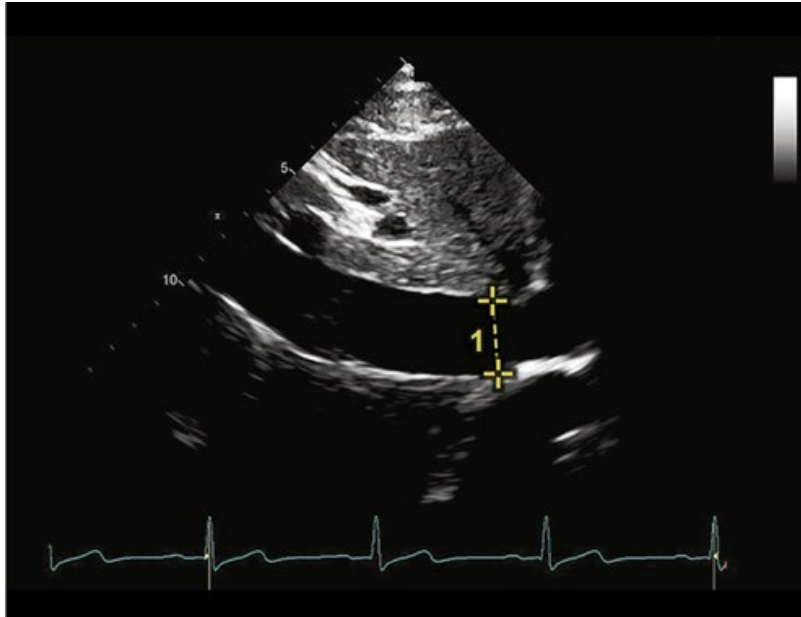
Η διάμετρος της κάτω κοίλης φλέβας μεταβάλλεται κατά την διάρκεια του αναπνευστικού κύκλου. Στην φυσιολογική αυτόματη αναπνοή, κατά την εισπνοή η ενδοθωρακική πίεση είναι αρνητική ενώ αντίθετα η ενδοκοιλιακή πίεση αυξάνεται. Αυτή η κλίση πίεσης που δημιουργείται μεταξύ ενδοθωρακικής και ενδοκοιλιακής πίεσης στην διάρκεια της εισπνοής, έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση της πίεσης του δεξιού κόλπου, την αύξηση της φλεβικής επιστροφής και την μείωση της διαμέτρου της κάτω κοίλης φλέβας. Τα παραπάνω αναστρέφονται στον μηχανικό αερισμό, όπου η ενδοθωρακική

πίεση είναι θετική, η πίεση στο δεξιό κόλπο είναι αυξημένη, η φλεβική επιστροφή μειώνεται και η διάμετρος της κάτω κοίλης φλέβας αυξάνεται. [2,3] Στην αυτόματη αναπνοή, οι μετρήσεις της μέγιστης διαμέτρου της κάτω κοίλης φλέβας συστήνεται να πραγματοποιούνται στην εκπνοή. Επίσης, συστήνεται να απεικονίζεται στη διάρκεια ενός αναπνευστικού κύκλου και βάσει της μετρούμενης διαμέτρου στην εισπνοή και την εκπνοή να υπολογίζεται ο δείκτης συμπίεσιμότητας ως ποσοστιαία μεταβολή:

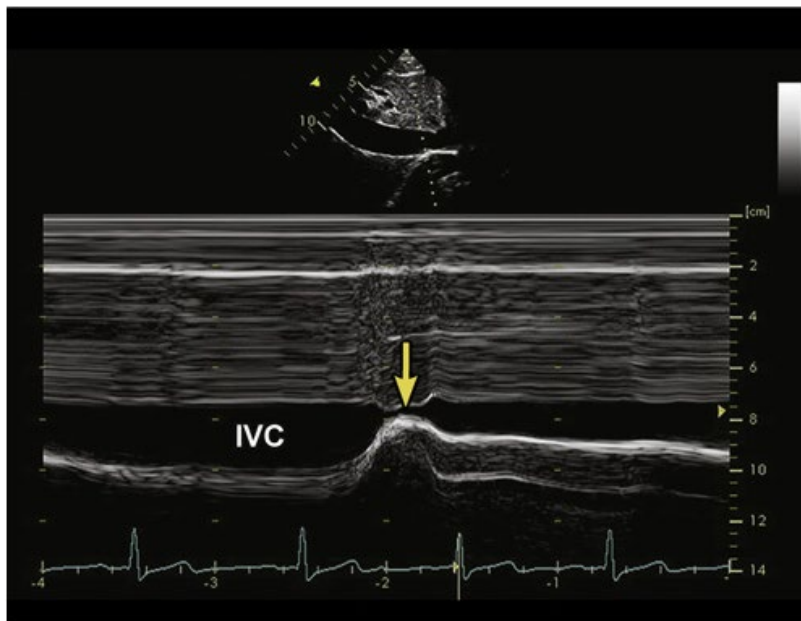
$$\frac{(\text{Μέγιστη διάμετρος κάτω κοίλης φλέβας} - \text{Ελάχιστη διάμετρος κάτω κοίλης φλέβας})}{\text{Μέγιστη διάμετρος κάτω κοίλης φλέβας}} \times 100\%.$$

Στην περίπτωση που η διάμετρος της κάτω κοίλης φλέβας σε μια ήρεμη εισπνοή δεν αλλάζει σημαντικά, προτείνεται να πραγματοποιείται η δοκιμασία βίαιης εισπνοής (sniff). (Εικόνα 2) [9-12]

Όπως φαίνεται από τα παραπάνω, η διάμετρος και η αναπνευστική διακύμανση της διαμέτρου της κάτω κοίλης φλέβας διαμορφώνονται από την αλληλεπίδραση ενδοθωρακικών και ενδοκοιλιακών πιέσεων και φλεβικής επιστροφής. Η φλεβική επιστροφή με τη σειρά της διαμορφώνεται από την καρδιακή παροχή και κατ'επέκταση εξαρτάται από το προφόρτιο, την καρδιακή συσταλτικότητα, τον καρδιακό ρυθμό και τις περιφερικές αγγειακές αντιστάσεις. Για παράδειγμα, η υπογκαιμία σε ένα ασθενή με φυσιολογική καρδιακή συσταλτικότητα μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της διαμέτρου της κάτω κοίλης φλέβας και αύξηση της αναπνευστικής της διακύμανσης λόγω μείωσης της φλεβικής επιστροφής. Αντίθετα, η υπογκαιμία σε ασθενή με επηρεασμένη καρδιακή συσταλτικότητα ή διαστολική δυσλειτουργία, λόγω των αυξημένων πιέσεων στο δεξιό κόλπο μπορεί να μην οδηγήσει σε ελάττωση της φλεβικής επιστροφής και των διαστάσεων της κάτω κοίλης φλέβας. Επομένως, οι μετρήσεις της κάτω κοίλης φλέβας πρέπει να ερμηνεύονται με προσοχή λαμβάνοντας υπόψη όλους τους περιορισμούς και τους συγχυτικούς παράγοντες της ίδιας της μέτρησης, αλλά και την συνολική αιμοδυναμική εικόνα του ασθενούς στο αντίστοιχο κλινικό πλαίσιο. [1-3, 8,10]



**Εικόνα 1:** Υποξιφοειδική προβολή, κάτω κοίλη φλέβα στον μακρύ της άξονα, 1: σημείο μέτρησης 1-2 cm από την συμβολή της με τον δεξιό κόλπο [9]



**Εικόνα 2:** Υποξιφοειδική προβολή κάτω κοίλη φλέβα στον μακρύ της άξονα, 2D στο επάνω μέρος και M-mode στο κάτω μέρος, IVC κάτω κοίλη φλέβα, κίτρινο βέλος: η μείωση της διαμέτρου του αγγείου κατά την δοκιμασία της βίαιης εισπνοής (sniff) [9]

### **2.3 Η χρήση των μετρήσεων της κάτω κοίλης φλέβας για τον υπολογισμό της πίεσης του δεξιού κόλπου**

Οι υπερηχογραφικές μετρήσεις της κάτω κοίλης φλέβας έχουν μελετηθεί ευρέως ως μη επεμβατικός τρόπος υπολογισμού της κεντρικής φλεβικής πίεσης. Όσο αυξάνεται η κεντρική φλεβική πίεση, αυτή μεταδίδεται στην κάτω κοίλη φλέβα, ένα αγγείο με μεγάλη ενδοτικότητα, με αποτέλεσμα την αύξηση του μεγέθους της και την ελάττωση της αναπνευστικής της διακύμανσης. Από το 2010, οι κατευθυντήριες οδηγίες της Αμερικανικής και Ευρωπαϊκής εταιρείας υπερηχοκαρδιογραφικής απεικόνισης, συστήνουν την χρήση των μετρήσεων της κάτω κοίλης φλέβας για τον υπολογισμό της κεντρικής φλεβικής πίεσης. [9,11,13]

Συγκεκριμένα, συστήνεται ότι όταν η μέγιστη διάμετρος της κάτω κοίλης φλέβας είναι κάτω από 2.1 εκατοστά και η αναπνευστική της διακύμανση πάνω από 50%, η κεντρική φλεβική πίεση θεωρείται φυσιολογική, στο εύρος 0 με 5 mmHg. Αντίθετα, όταν η μέγιστη διάμετρος της είναι πάνω από 2.1 εκατοστά και η αναπνευστική της διακύμανση κάτω από 50%, η κεντρική φλεβική πίεση θεωρείται αυξημένη, στο εύρος των 10 με 20 mmHg. Στις ενδιάμεσες μετρήσεις, η κεντρική φλεβική πίεση εκτιμάται ότι βρίσκεται σε ένα εύρος των 5 με 10 mmHg, λαμβάνοντας υπόψη ότι η προβλεπτική αξία των ενδιάμεσων μετρήσεων είναι μειωμένη. Για αυτόν τον λόγο, προτείνεται να λαμβάνονται υπόψη συμπληρωματικοί δείκτες αυξημένης πίεσης του δεξιού κόλπου, όπως οι δείκτες υψηλών πιέσεων πλήρωσης των δεξιών κοιλοτήτων (για παράδειγμα η αναστροφή της ροής στις ηπατικές φλέβες). Εάν δεν συνυπάρχουν τέτοιες ενδείξεις, η πίεση του δεξιού κόλπου θεωρείται φυσιολογική (περίπου 3 mmHg), ενώ εάν συνυπάρχουν θεωρείται αυξημένη (περίπου 15 mmHg). Εάν ακόμα και αυτές οι μετρήσεις δεν είναι διαγνωστικές, προτείνεται η πίεση του δεξιού κόλπου να θεωρείται ενδιάμεση (περίπου 8mmHg). Για τους ασθενείς που αδυνατούν να πραγματοποιήσουν την δοκιμασία της βίαιης εισπνοής (sniff) και στην ήρεμη εισπνοή η διακύμανση της κάτω κοίλης φλέβας είναι κάτω από 20%, η πίεση του δεξιού κόλπου προτείνεται να θεωρείται αυξημένη. Επίσης, επισημαίνεται ότι η κάτω κοίλη φλέβα βρίσκεται συχνά διατεταμένη σε νέους, υγιείς αθλητές χωρίς η πίεση του δεξιού κόλπου να είναι αντίστοιχα αυξημένη. Ενώ, τονίζεται ότι σε

ασθενείς υπό μηχανικό αερισμό, οι υπερηχογραφικές μετρήσεις της κάτω κοίλης φλέβας δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση των πιέσεων του δεξιού κόλπου, καθώς συχνά η κάτω κοίλη φλέβα εμφανίζεται διατεταμένη και με μειωμένη αναπνευστική διακύμανση σαν αποτέλεσμα των θετικών ενδοθωρακικών πιέσεων και όχι σαν αποτέλεσμα αυξημένης κεντρικής φλεβικής πίεσης. [9,11,13]

## **2.4 Οι μετρήσεις της κάτω κοίλης φλέβας σαν δείκτης εκτίμησης του ενδαγγειακού όγκου**

Μία από τις συχνότερες αιτίες εισαγωγής στο τμήμα επειγόντων περιστατικών είναι η δύσπνοια. Πολύ συχνά η απόδοση της δύσπνοιας σε καρδιολογικά ή αναπνευστικά αίτια είναι δύσκολη. Η εκτίμηση του ενδαγγειακού όγκου σε ασθενείς με καρδιακή ανεπάρκεια είναι ιδιαίτερα κρίσιμη καθώς η συχνότερη αιτία απορρύθμισης της καρδιακής ανεπάρκειας θεωρείται η υπερφόρτωση όγκου που συχνά εκδηλώνεται σαν πνευμονικό οίδημα. Πιο συγκεκριμένα, τόσο στην καρδιακή ανεπάρκεια με μειωμένο κλάσμα εξώθησης όσο και σε αυτήν με διατηρημένο κλάσμα εξώθησης (διαστολική δυσλειτουργία), λόγω των αυξημένων πιέσεων πλήρωσης, η ταχεία ή σημαντική αύξηση του προφορτίου θα οδηγήσει σε αύξηση της πίεσης στα πνευμονικά τριχοειδή και πνευμονικό οίδημα.

Οι υπερηχογραφικές μετρήσεις της κάτω κοίλης φλέβας έχουν χρησιμοποιηθεί για την διαφορική διάγνωση της δύσπνοιας αλλά και για την εκτίμηση του ενδαγγειακού όγκου σε ασθενείς με οξεία απορρύθμιση καρδιακής ανεπάρκειας. Έχουν πραγματοποιηθεί μελέτες στο τμήμα επειγόντων περιστατικών, σε ενδονοσοκομειακό και προνοσοκομειακό επίπεδο αλλά και σε μονάδες αιμοκάθαρσης. Τα ερωτήματα που έχουν τεθεί έχουν μεγάλο εύρος και αφορούν την διαφορική διάγνωση της δύσπνοιας, την συσχέτιση των μετρήσεων με την νοσηρότητα και την θνητότητα των ασθενών με καρδιακή ανεπάρκεια και την ανταπόκριση τους στην θεραπεία με διουρητικά. Το κλινικό πλαίσιο που φαίνεται να προσομοιάζει περισσότερο στην περιεγχειρητική περίοδο είναι το τμήμα επειγόντων περιστατικών. Όπως έχουν αναδείξει οι μελέτες των Yamanoglu et al., Blehar et al., και Miller

et al., ο δείκτης συμπίεσιμότητας της κάτω κοίλης φλέβας έχει καλή διαγνωστική ακρίβεια για την διαφορική διάγνωση της δύσπνοιας στο τμήμα επειγόντων περιστατικών. Δηλαδή, ασθενείς που προσέρχονται στο νοσοκομείο με δύσπνοια και έχουν μειωμένη αναπνευστική διακύμανση της κάτω κοίλης φλέβας, έχουν μεγάλη πιθανότητα η δύσπνοιά τους να οφείλεται σε οξεία απορρύθμιση καρδιακής ανεπάρκειας. Το εύρος των τιμών της αναπνευστικής διακύμανσης που χρησιμοποιούνται από τις παραπάνω μελέτες, είναι μεγάλο (15-50%) πιθανά λόγω του μικρού δείγματος τους. [14-16]

Πολλές μελέτες, έχουν χρησιμοποιήσει τις υπερηχογραφικές μετρήσεις της κάτω κοίλης φλέβας σαν τμήμα ενός στοχευμένου παρακλίνιου υπερηχογραφικού πρωτοκόλλου (Point of Care Ultrasound Protocols – POCUS) για την διαφορική διάγνωση της δύσπνοιας στο τμήμα επειγόντων περιστατικών. Η ειδικότητα αυτών των υπερηχογραφικών πρωτοκόλλων φαίνεται να υπερβαίνει την ειδικότητα των μεμονωμένων μετρήσεων της κάτω κοίλης φλέβας. Η ετερογένεια των τιμών για την αναπνευστική διακύμανση που έχουν χρησιμοποιηθεί και σε αυτές τις μελέτες είναι μεγάλη (20-50%), ενώ φαίνεται ότι όταν χρησιμοποιούνται πολύ χαμηλές τιμές (<20%), η ευαισθησία της μεθόδου μειώνεται σημαντικά. [17-23]

Οι υπερηχογραφικές μετρήσεις της κάτω κοίλης φλέβας έχουν μελετηθεί και σαν διαγνωστικό εργαλείο για την αφυδάτωση και την υπογκαιμία. Σύμφωνα με τις μελέτες των Orso et al και Riccardi et al, οι μετρήσεις της κάτω κοίλης φλέβας παρουσιάζουν καλή διαγνωστική ακρίβεια για την διάγνωση της αφυδάτωσης στο τμήμα επειγόντων περιστατικών, χρησιμοποιώντας σαν μέτρηση αναφοράς τον λόγο ουρία ορού προς κρεατινίνη ορού. Αντίστοιχα, σε ασθενείς με τραύμα οι μικρές τιμές μέγιστης διαμέτρου της κάτω κοίλης φλέβας φαίνεται να σχετίζονται με υπογκαιμία. Ενώ ασθενείς με απώλειες από τον γαστρεντερικό σωλήνα (έμετοι, διάρροιες, μέλαινες κενώσεις) και σημεία υπογκαιμικού σοκ φαίνεται να έχουν σημαντικά μικρότερες τιμές διαμέτρου κοίλης φλέβας και μεγαλύτερη αναπνευστική διακύμανση σε σχέση με υγιείς μάρτυρες. Ενώ, η κλινική ανταπόκριση στην αναζωογόνηση με υγρά σχετίζεται με αύξηση της διαμέτρου της κάτω κοίλης. [24-29]

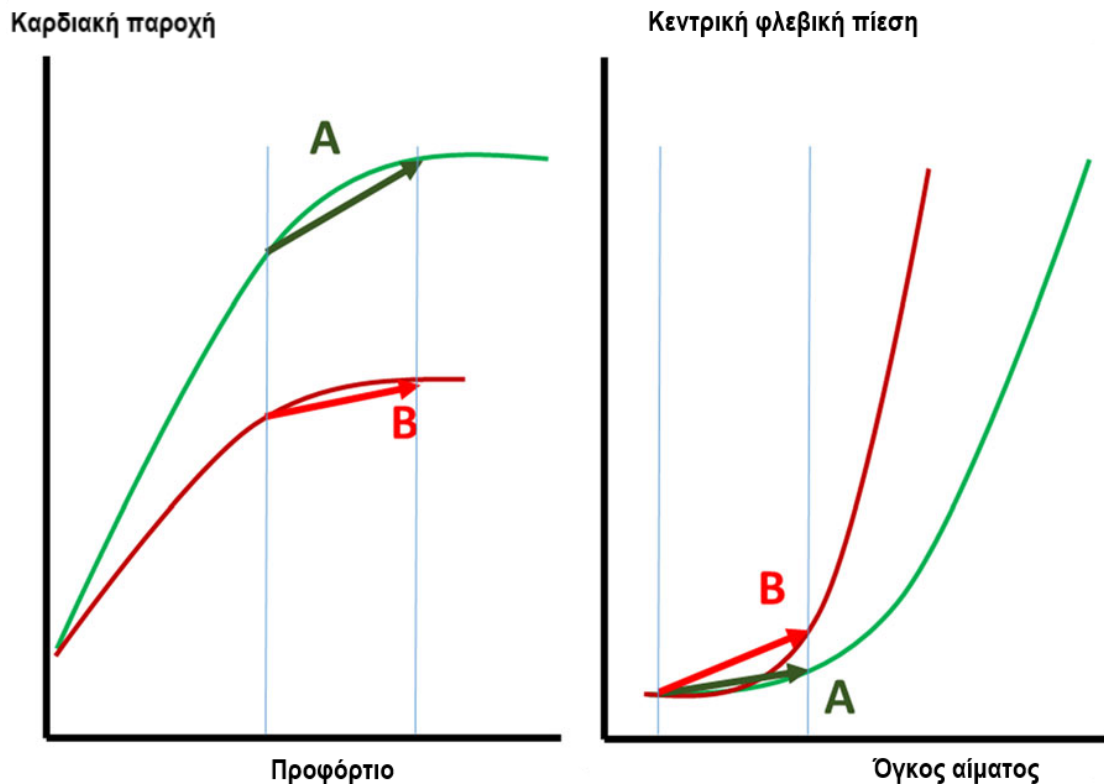
Επίσης, οι υπερηχογραφικές μετρήσεις της κάτω κοίλης φλέβας σαν τμήμα ενός στοχευμένου παρακλίνιου υπερηχογραφικού πρωτοκόλλου (Point of Care Ultrasound Protocols – POCUS) έχουν χρησιμοποιηθεί για την διαφορική διάγνωση της κυκλοφορικής καταπληξίας (σοκ) στο τμήμα επειγόντων περιστατικών. Όπως φαίνεται, τα υπερηχογραφικά πρωτόκολλα βοηθούν σημαντικά στην διάγνωση του υπογκαιμικού σοκ, όπου η κάτω κοίλη εμφανίζεται με μειωμένη διάμετρο και αυξημένη αναπνευστική διακύμανση, χωρίς ωστόσο να υπάρχει καταληκτικό σημείο ως προς μια συγκεκριμένη τιμή διαμέτρου της κάτω κοίλης, που να θεωρείται διαγνωστική για την υπογκαιμία. [30-35] Μια πολύ πρόσφατη τυχαιοποιημένη μελέτη που έχει διεξαχθεί πάνω στο θέμα είναι η SHoC-IVC, στην οποία οι συγγραφείς μελέτησαν την προβλεπτική αξία των μετρήσεων της κάτω κοίλης φλέβας στην διάγνωση της υπερογκαιμίας σε υποτασικούς ασθενείς στο τμήμα επειγόντων περιστατικών με πολύ ενθαρρυντικά αποτελέσματα. Η διατεταμένη κάτω κοίλη φλέβα (διάμετρος > 2.5 cm) με μειωμένη αναπνευστική διακύμανση (δείκτης συμπίεσιμότητας < 50%) μπορεί να προβλέψει την υπερογκαιμία στην συγκεκριμένη ομάδα ασθενών, με ευαισθησία 85.7% και ειδικότητα 86.4%. [61]

## **2.5 Οι μετρήσεις της κάτω κοίλης φλέβας σαν δείκτης ανταποκρισιμότητας στην χορήγηση υγρών**

Η ανταποκρισιμότητα στην χορήγηση υγρών ορίζεται σαν η απάντηση ενός ασθενούς στην χορήγηση υγρών με αύξηση στον όγκο παλμού πάνω από 10% με 15%. Η απάντηση στην χορήγηση υγρών καθορίζεται από την καμπύλη της καρδιακής παροχής των Frank-Starling. Η καμπύλη αυτή εκφράζει την ιδιότητα της μυοκαρδιακής ίνας να διατείνεται σαν απάντηση στη αύξηση του προφορτίου (ανιόν τμήμα της καμπύλης). Η ιδιότητα αυτή της μυοκαρδιακής ίνας εξαντλείται, με αποτέλεσμα η περαιτέρω αύξηση του προφορτίου να μην οδηγεί σε αύξηση του όγκου παλμού και κατ επέκταση της καρδιακής παροχής (επιπεδωμένο τμήμα της καμπύλης). (Εικόνα 3) [2,3,36]

Οι δοκιμασίες και οι μετρήσεις που έχουν χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση της ανταποκρισιμότητας στην χορήγηση υγρών βασίζονται στην αλληλεπίδραση καρδιάς πνευμόνων. Η αλληλεπίδραση αυτή εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το αν ο ασθενής έχει αυτόματη αναπνοή ή βρίσκεται υπό μηχανικό αερισμό. Κατά τον μηχανικό αερισμό, η θετική ενδοθωρακική πίεση και η επακόλουθη αύξηση της πίεσης του δεξιού κόλπου, έχουν σαν αποτέλεσμα την μείωση του προφορτίου και την αύξηση του μεταφορτίου της δεξιάς κοιλίας. Ενώ αντίστοιχα το μέγεθος της κάτω κοίλης φλέβας αυξάνεται και στην εισπνοή διατείνεται. Επομένως, στον μηχανικό αερισμό, η αναπνευστική διακύμανση της κάτω κοίλης φλέβας εκφράζεται ως βαθμός διατασιμότητας. Κατά την αυτόματη αναπνοή, στην εισπνοή η αρνητική ενδοθωρακική πίεση και η αύξηση της ενδοκοιλιακής πίεσης έχουν σαν αποτέλεσμα την σύμπτωση της κάτω κοίλης φλέβας. Εάν ο ασθενής βρίσκεται στο ανιόν τμήμα της καμπύλης της καρδιακής παροχής ενδέχεται ο βαθμός σύμπτωσης να αυξάνεται. [2,3,36]





**Εικόνα 3:** Αριστερά: καμπύλη συσχέτισης της καρδιακής παροχής με το προφόρτιο, Δεξιά: καμπύλη συσχέτισης της κεντρικής φλεβικής πίεσης με τον δραστικό κυκλοφορών όγκο αίματος. A: ανταποκρισιμότητα στην χορήγηση υγρών, B: μη ανταποκρισιμότητα στην χορήγηση υγρών. (A) Η χορήγηση υγρών θα οδηγήσει σε αύξηση στην καρδιακή παροχή και διατήρηση σχετικά σταθερής κεντρικής φλεβικής πίεσης, (B) Η χορήγηση ίδιου όγκου υγρών δεν θα αυξήσει την καρδιακή παροχή, ενώ θα οδηγήσει σε αναντίστοιχη αύξηση της κεντρικής φλεβικής πίεσης. [36]

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι οι δοκιμασίες εκτίμησης της ανταποκρισιμότητας στα υγρά είναι άμεσα σχετιζόμενες με τον τύπο της αναπνοής. Οι μελέτες που εξετάζουν τις υπερηχογραφικές μετρήσεις της κάτω κοίλης φλέβας σαν δείκτη ανταποκρισιμότητας στα υγρά σε ασθενείς με αυτόματη αναπνοή έχουν διεξαχθεί κυρίως σε μονάδες εντατικής θεραπείας. Οι μέθοδοι αναφοράς που χρησιμοποιούν για να συγκρίνουν την διαγνωστική ακρίβεια των μετρήσεων της κάτω κοίλης φλέβας αλλά και ο όγκος, ο τύπος των υγρών (κρυσταλλοειδή ή κολλοειδή) και ο χρόνος χορήγησής τους,

ποικίλλουν σημαντικά μεταξύ των μελετών. Ο ουδός πάνω από τον οποίο θεωρείται θετική η δοκιμασία, για τον δείκτη συμπίεσιμότητας, κυμαίνεται από 25 έως 40%. Μία από τις αδυναμίες αυτών των μελετών οφείλεται στο γεγονός ότι η μηχανική της αυτόματης αναπνοής δεν μπορεί να είναι ομοιογενής μεταξύ των ασθενών. Γι αυτόν τον λόγο, οι Preau et al, Bortolotti et al και Carlan et al, εισήγαγαν μια τυποποιημένη δοκιμασία εισπνοής. Δηλαδή, μετρούσαν την διάμετρο της κάτω κοίλης φλέβας ενώ παράλληλα ζητούσαν από τον ασθενή να πάρει μια βαθιά εισπνοή από -3 έως -10 mm H<sub>2</sub>O, όπως την μετρούσαν με την βοήθεια σπιρόμετρου. Με την μέθοδο αυτήν, η ειδικότητα του δείκτη συμπίεσιμότητας της κάτω κοίλης φλέβας βελτιώνεται σημαντικά, αλλά έχει το μειονέκτημα ότι σχεδόν το 1/3 των ασθενών δεν μπορούσε να πραγματοποιήσει την δοκιμασία εισπνοής. [37-45]

Στον μηχανικό αερισμό, μία από τις κύριες παραμέτρους που καθορίζουν τις ενδοθωρακικές πιέσεις και κατ επέκταση την αλληλεπίδραση καρδιάς πνευμόνων είναι ο αναπνεόμενος όγκος. Οι πρώτες ομάδες που μελέτησαν την αναπνευστική διακύμανση της κάτω κοίλης φλέβας, σαν δείκτη ανταποκρισιμότητας στην χορήγηση υγρών, ήταν των Barbier et al και Feissel et al. Οι αναπνεόμενοι όγκοι σε αυτές τις μελέτες ήταν μεταξύ 8 με 10 ml/kg και τα χορηγούμενα υγρά ήταν κολλοειδή με όγκο 7 με 8 ml/kg. Ο δείκτης διατασιμότητας πάνω από 18%, σύμφωνα με την πρώτη μελέτη, και πάνω από 12% σύμφωνα με την δεύτερη μελέτη προέβλεψαν την ανταποκρισιμότητα στα υγρά με εντυπωσιακή ευαισθησία και ειδικότητα. Μεταγενέστερες μελέτες που χρησιμοποιούσαν αντίστοιχους αναπνεόμενους όγκους και χορηγούσαν κρυσταλλοειδή υγρά, κατέληξαν σε παρόμοιο εύρος τιμών διατασιμότητας κάτω κοίλης φλέβας (10 με 20 %), αλλά με σημαντικά μικρότερη ευαισθησία και ειδικότητα για την διάγνωση της ανταποκρισιμότητας στα υγρά. [46-54]

Ένα πολύ σημαντικό μειονέκτημα των παραπάνω ευρημάτων είναι ότι οι μεγάλοι αναπνεόμενοι όγκοι στο εύρος των 8 με 10 ml/kg χρησιμοποιούνται σπάνια πλέον στην κλινική πράξη, εφόσον έχει φανεί ότι ο προστατευτικός αερισμός με μικρούς αναπνεόμενους όγκους έχει όφελος στην έκβαση των ασθενών. Παρόλα αυτά, οι μικροί αναπνεόμενοι όγκοι είναι πιθανό να μην έχουν το ίδιο σημαντικό αντίκτυπο στην αλληλεπίδραση καρδιάς πνευμόνων

και κατ επέκταση στην ανταποκρισιμότητα στα υγρά. Οι μελέτες που χρησιμοποίησαν μικρούς αναπνεόμενους όγκους κατέληξαν σε μεγαλύτερη τιμή του δείκτη διατασιμότητας κάτω κοίλης φλέβας (23 με 29%), πάνω από την οποία θεωρείται ότι ο ασθενής θα ανταποκριθεί στην χορήγηση υγρών. Αλλά, η διαγνωστική ακρίβεια της μεθόδου σε αυτήν την περίπτωση ήταν σημαντικά χαμηλότερη. [55-58]

Οι δύο μεγαλύτερες μελέτες που έχουν επιχειρήσει να προσδιορίσουν τον ουδό των μετρήσεων της κάτω κοίλης φλέβας πάνω από τον οποίο ένας ασθενής υπό μηχανικό αερισμό θα ανταποκριθεί στην χορήγηση υγρών, είναι αυτές των Vignon et al και των Vieillard-Baron et al. Η πρώτη μελέτησε τον δείκτη διατασιμότητας της κάτω κοίλης φλέβας και η δεύτερη την μικρότερη διάμετρο ενώ και οι δύο δεν προσδιόρισαν τον αναπνεόμενο όγκο. Η μελέτη των Vignon et al κατέληξε στο ότι η διατασιμότητα της κάτω κοίλης φλέβας πάνω από 18% προβλέπει με καλή ευαισθησία και ειδικότητα την ανταποκρισιμότητα στα υγρά, ενώ αντίστοιχα ο δείκτης κάτω από 3% προβλέπει αξιόπιστα την μη ανταπόκριση. Η μελέτη των Vieillard-Baron et al κατέληξε στο ότι η μικρότερη διάμετρος της κάτω κοίλης φλέβας στην εκπνοή κάτω από 13mm προβλέπει με καλή ευαισθησία και ειδικότητα την ανταποκρισιμότητα στα υγρά, ενώ αντίστοιχα η διάμετρος πάνω από 25mm προβλέπει αξιόπιστα την μη ανταπόκριση. Το σημαντικότερο μειονέκτημα και των δύο αυτών μελετών είναι ότι πάνω από το 50% των ασθενών που μελετήθηκαν παρουσίαζαν μετρήσεις κάτω κοίλης φλέβας που ήταν στην γκριζα ζώνη, δηλαδή δεν θεωρούνται διαγνωστικές για την πρόβλεψη της ανταπόκρισης στην χορήγηση υγρών. [59,60]

Συμπερασματικά, η κλινική αξία των μετρήσεων της κάτω κοίλης φλέβας για την πρόβλεψη της ανταπόκρισης στην χορήγηση υγρών τόσο σε ασθενείς με αυτόματη αναπνοή όσο και στους ασθενείς υπό μηχανικό αερισμό αμφισβητείται. Τα υπάρχοντα δεδομένα για την αυτόματη αναπνοή είναι ανομοιογενή, δηλαδή δεν υπάρχει ομοφωνία σε μία τιμή διατασιμότητας κάτω κοίλης φλέβας η οποία θα προβλέπει αξιόπιστα την ανταποκρισιμότητα στα υγρά. Για τον μηχανικό αερισμό, φαίνεται ότι οι ασθενείς με μικρή κάτω κοίλη φλέβα και μεγάλη αναπνευστική διακύμανση είναι πολύ πιθανό να ανταποκριθούν στην χορήγηση υγρών, ενώ ασθενείς που βρίσκονται στην

αντίθετη πλευρά του φάσματος των μετρήσεων, δεν θα ανταποκριθούν. Αλλά για τις ενδιάμεσες μετρήσεις, που πιθανά απαντώνται στην πλειοψηφία των ασθενών, οι μετρήσεις της κάτω κοίλης φλέβας δεν είναι διαγνωστικές.

## **2.6 Οι μετρήσεις της κάτω κοίλης φλέβας σαν δείκτης πρόβλεψης της υπότασης**

Η υπόταση που εμφανίζεται διεγχειρητικά έχει ενοχοποιηθεί για πολλές επιπλοκές μετεγχειρητικά όπως η μυοκαρδιακή ισχαιμία και η οξεία νεφρική ανεπάρκεια. Η εισαγωγή στην γενική αναισθησία και η εφαρμογή υπαραχνοειδούς αναισθησίας είναι δύο από τις πιο επικίνδυνες φάσεις για την εμφάνιση υπότασης. Κάποιες ομάδες ασθενών ενδέχεται να έχουν πιο αυξημένο κίνδυνο για εμφάνιση επιπλοκών σχετιζόμενων με την υπόταση, όπως είναι οι υπερήλικες, οι ασθενείς με συννοσηρότητες και οι ασθενείς που υποβάλλονται σε μείζονα επέμβαση. Για τους παραπάνω λόγους, τα τελευταία χρόνια έχει υπάρξει εκτεταμένη βιβλιογραφία για την χρήση αιμοδυναμικών δεικτών για την πρόβλεψη της επίπτωσης υποτασικών επεισοδίων στο χειρουργείο. Σε αυτά τα πλαίσια έχουν χρησιμοποιηθεί και υπερηχοκαρδιογραφικοί δείκτες, όπως οι υπερηχογραφικές μετρήσεις της κάτω κοίλης φλέβας. [62-66]

Οι μελέτες που έχουν διεξαχθεί μέχρι στιγμής πάνω στο θέμα είναι στην πλειοψηφία τους μελέτες παρατήρησης και χαρακτηρίζονται από μεγάλη ετερογένεια. Συγκεκριμένα, ετερογένεια χαρακτηρίζει την αναισθητική τεχνική (γενική ή υπαραχνοειδής αναισθησία), τις συννοσηρότητες των ασθενών που έχουν συμπεριληφθεί, την βαρύτητα της επέμβασης καθώς και τις μετρήσεις της κάτω κοίλης φλέβας. Οι ασθενείς που έχουν μελετηθεί κυμαίνονται από υπερήλικες που υποβάλλονται σε ορθοπεδικό χειρουργείο, επίτοκες που υποβάλλονται σε καισαρική τομή ή υγιείς ενήλικες που υποβάλλονται σε ελάσσονος βαρύτητα χειρουργική επέμβαση. Τα μέχρι στιγμής αποτελέσματα σχετικά με την αποτελεσματικότητα των υπερηχογραφικών μετρήσεων της κάτω κοίλης φλέβας είναι ενθαρρυντικά αλλά η μεγάλη ετερογένεια τους δεν καθιστά δυνατή την διενέργεια μετα-ανάλυσης. Επομένως, από τα υπάρχοντα δεδομένα, δεν μπορεί να υπάρξει κάποια

σύσταση για την χρήση των υπερηχογραφικών μετρήσεων της κάτω κοίλης φλέβας σαν δείκτη πρόβλεψης της διεγχειρητικής υπότασης με εφαρμογή στον γενικό πληθυσμό. [62-66]

## 2.7 Βιβλιογραφία:

1. Kira S, Dambara T, Mieno T et al. Disintegration of the 'waterfall phenomenon' in the inferior vena cava due to right heart failure. *Respirology*. 1996 Mar;1(1):5-9
2. Dagar G, Taneja A, Nanchal RS. Abdominal circulatory interactions. *Crit Care Clin*. 2016;32:265-277
3. Guyton AC. Determination of cardiac output by equating venous return curves with cardiac response curves. *Physiol Rev*. 1955;35:123-129
4. Miller A, Mandeville J. Predicting and measuring fluid responsiveness with echocardiography. *Echo Res Pract*. 2016;3:G1-G12
5. McGee S, Abernethy WB 3rd, Simel DL. Is this patient hypovolemic? *JAMA*. 1999;281:1022-1029
6. Marik PE, Baram M, Vahid B. Does central venous pressure predict fluid responsiveness? A systematic review of the literature and the tale of seven mares. *Chest*. 2008;134:172-178
7. Cavallaro F, Sandroni C, Antonelli M. Functional hemodynamic monitoring and dynamic indices of fluid responsiveness. *Minerva Anesthesiol*. 2008;74:123-135
8. Long E, Oakley E, Duke T et al. Does respiratory variation in inferior vena cava diameter predict fluid responsiveness: a systematic review and meta-analysis. *Shock*. 2017;47:550-559
9. Mitchell C, Rahko PS, Blauwet LA et al. Guidelines for Performing a Comprehensive Transthoracic Echocardiographic Examination in Adults: Recommendations from the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2019 Jan;32(1):1-64
10. Spiliotaki E, Saranteas T, Moschovaki N et al. Inferior vena cava ultrasonography in the assessment of intravascular volume status and fluid responsiveness in the emergency department and intensive care unit: A critical analysis review. *J Clin Ultrasound*. 2022 Jun;50(5):733-744
11. Rudski LG, Lai WW, Afilalo J et al. Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adults: a report from the American Society of

- Echocardiography endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2010 Jul;23(7):685-713
12. Wallace DJ, Allison M, Stone MB. Inferior vena cava percentage collapse during respiration is affected by the sampling location: an ultrasound study in healthy volunteers. *Acad Emerg Med*. 2010;17:96-99
  13. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2015 Mar;16(3):233-70
  14. Blehar DJ, Dickman E, Gaspari R. Identification of congestive heart failure via respiratory variation of inferior vena cava diameter. *Am J Emerg Med*. 2009;27:71-75
  15. Miller JB, Sen A, Strote SR, et al. Inferior vena cava assessment in the bedside diagnosis of acute heart failure. *Am J Emerg Med*. 2012;30:778-783
  16. Yamanoglu A, Çelebi Yamanoglu NG, Parlak I, et al. The role of inferior vena cava diameter in the differential diagnosis of dyspneic patients; best sonographic measurement method? *Am J Emerg Med*. 2015;33:396-401
  17. Dehbozorgi A, Eslami Nejad S, Mousavi-Roknabadi RS, et al. Lung and cardiac ultrasound (LuCUS) protocol in diagnosing acute heart failure in patients with acute dyspnea. *Am J Emerg Med*. 2019;37:2055-2060
  18. Anderson KL, Jenq KY, Fields JM, et al. Diagnosing heart failure among acutely dyspneic patients with cardiac, inferior vena cava, and lung ultrasonography. *Am J Emerg Med*. 2013;31:1208-1214
  19. Farahmand S, Abdolhoseini A, Aliniagerdroudbari E, et al. Point-of-care ultrasound modalities in terms of diagnosing acute decompensated heart failure in emergency department; a diagnostic accuracy study. *Intern Emerg Med*. 2020;15:491-499
  20. Guttikonda SNR, Vadapalli K. Approach to undifferentiated dyspnea in emergency department: aids in rapid clinical decision-making. *Int J Emerg Med*. 2018;11:21
  21. Kajimoto K, Madeen K, Nakayama T, et al. Rapid evaluation by lungcardiac-inferior vena cava (LCI) integrated ultrasound for differentiating heart failure from

- pulmonary disease as the cause of acute dyspnea in the emergency setting. *Cardiovasc Ultrasound*. 2012;10:49
22. Pirozzi C, Numis FG, Pagano A, et al. Immediate versus delayed integrated point-of-care-ultrasonography to manage acute dyspnea in the emergency department. *Crit Ultrasound J*. 2014;6:5
  23. Russell FM, Ehrman RR, Cosby K, et al. Diagnosing acute heart failure in patients with undifferentiated dyspnea: a lung and cardiac ultrasound (LuCUS) protocol. *Acad Emerg Med*. 2015;22:182-191
  24. Orso D, Guglielmo N, Federici N, et al. Accuracy of the caval index and the expiratory diameter of the inferior vena cava for the diagnosis of dehydration in elderly. *J Ultrasound*. 2016;19:203-209
  25. Riccardi A, Chiarbonello B, Minuto P, et al. Identification of the hydration state in emergency patients: correlation between caval index and BUN/creatinine ratio. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2013;17:1800-1803
  26. Yanagawa Y, Sakamoto T, Okada Y. Hypovolemic shock evaluated by sonographic measurement of the inferior vena cava during resuscitation in trauma patients. *J Trauma*. 2007;63:1245-1248
  27. Yanagawa Y, Nishi K, Sakamoto T, et al. Early diagnosis of hypovolemic shock by sonographic measurement of inferior vena cava in trauma patients. *J Trauma*. 2005;58:825-829
  28. Sefidbakht S, Assadsangabi R, Abbasi HR, et al. Sonographic measurement of the inferior vena cava as a predictor of shock in trauma patients. *Emerg Radiol*. 2007;14:181-185
  29. Zengin S, Al B, Genc S, et al. Role of inferior vena cava and right ventricular diameter in assessment of volume status: a comparative study: ultrasound and hypovolemia. *Am J Emerg Med*. 2013;31:763-767
  30. Bagheri-Hariri S, Yekesadat M, Farahmand S, et al. The impact of using RUSH protocol for diagnosing the type of unknown shock in the emergency department. *Emerg Radiol*. 2015;22:517-520
  31. Ghane MR, Gharib M, Ebrahimi A, et al. Accuracy of early rapid ultrasound in shock (RUSH) examination performed by emergency physician for diagnosis of shock etiology in critically ill patients. *J Emerg Trauma Shock*. 2015;8:5-10
  32. Jones AE, Tayal VS, Sullivan DM, et al. Randomized, controlled trial of immediate versus delayed goal-directed ultrasound to identify the

- cause of nontraumatic hypotension in emergency department patients. *Crit Care Med.* 2004;32:1703-1708
33. Sasmaz MI, Gungor F, Guven R, et al. Effect of focused bedside ultrasonography in hypotensive patients on the clinical decision of emergency physicians. *Emerg Med Int.* 2017;2017:6248687
  34. Shokoohi H, Boniface KS, Pourmand A, et al. Bedside ultrasound reduces diagnostic uncertainty and guides resuscitation in patients with undifferentiated hypotension. *Crit Care Med.* 2015;43:2562-2569
  35. Volpicelli G, Lamorte A, Tullio M, et al. Point-of-care multiorgan ultrasonography for the evaluation of undifferentiated hypotension in the emergency department. *Intensive Care Med.* 2013;39:1290-1298
  36. De Backer D, Vincent JL. Should we measure the central venous pressure to guide fluid management? Ten answers to 10 questions. *Crit Care.* 2018 Feb 23;22(1):43
  37. Airapetian N, Maizel J, Alyamani O, et al. Does inferior vena cava respiratory variability predict fluid responsiveness in spontaneously breathing patients? *Crit Care.* 2015;19:400
  38. Corl KA, George NR, Romanoff J, et al. Inferior vena cava collapsibility detects fluid responsiveness among spontaneously breathing critically-ill patients. *J Crit Care.* 2017;41:130-137
  39. Lanspa MJ, Grissom CK, Hirshberg EL, et al. Applying dynamic parameters to predict hemodynamic response to volume expansion in spontaneously breathing patients with septic shock. *Shock.* 2013;39:155-160
  40. McGregor D, Sharma S, Gupta S, et al. Emergency department noninvasive cardiac output study (EDNICO): an accuracy study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2020;28:8
  41. Muller L, Bobbia X, Toumi M, et al. Respiratory variations of inferior vena cava diameter to predict fluid responsiveness in spontaneously breathing patients with acute circulatory failure: need for a cautious use. *Crit Care.* 2012;16:R188
  42. Corl KA, Azab N, Nayeemuddin M, et al. Performance of a 25% inferior vena cava collapsibility in detecting fluid responsiveness when assessed by novice versus expert physician Sonologists. *J Intensive Care Med.* 2020;35:1520-1528



43. Preau S, Bortolotti P, Colling D, et al. Diagnostic accuracy of the inferior vena cava collapsibility to predict fluid responsiveness in spontaneously breathing patients with sepsis and acute circulatory failure. *Crit Care Med.* 2017;45:e290-e297
44. Bortolotti P, Colling D, Colas V, et al. Respiratory changes of the inferior vena cava diameter predict fluid responsiveness in spontaneously breathing patients with cardiac arrhythmias. *Ann Intensive Care.* 2018; 8:79
45. Caplan M, Durand A, Bortolotti P, et al. Measurement site of inferior vena cava diameter affects the accuracy with which fluid responsiveness can be predicted in spontaneously breathing patients: a post hoc analysis of two prospective cohorts. *Ann Intensive Care.* 2020;10:168
46. Barbier C, Loubières Y, Schmit C, et al. Respiratory changes in inferior vena cava diameter are helpful in predicting fluid responsiveness in ventilated septic patients. *Intensive Care Med.* 2004;30:1740-174
47. Feissel M, Michard F, Faller JP, et al. The respiratory variation in inferior vena cava diameter as a guide to fluid therapy. *Intensive Care Med.* 2004;30:1834-1837
48. de Oliveira OH, Freitas FG, Ladeira RT, et al. Comparison between respiratory changes in the inferior vena cava diameter and pulse pressure variation to predict fluid responsiveness in postoperative patients. *J Crit Care.* 2016;34:46-49
49. Lu N, Xi X, Jiang L, et al. Exploring the best predictors of fluid responsiveness in patients with septic shock. *Am J Emerg Med.* 2017;35: 1258-1261
50. Theerawit P, Morasert T, Sutherasan Y. Inferior vena cava diameter variation compared with pulse pressure variation as predictors of fluid responsiveness in patients with sepsis. *J Crit Care.* 2016;36:246-251
51. Machare-Delgado E, Decaro M, Marik PE. Inferior vena cava variation compared to pulse contour analysis as predictors of fluid responsiveness: a prospective cohort study. *J Intensive Care Med.* 2011;26: 116-124
52. Kaur KB, Nakra M, Mangal V, et al. Comparative evaluation of stroke volume variation and inferior vena cava distensibility index for prediction of fluid responsiveness in mechanically ventilated patients. *Ann Card Anaesth.* 2021;24:327-332

53. Charbonneau H, Riu B, Faron M, et al. Predicting preload responsiveness using simultaneous recordings of inferior and superior vena cavae diameters. *Crit Care*. 2014;18:473
54. Ma GG, Hao GW, Yang XM, et al. Internal jugular vein variability predicts fluid responsiveness in cardiac surgical patients with mechanical ventilation. *Ann Intensive Care*. 2018;8:6
55. Taccheri T, Gavelli F, Teboul JL, et al. Do changes in pulse pressure variation and inferior vena cava distensibility during passive leg raising and tidal volume challenge detect preload responsiveness in case of low tidal volume ventilation? *Crit Care*. 2021;25:110
56. Upadhyay V, Malviya D, Nath SS, et al. Comparison of superior vena cava and inferior vena cava diameter changes by echocardiography in predicting fluid responsiveness in mechanically ventilated patients. *Anesth Essays Res*. 2020;14:441-447
57. Nedel WL, Simas DM, Marin LG, et al. Respiratory variation in femoral vein diameter has moderate accuracy as a marker of fluid responsivity in mechanically ventilated septic shock patients. *Ultrasound Med Biol*. 2017;43:2713-2717
58. Pişkin Ö, Öz ii. Accuracy of pleth variability index compared with inferior vena cava diameter to predict fluid responsiveness in mechanically ventilated patients. *Medicine (Baltimore)*. 2017;96:e8889
59. Vignon P, Repessé X, Bégot E, et al. Comparison of echocardiographic indices used to predict fluid responsiveness in ventilated patients. *Am J Respir Crit Care Med*. 2017;195:1022-1032
60. Vieillard-Baron A, Evrard B, Repessé X, et al. Limited value of endexpiratory inferior vena cava diameter to predict fluid responsiveness impact of intra-abdominal pressure. *Intensive Care Med*. 2018;44:197-203
61. Dunfield R, Ross P, Dutton D et al. SHoC-IVC: Does assessment of the inferior vena cava by point-of-care ultrasound independently predict fluid status in spontaneously breathing patients with undifferentiated hypotension? *CJEM*. 2023 Nov;25(11):902-908
62. Zhang J, Critchley LA. Inferior Vena Cava Ultrasonography before General Anesthesia Can Predict Hypotension after Induction. *Anesthesiology*. 2016 Mar;124(3):580-9

63. Ceruti S, Anselmi L, Minotti B et al. Prevention of arterial hypotension after spinal anaesthesia using vena cava ultrasound to guide fluid management. *Br J Anaesth.* 2018 Jan;120(1):101-108
64. Fathy MM, Wahdan RA, Salah AAA et al. Inferior vena cava collapsibility index as a predictor of hypotension after induction of general anesthesia in hypertensive patients. *BMC Anesthesiol.* 2023 Dec 19;23(1):420
65. Chowdhury SR, Datta PK, Maitra S et al. The use of preoperative inferior vena cava ultrasound to predict anaesthesia-induced hypotension: a systematic review. *Anesthesiol Intensive Ther.* 2023;55(1):18-31
66. Elbadry AA, El Dabe A, Abu Sabaa MA. Pre-operative Ultrasonographic Evaluation of the Internal Jugular Vein Collapsibility Index and Inferior Vena Cava Collapsibility Index to Predict Post Spinal Hypotension in Pregnant Women Undergoing Caesarean Section. *Anesth Pain Med.* 2022 Mar 6;12(1):e121648

## Γ. ΥΠΟΤΑΣΗ ΕΠΑΓΟΜΕΝΗ ΑΠΟ ΥΠΑΡΑΧΝΟΕΙΔΗ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΑ

### 3.1 Εισαγωγή

Η υπαραχνοειδής αναισθησία αποτελεί την μέθοδο εκλογής για πολλές επεμβάσεις και προτιμητέα μέθοδο για κάποιες ομάδες ασθενών. Για παράδειγμα, αποτελεί αναισθητική προσέγγιση εκλογής για καισαρική τομή. Αντίστοιχα, ασθενείς που έχουν αυξημένο κίνδυνο για εμφάνιση επιπλοκών σχετιζόμενες με την γενική αναισθησία (ασθενείς με δύσκολο αεραγωγό ή αναπνευστικά νοσήματα) μπορεί να ωφεληθούν από την εφαρμογή περιοχικής αναισθησίας όπως η υπαραχνοειδής. Επίσης, έχει ευρεία εφαρμογή σαν μέθοδος αναλγησίας είτε διεγχειρητικά είτε για την αντιμετώπιση του χρόνιου πόνου, με αποδεδειγμένο όφελος ιδιαίτερα στην μείωση των μετεγχειρητικών αναπνευστικών επιπλοκών.

Το τοπικό αναισθητικό που εγχέεται στον υπαραχνοειδή χώρο μπλοκάρει την νευρική ώση μέσα στον νωτιαίο μυελό, στις νωτιαίες νευρικές ρίζες και στα νωτιαία γάγγλια. Ο επακόλουθος αισθητικός, κινητικός και αυτόνομος νευρικός αποκλεισμός σε επίπεδο σχετικό με το επίπεδο έγχυσης του τοπικού αναισθητικού έχει ποικίλες επιδράσεις στην φυσιολογία. Συγκεκριμένα για το καρδιαγγειακό, η κύρια επίδραση της υπαραχνοειδούς αναισθησίας είναι η υπόταση, κυρίως μέσω της πτώσης των περιφερικών αγγειακών αντιστάσεων.

Η επίδραση της διεγχειρητικής υπότασης στην περιεγχειρητική νοσηρότητα και θνητότητα έχει μελετηθεί εκτενώς. Όπως προκύπτει από την υπάρχουσα βιβλιογραφία, η υπόταση μπορεί να αυξήσει την επίπτωση μετεγχειρητικών επιπλοκών όπως η νεφρική ανεπάρκεια και η μυοκαρδιακή ισχαιμία και κατ'επέκταση να επηρεάσει τον χρόνο νοσηλείας και την θνητότητα. Φαίνεται ότι η αρνητική επίδραση της υπότασης επιτείνεται σε ομάδες ασθενών που έχουν αυξημένο περιεγχειρητικό κίνδυνο, όπως οι υπερήλικες. Επίσης, ο αριθμός, η διάρκεια και η ένταση των υποτασικών επεισοδίων φαίνεται να είναι τα χαρακτηριστικά που επηρεάζουν την επίδραση της υπότασης στην έκβαση των ασθενών.

### 3.2 Επιδράσεις της υπαραχνοειδούς αναισθησίας στο καρδιαγγειακό

Οι επιδράσεις της υπαραχνοειδούς αναισθησίας στο καρδιαγγειακό οφείλονται στον αποκλεισμό των ινών του συμπαθητικού νευρικού συστήματος στην καρδιά (ίνες Θ1 έως Θ4), στα περιφερικά αγγεία (ίνες Θ1 έως Ο2) και στον μυελό τον επινεφριδίων. Το αποτέλεσμα είναι η πτώση των περιφερικών αγγειακών αντιστάσεων, σε μικρότερο βαθμό η πτώση της καρδιακής παροχής και η ελάττωση της έκκρισης κατεχολαμινών. Ο αποκλεισμός του συμπαθητικού τυπικά εκτείνεται 6 δερμοτόμια πάνω από τον αισθητικό αποκλεισμό. [1,2]

Ο κύριος παράγοντας που φαίνεται να καθορίζει την μεταβολή της αρτηριακής πίεσης λόγω του αποκλεισμού του συμπαθητικού, είναι η ελάττωση των περιφερικών αγγειακών αντιστάσεων. Η ελάττωση του αγγειακού τόνου των φλεβών έχει σαν αποτέλεσμα το αίμα να λιμνάζει στην περιφέρεια και επομένως η φλεβική επιστροφή και το προφόρτιο να μειώνονται. Αντίθετα, η ελάττωση του αγγειακού τόνου των αρτηριών έχει σαν αποτέλεσμα την ελάττωση των περιφερικών αγγειακών αντιστάσεων, δηλαδή την μείωση του μεταφορτίου. Ο βαθμός της αγγειοδιαστολής εξαρτάται τόσο από τον βασικό αγγειακό τόνο του ασθενούς όσο και από την επέκταση του αποκλεισμού. Δηλαδή, ασθενείς με αυξημένο αγγειακό τόνο, όπως είναι οι υπερήλικες, τείνουν να έχουν πιο έντονες αιμοδυναμικές μεταβολές. Επίσης, σε όσο υψηλότερο νωτιαίο επίπεδο επεκτείνεται ο αποκλεισμός, τόσο εντονότερες είναι οι αιμοδυναμικές μεταβολές. Όταν ο αποκλεισμός επεκτείνεται μέχρι το επίπεδο Θ4, η αντιρροπιστική αγγειοσύσπασση στα άνω άκρα φαίνεται να αντισταθμίζει την αγγειοδιαστολή στο υπόλοιπο σώμα και η υπόταση να είναι λιγότερο έντονη. Σε υψηλότερα επίπεδα, αφενός χάνεται αυτός ο αντιρροπιστικός μηχανισμός και αφετέρου αποκλείονται και οι κάρδιο-επιταχυντικές ίνες της καρδιάς, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει αντιρροπιστική ταχυκαρδία. [1,2]

Η επίδραση της υπαραχνοειδούς αναισθησίας στην καρδιακή συχνότητα είναι κατά κύριο λόγο βραδυκαρδία. Ο μηχανισμός δεν είναι πλήρως καθορισμένος ακόμα αλλά έχει συσχετιστεί με τους τάσεο-υποδοχείς της καρδιάς. Συγκεκριμένα, η μειωμένη φλεβική επιστροφή που προκαλείται από την

ελάττωση του αγγειακού τόνου των φλεβών, οδηγεί στην ελαττωμένη ενεργοποίηση των τάσεο-υποδοχέων του δεξιού κόλπου και την μειωμένη επίδραση του συμπαθητικού στην καρδιά. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την υπεροχή του παρασυμπαθητικού νευρικού συστήματος και την επακόλουθη βραδυκαρδία. Εάν ο αποκλεισμός του συμπαθητικού επεκταθεί μέχρι το επίπεδο Θ1 είναι πιθανό να επηρεαστούν και οι καρδιο-επιταχυντικές ίνες με αποτέλεσμα πιο έντονη βραδυκαρδία. Στην βιβλιογραφία έχει συσχετιστεί η εμφάνιση βραδυκαρδίας με το αντανακλαστικό Bezold–Jarisch, χωρίς ακόμα να είναι σαφής ο μηχανισμός. Το αντανακλαστικό αυτό οφείλεται στην αυξημένη δραστηριότητα του παρασυμπαθητικού και εκλύεται σαν απάντηση στο μειωμένο προφόρτιο αλλά χαρακτηρίζεται από την κλινική τριάδα βραδυκαρδία, αγγειοδιαστολή και υπόταση. Στην περίπτωση της υπαραχνοειδούς αναισθησίας, όπου η αγγειοδιαστολή οφείλεται στην εξωγενή κατάργηση της συμπαθητικής νευρικής ώσης, δεν είναι ακόμα σαφές αν το αντανακλαστικό Bezold–Jarisch παίζει ρόλο στις αιμοδυναμικές της επιπτώσεις. [1-3]

Η καρδιακή παροχή αποτελεί το γινόμενο του όγκου παλμού με την καρδιακή συχνότητα. Ο όγκος παλμού μειώνεται σαν απάντηση στην φλεβική αγγειοδιαστολή και της επακόλουθης πτώσης της φλεβικής επιστροφής ενώ η καρδιακή συχνότητα επίσης μειώνεται. Αλλά, η πτώση των περιφερικών αγγειακών αντιστάσεων, δηλαδή το μειωμένο μεταφόρτιο, μπορεί να ευοδώσει την καρδιακή παροχή. Επομένως, η απάντηση της καρδιακής παροχής στην υπαραχνοειδή αναισθησία είναι σύνθετη και πολυπαραγοντική και δεν συχνά δεν μπορεί να προβλεφθεί. Από κλινικά δεδομένα, έχει προκύψει ότι συνήθως παραμένει σταθερή ή παρουσιάζει μια μικρή μείωση. Επομένως, ο κυριότερος παράγοντας που καθορίζει την μεταβολή της αρτηριακής πίεσης λόγω υπαραχνοειδούς αναισθησίας είναι η ελάττωση των περιφερικών αγγειακών αντιστάσεων. [1-3]

### **3.3 Παράγοντες κινδύνου για εμφάνιση υπότασης σχετιζόμενη με υπαραχνοειδή αναισθησία**

Η υπόταση που σχετίζεται με την εφαρμογή υπαραχνοειδούς αναισθησίας συνήθως ορίζεται ως η υπόταση που συμβαίνει μέσα στα πρώτα 30 λεπτά από την έγχυση του τοπικού αναισθητικού υπαραχνοειδώς. Ο ορισμός της υπότασης ποικίλει αλλά συνήθως αναφέρεται ως η πτώση της μέσης αρτηριακής πίεσης 20% με 30% σε σχέση με την προεγχειρητική τιμή αναφοράς ή πτώση κάτω από 60 με 65 mmHg ή πτώση της συστολικής αρτηριακής πίεσης κάτω από 90mmHg. Η υπόταση είναι μία από τις πιο συχνές ανεπιθύμητες επιδράσεις της υπαραχνοειδούς αναισθησίας και η επίπτωση της υπολογίζεται κοντά στο 20% των ασθενών που λαμβάνουν υπαραχνοειδή αναισθησία. Πολλές μελέτες έχουν επιχειρήσει να αναδείξουν παράγοντες κινδύνου που σχετίζονται με την εμφάνιση υπότασης μετά την εφαρμογή υπαραχνοειδούς αναισθησίας και φαίνεται να έχουν καταλήξει σε τρεις κατηγορίες: παράγοντες κινδύνου που σχετίζονται με τον ασθενή, με την επέμβαση και με την τεχνική. [1,2,11,12]

Όσον αφορά τους παράγοντες κινδύνου που σχετίζονται με τον ασθενή, αυτοί φαίνεται να είναι η ηλικία, η προϋπάρχουσα υπέρταση, ο αυξημένος δείκτης μάζας σώματος και η χρόνια κατάχρηση αλκοόλ. Οι ασθενείς με αυξημένο δείκτη μάζα σώματος φαίνεται να έχουν πιο απρόβλεπτη απάντηση στην υπαραχνοειδή αναισθησία. Πιθανά οφείλεται στο ότι ο υπολογισμός της δόσης του τοπικού αναισθητικού σε υπέρβαρους ασθενείς είναι πιο δύσκολος, με αποτέλεσμα η επέκταση του τοπικού αναισθητικού και το ύψος του αποκλεισμού του συμπαθητικού να τείνουν να είναι υψηλότεροι. Η θεωρία ότι η αυξημένη ενδοκοιλιακή πίεση μεταφέρεται στον υπαραχνοειδή χώρο και οδηγεί σε μεγαλύτερη επέκταση του τοπικού αναισθητικού δεν έχει επιβεβαιωθεί. Οι ασθενείς που πάσχουν από χρόνια κατάχρηση αλκοόλ εμφανίζουν διαταραχές στη λειτουργία του αυτόνομου νευρικού συστήματος που αντιρροπούν με αύξηση της έκκρισης κατεχολαμινών. Ο αποκλεισμός του συμπαθητικού από την υπαραχνοειδή αναισθησία καταργεί αυτόν τον αντιρροπιστικό μηχανισμό με αποτέλεσμα να είναι πιο επιρρεπείς στην εμφάνιση υπότασης. Οι ηλικιωμένοι ασθενείς φαίνεται να εμφανίζουν συχνότερα υπόταση μετά από υπαραχνοειδή αναισθησία. Ο υπεύθυνος

μηχανισμός για την εμφάνιση υπότασης σε αυτήν την ομάδα ασθενών φαίνεται να είναι η πτώση των περιφερικών αγγειακών αντιστάσεων. Με την πάροδο της ηλικίας, οι εφεδρείες του καρδιαγγειακού συστήματος μειώνονται και ο τόνος του συμπαθητικού νευρικού συστήματος και κατ'επέκταση οι κυκλοφορούσες κατεχολαμίνες φαίνεται να είναι αυξημένα. Συνεπώς, ο αποκλεισμός του συμπαθητικού νευρικού συστήματος από την υπαραχνοειδή αναισθησία δεν φαίνεται να γίνεται καλά ανεκτός από τους ηλικιωμένους ασθενείς με αποτέλεσμα την συχνότερη εμφάνιση υπότασης. [11-16]

Όσον αφορά τους παράγοντες κινδύνου που σχετίζονται με το είδος της επέμβασης, οι ασθενείς που υποβάλλονται σε επείγουσες επεμβάσεις, τείνουν να εμφανίζουν συχνότερα υπόταση μετά από υπαραχνοειδή αναισθησία. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι δεν υπάρχει χρόνος προεγχειρητικά για επαρκή διερεύνηση και πιθανά οι ασθενείς να μην βρίσκονται στην βέλτιστη αιμοδυναμική κατάσταση. Επίσης, οι καταστάσεις που απαιτούν επείγουσα χειρουργική παρέμβαση, όπως τραύμα ή σηπτική κατάσταση συχνά σχετίζονται με αυξημένη δραστηριότητα του συμπαθητικού νευρικού συστήματος και αυξημένα επίπεδα κυκλοφορούντων κατεχολαμινών. Η επακόλουθη καταστολή του συμπαθητικού από την υπαραχνοειδή αναισθησία είναι πιθανό να μην γίνει καλά ανεκτή από τους συγκεκριμένους ασθενείς με επακόλουθη αιμοδυναμική αστάθεια. [2,11-16]

Όσον αφορά τους παράγοντες κινδύνου που σχετίζονται με την τεχνική, το ύψος του αποκλεισμού φαίνεται να είναι ο κυριότερος παράγοντας που επηρεάζει την επίπτωση της υπότασης. Το μέγιστο επίπεδο αποκλεισμού θεωρείται ότι επιτυγχάνεται στα πρώτα 30 λεπτά από την εφαρμογή της υπαραχνοειδούς έγχυσης του τοπικού αναισθητικού. Όταν ο αποκλεισμός επεκτείνεται πάνω από το επίπεδο Θ5-Θ6, η επίπτωση της υπότασης είναι μεγαλύτερη. Ενώ το είδος του τοπικού αναισθητικού, το είδος της βελόνας και η ταχύτητα έγχυσης δεν φαίνεται να επηρεάζουν. Η προφυλακτική χορήγηση υγρών είτε κολλοειδών είτε κρυσταλλοειδών έχει μελετηθεί ευρέως και δεν φαίνεται να μειώνει την επίπτωση της υπότασης. [2,11-16]



### 3.4 Κλινική σημασία διεγχειρητικής υπότασης

Η αρτηριακή πίεση και η ρύθμιση της έχει μελετηθεί εκτενώς με στόχο τον ορισμό ενός θεραπευτικού στόχου στην περιεγχειρητική περίοδο. Παραδοσιακά, θεωρείται ότι η υπόταση σχετίζεται με την εμφάνιση δυσμενών μετεγχειρητικών επιπλοκών. Συγκεκριμένα, σε πολλές μελέτες παρατήρησης έχει συσχετιστεί με την εμφάνιση εμφράγματος του μυοκαρδίου, οξείας νεφρικής βλάβης, εγκεφαλικού επεισοδίου και αύξησης της περιεγχειρητικής θνητότητας. Παρόλα αυτά, σε τυχαίοποιημένες μελέτες τα παραπάνω δεν έχουν επιβεβαιωθεί.

Ο ορισμός της υπότασης στην βιβλιογραφία ποικίλει σημαντικά. Συγκεκριμένα, κάποιοι συγγραφείς ορίζουν την υπόταση σαν την πτώση της αρτηριακής πίεσης κάτω από μία προκαθορισμένη τιμή, όπως μέση αρτηριακή πίεση κάτω από 60mmHg ή συστολική αρτηριακή πίεση κάτω από 90mmHg. Ενώ, άλλοι συγγραφείς ορίζουν την υπόταση σαν ποσοστιαία μεταβολή σε σχέση με την προεγχειρητική αρτηριακή πίεση αναφοράς, για παράδειγμα πτώση της μέσης ή της συστολικής αρτηριακής πίεσης 20 με 30% κάτω από την προεγχειρητική. Η ετερογένεια στον ορισμό της υπότασης είναι μία από τις προκλήσεις που καθιστά τον σχεδιασμό τυχαίοποιημένων μελετών αλλά και τον ορισμό ενός στόχου αρτηριακής πίεσης με ευρεία εφαρμογή, δύσκολο. Επίσης, η φυσιολογική τιμή αρτηριακής πίεσης πιθανά ποικίλει ανάλογα με την υποκείμενη παθολογία του καρδιαγγειακού αλλά και με το είδος της χειρουργικής επέμβασης. Συγκεκριμένα, οι επιπτώσεις της υπότασης φαίνεται να είναι διαφορετικές για υπερτασικούς ασθενείς ή ασθενείς με στεφανιαία νόσο και χρόνια νεφρική νόσο σε σχέση με υγιείς ασθενείς. Ενώ, οι επιπτώσεις της υπότασης φαίνεται να είναι πιο οξυμένες σε ασθενείς που υποβάλλονται σε καρδιοχειρουργική ή άλλη μείζονα χειρουργική επέμβαση σε σχέση με ασθενείς που υποβάλλονται σε μικρού καρδιαγγειακού κινδύνου επέμβαση. Επίσης, οι θεραπευτικές παρεμβάσεις για την αντιμετώπιση της υπότασης εμφανίζουν ανεπιθύμητες ενέργειες. Η χορήγηση ενδοφλέβιων υγρών μπορεί να οδηγήσει σε υπερφόρτωση όγκου και απορρύθμιση καρδιακής ανεπάρκειας ενώ η χορήγηση αγγειοσυσπαστικών μπορεί να οδηγήσει σε επηρεασμένη άρδευση των κοιλιακών σπλάχνων. Με αποτέλεσμα, να αμφισβητείται το εάν η ίδια η υπόταση ή οι θεραπευτικές της

παρεμβάσεις οδηγούν σε επιπλοκές. Τα παραπάνω αναδεικνύουν την πολυπλοκότητα της αιμοδυναμικής διαχείρισης ενός ασθενούς περιεγχειρητικά αλλά και την ετερογένεια των αποτελεσμάτων των μελετών που έχουν επιχειρήσει να αναδείξουν μια τιμή αρτηριακής πίεσης σαν θεραπευτικό στόχο. [5-10]

Σε μια πρόσφατη διεθνή πολυκεντρική τυχαιοποιημένη μελέτη (POISE-3), υπερτασικοί ασθενείς που υποβάλλονταν σε μη καρδιοχειρουργικό χειρουργείο τυχαιοποιήθηκαν σε δύο ομάδες. Η μία ομάδα είχε σαν στόχο αποφυγή της υπότασης και διατήρηση της μέσης αρτηριακής πίεσης πάνω από 80mmHg, ενώ η δεύτερη ομάδα είχε σαν στόχο μέση αρτηριακή πίεση πάνω από 60mmHg. Η επίπτωση αγγειακών επιπλοκών, εμφράγματος του μυοκαρδίου, εγκεφαλικού επεισοδίου και καρδιακής ανακοπής δεν διέφερε μεταξύ των δύο ομάδων στις πρώτες 30 μετεγχειρητικές ημέρες. Μια επακόλουθη συστηματική ανασκόπηση και μετά-ανάλυση 10 τυχαιοποιημένων μελετών κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η επιτρεπόμενη υπόταση (μέση αρτηριακή πίεση κάτω από 60mmHg) δεν σχετίζεται με αυξημένη θνητότητα μετεγχειρητικά. [4,17]

Παρόλα αυτά, παλαιότερες μεγάλες μελέτες παρατήρησης έχουν αναδείξει ισχυρή συσχέτιση της διεγχειρητικής υπότασης με την εμφάνιση οξείας νεφρικής βλάβης, μυοκαρδιακής βλάβης και αυξημένης θνητότητας μετεγχειρητικά. Συγκεκριμένα, οι Sun et al ανέδειξαν ότι η τιμή της μέσης αρτηριακής πίεσης κάτω από 60 mmHg, η μεγαλύτερη διάρκεια της υπότασης και όσο πιο εξεσημασμένη είναι, τόσο μεγαλύτερη είναι η συσχέτιση της με την εμφάνιση οξείας νεφρικής βλάβης. Ομοίως οι Walsh et al, με δεδομένα από πάνω από 30.000 ασθενείς ανέδειξαν ότι οι ασθενείς που εμφάνισαν μέση αρτηριακή πίεση κάτω από 55mmHg ακόμα και για διάστημα κάτω από 5 λεπτά είχαν αυξημένη επίπτωση οξείας νεφρικής βλάβης και μυοκαρδιακής βλάβης. Ενώ επίσης, μια προγενέστερη μελέτη κοορτής με δεδομένα από 18.000 ασθενείς είχε αναδείξει αυξημένη θνητότητα στην κοορτή των ασθενών που εμφάνισαν υποτασικά επεισόδια (μέση αρτηριακή πίεση κάτω από 50mmHg ή συστολική κάτω από 70mmHg) διάρκεια 5 λεπτών και άνω. [7,18,19]

Η ετερογένεια των παραπάνω αποτελεσμάτων οφείλεται εν μέρει στην μεθοδολογία των μελετών και στην ετερογένεια στον ορισμό της υπότασης. Ακόμα ένας παράγοντας που πιθανά προκαλεί σύγχυση στον ορισμό ενός στόχου αρτηριακής πίεσης με ευρεία εφαρμογή, είναι η πολύπλοκη αυτορρύθμιση της πίεσης άρδευσης τόσο του εγκεφάλου όσο και του νεφρού. Ο παραπάνω μηχανισμός εξασφαλίζει μια πίεση διήθησης του εγκεφάλου και του νεφρού σε ένα εύρος μέσης αρτηριακής πίεσης. Όπως έχει αποδειχθεί, το εύρος αυτό της μέσης αρτηριακής πίεσης μέσα στο οποίο ο νεφρός και ο εγκέφαλος έχουν την δυνατότητα να διατηρούν μια ικανοποιητική πίεση διήθησης είναι μεγάλο και μπορεί να κυμαίνεται από 40 μέχρι 90 mmHg. Επομένως, ο ουδός μέσης αρτηριακής πίεσης κάτω από τον οποίο η πίεση διήθησης του εγκεφάλου και του νεφρού επηρεάζεται με αποτέλεσμα την εμφάνιση επιπλοκών δεν είναι σαφής και πιθανά διαφέρει σημαντικά μεταξύ των ασθενών. Επίσης, ένας παράγοντας που περιπλέκει ακόμα περισσότερο την μελέτη της ιδανικής αρτηριακής πίεσης στην περιεγχειρητική περίοδο είναι το γεγονός ότι η ιδανική πίεση άρδευσης κάθε οργάνου μπορεί να εξαρτάται από διαφορετικές αιμοδυναμικές παραμέτρους. Δηλαδή, παραδοσιακά η πίεση άρδευσης του εγκεφάλου θεωρείται ότι εξαρτάται κυρίως από την μέση αρτηριακή πίεση, ενώ η άρδευση του νεφρού θεωρείται ότι εξαρτάται κυρίως από την μέση αρτηριακή πίεση και την καρδιακή παροχή και τέλος η άρδευση της καρδιάς από την διαστολική αρτηριακή πίεση (εφόσον η αιμάτωση των στεφανιαίων αγγείων συμβαίνει κατά την διαστολή). Επομένως η ιδανική αρτηριακή πίεση που εξασφαλίζει ικανοποιητική άρδευση των οργάνων είναι ένα πολύ σύνθετο ερώτημα που πιθανά δεν έχει μία και μοναδική απάντηση. [20,21]

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω, η ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης περιεγχειρητικά χρειάζεται μια εξατομικευμένη προσέγγιση, ανάλογα με την υποκείμενη παθολογία του ασθενούς αλλά και με το είδος της χειρουργικής επέμβασης. Επομένως, η χρήση εργαλείων και αιμοδυναμικών μετρήσεων για την πρόβλεψη, την διάγνωση, και την καθοδήγηση θεραπευτικών παρεμβάσεων στην περιεγχειρητική περίοδο με στόχο την βελτιστοποίηση της κατάστασης του καρδιαγγειακού, πιθανά έχει σημαντικό όφελος στην έκβαση των χειρουργικών ασθενών.

## Βιβλιογραφία

1. Manuel Pardo, Ronald D. Miller, *Basics of Anesthesia, 7th Edition*, Elsevier Health Sciences, 2017, p 273-299
2. Carpenter RL, Caplan RA, Brown DL et al. Incidence and risk factors for side effects of spinal anesthesia. *Anesthesiology*. 1992 Jun;76(6):906-16
3. David C. Warltier, Jason A. Campagna, Christopher Carter; Clinical Relevance of the Bezold–Jarisch Reflex. *Anesthesiology* 2003; 98:1250–1260
4. Marcucci M, Painter TW, Conen D et al. POISE-3 Trial Investigators and Study Groups. Hypotension-Avoidance Versus Hypertension-Avoidance Strategies in Noncardiac Surgery : An International Randomized Controlled Trial. *Ann Intern Med*. 2023 May;176(5):605-614
5. Venkatesan S, Myles PR, Manning HJ et al. Cohort study of preoperative blood pressure and risk of 30-day mortality after elective non-cardiac surgery. *Br J Anaesth*. 2017 Jul 1;119(1):65-77
6. Garg AX, Cuerden M, Aguado H et al. Effect of a Perioperative Hypotension-Avoidance Strategy Versus a Hypertension-Avoidance Strategy on the Risk of Acute Kidney Injury: A Clinical Research Protocol for a Substudy of the POISE-3 Randomized Clinical Trial. *Can J Kidney Health Dis*. 2022 Jan 7;9:20543581211069225
7. Sun LY, Wijeyesundera DN, Tait GA et al. Association of intraoperative hypotension with acute kidney injury after elective noncardiac surgery. *Anesthesiology*. 2015 Sep;123(3):515-23
8. Brady K, Hogue CW. Intraoperative hypotension and patient outcome: does "one size fit all?". *Anesthesiology*. 2013 Sep;119(3):495-7
9. Pearse RM, Moreno RP, Bauer P et al European Surgical Outcomes Study (EuSOS) group for the Trials groups of the European Society of Intensive Care Medicine and the European Society of Anaesthesiology. Mortality after surgery in Europe: a 7 day cohort study. *Lancet*. 2012 Sep 22;380(9847):1059-65
10. Vascular Events In Noncardiac Surgery Patients Cohort Evaluation (VISION) Study Investigators; Devereaux PJ, Chan MT, Alonso-Coello P et al. Association between postoperative troponin levels and 30-day mortality among patients undergoing noncardiac surgery. *JAMA*. 2012 Jun 6;307(21):2295-304

11. Hartmann B, Junger A, Klasen J et al. The incidence and risk factors for hypotension after spinal anesthesia induction: an analysis with automated data collection. *Anesth Analg*. 2002 Jun;94(6):1521-9
12. Tarkkila P, Isola J. A regression model for identifying patients at high risk of hypotension, bradycardia and nausea during spinal anesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand*. 1992 Aug;36(6):554-8
13. Guay J, Parker MJ, Gajendragadkar PR et al. Anaesthesia for hip fracture surgery in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016 Feb 22;2(2):CD000521
14. Nakasuji M, Suh SH, Nomura M et al. Hypotension from spinal anesthesia in patients aged greater than 80 years is due to a decrease in systemic vascular resistance. *J Clin Anesth*. 2012 May;24(3):201-6.
15. Tsui BC, Wagner A, Finucane B. Regional anaesthesia in the elderly: a clinical guide. *Drugs Aging*. 2004;21(14):895-910
16. Rooke GA, Freund PR, Jacobson AF. Hemodynamic response and change in organ blood volume during spinal anesthesia in elderly men with cardiac disease. *Anesth Analg*. 1997 Jul;85(1):99-105.
17. D'Amico F, Fominskiy EV, Turi S et al. Intraoperative hypotension and postoperative outcomes: a meta-analysis of randomised trials. *Br J Anaesth*. 2023 Nov;131(5):823-831
18. Monk TG, Bronsert MR, Henderson WG et al. Association between Intraoperative Hypotension and Hypertension and 30-day Postoperative Mortality in Noncardiac Surgery. *Anesthesiology*. 2015 Aug;123(2):307-19
19. Walsh M, Devereaux PJ, Garg AX et al. Relationship between intraoperative mean arterial pressure and clinical outcomes after noncardiac surgery: toward an empirical definition of hypotension. *Anesthesiology*. 2013 Sep;119(3):507-15
20. Ono M, Arnaoutakis GJ, Fine DM et al. Blood pressure excursions below the cerebral autoregulation threshold during cardiac surgery are associated with acute kidney injury. *Crit Care Med*. 2013 Feb;41(2):464-71
21. Brady K, Joshi B, Zweifel C et al. Real-time continuous monitoring of cerebral blood flow autoregulation using near-infrared spectroscopy in patients undergoing cardiopulmonary bypass. *Stroke*. 2010 Sep;41(9):1951-6

# ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

## A. Σκοπός της μελέτης

Με την πάροδο της ηλικίας, το καρδιαγγειακό σύστημα υφίσταται εκτεταμένες αλλαγές. Οι ηλικιωμένοι ασθενείς συχνά εμφανίζουν αυξημένη δραστηριότητα του συμπαθητικού νευρικού συστήματος και το καρδιαγγειακό τους σύστημα παρουσιάζει μειωμένες εφεδρείες. Συγκεκριμένα, ακόμα και η ήπια αφυδάτωση μπορεί να μην είναι καλά ανεκτή από αυτόν τον πληθυσμό ασθενών. [1,2] Η υπερηχοκαρδιογραφία σαν παρακλίνιο εργαλείο έχει αποδειχθεί πολύ χρήσιμη στην διάγνωση της αφυδάτωσης σε ηλικιωμένους ασθενείς στο τμήμα επειγόντων περιστατικών. [2] Αντίθετα, στην περιεγχειρητική περίοδο, δεν υπάρχει κάποια αξιόπιστη, ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος που να προσδιορίζει το στάδιο της αφυδάτωσης ή την κατάσταση του ενδαγγειακού όγκου. Οι ηλικιωμένοι ασθενείς που έχουν υποστεί κάταγμα ισχίου συχνά εμφανίζουν κάποιο βαθμό αφυδάτωσης σαν αποτέλεσμα της προεγχειρητικής νηστείας ή του επηρεασμένου επιπέδου συνείδησης. Επιπρόσθετα, μπορεί να εμφανίζουν ελάττωση του ενδαγγειακού τους όγκου σαν αποτέλεσμα απώλειας αίματος από την καταγματική επιφάνεια. Η πλειονότητα των ηλικιωμένων ασθενών που υποβάλλονται σε χειρουργική διόρθωση κατάγματος ισχίου λαμβάνουν υπαραχνοειδή αναισθησία. Η αιμοδυναμική κατάσταση αυτών των ασθενών, μπορεί να διαταραχθεί από την υπαραχνοειδή αναισθησία σαν αποτέλεσμα της ελάττωσης των περιφερικών αγγειακών αντιστάσεων και του προφορτίου. [2,3] Η επακόλουθη υπόταση μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη νοσηρότητα στην μετεγχειρητική περίοδο με σημαντικές επιπτώσεις στην έκβαση των ασθενών και επιβάρυνση του συστήματος υγείας. [3] Επομένως, η πρόβλεψη της υπότασης σαν απάντηση στην υπαραχνοειδή αναισθησία και η έγκαιρη και στοχευμένη θεραπευτική παρέμβαση μπορεί να ωφελήσουν σημαντικά την έκβαση της συγκεκριμένης ομάδας ασθενών.

Οι εφαρμογές της διαθωρακικής υπερηχοκαρδιογραφίας, ιδιαίτερα για την εκτίμηση της λειτουργικότητας της αριστερής κοιλίας και της κατάστασης του ενδαγγειακού όγκου (μέσω της εκτίμησης του όγκου των καρδιακών κοιλοτήτων και της διαμέτρου της κάτω κοίλης φλέβας) έχουν σημαντική διαγνωστική αξία στην περιεγχειρητική περίοδο. Ιδιαίτερα με την εισαγωγή πρωτοκόλλων στην κλινική πράξη, η υπερηχοκαρδιογραφία έχει εξελιχθεί σε

ένα παρακλίνιο, μη επεμβατικό εργαλείο που μπορεί με ταχύτητα, ακρίβεια και μεγάλη επαναληψιμότητα να δώσει χρήσιμες πληροφορίες για την αιμοδυναμική κατάσταση του ασθενούς. Όπως και για κάθε διαγνωστική μέθοδο, θεωρείται απαραίτητο να λαμβάνονται υπόψη οι περιορισμοί της, που έγκεινται κυρίως στην εξάρτηση από τον χειριστή και την επακόλουθη υποκειμενικότητα της εξέτασης. [4-7]

Οι υπερηχογραφικές μετρήσεις της κάτω κοίλης φλέβας κατά την αυτόματη αναπνοή, συγκεκριμένα η διάμετρος της στην εκπνοή και ο βαθμός σύμπτωσής της, έχουν συσχετισθεί με την υπογκαιμία. [6,7] Ο δείκτης συμπίεσιμότητας της κάτω κοίλης φλέβας (IVCCI) εμφανίζει υψηλή ακρίβεια στην διάγνωση της αφυδάτωσης στους ηλικιωμένους ασθενείς στο τμήμα επειγόντων περιστατικών. [2] Παρόλα αυτά, η ακρίβεια των υπερηχογραφικών μετρήσεων της κάτω κοίλης φλέβας στην πρόβλεψη της υπότασης δεν έχει μελετηθεί επαρκώς και τα μέχρι τώρα αποτελέσματα είναι αντιφατικά. [4]

Πέραν της σημασίας της αναπνευστικής διακύμανσης αυτή καθ αυτής σημαντικό ρόλο κατέχει και η τιμή της μέγιστης διαμέτρου του αγγείου στην εκπνοή (dIVCmax), από την οποία προκύπτει το ποσοστό της αναπνευστικής διακύμανσης (IVCCI). Οι δύο δείκτες μπορούν να ενσωματωθούν, δημιουργώντας τον λόγο  $\frac{dIVCmax}{IVCCI}$ , ο οποίος συνδυάζει τόσο τη στατική (dIVCmax) όσο και τη δυναμική συνιστώσα (IVCCI) των μετρήσεων της κάτω κοίλης φλέβας. Ο στόχος της συγκεκριμένης μελέτης ήταν να προσδιορίσει την αξία του λόγου  $\frac{dIVCmax}{IVCCI}$ , της αναπνευστικής διακύμανσης της κάτω κοίλης φλέβας, καθώς και άλλων υπερηχοκαρδιογραφικών μετρήσεων, στην πρόβλεψη της υπότασης επαγόμενης από υπαραχνοειδή αναισθησία σε έναν πληθυσμό ηλικιωμένων ασθενών που πληρούσε συγκεκριμένα κριτήρια εισαγωγής.



## **B. Μεθοδολογία**

### *2.1 Σχεδιασμός της μελέτης*

Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, σχεδιάστηκε μία προοπτική μελέτη παρατήρησης η οποία έλαβε έγκριση από το επιστημονικό συμβούλιο και την επιτροπή βιοηθικής και δεοντολογίας του ΠΓΝ «ΑΤΤΙΚΟΝ» και καταχωρήθηκε σε διεθνή βάση δεδομένων κλινικών μελετών (ClinicalTrials.gov). Στην μελέτη εισήχθησαν 94 διαδοχικοί ασθενείς.

#### *Κριτήρια εισαγωγής:*

- Ασθενείς που υποβάλλονται σε ορθοπεδική χειρουργική επέμβαση (τραύμα κάτω άκρου), ή αγγειοχειρουργική επέμβαση (ακρωτηριασμό κάτω άκρου) υπό υπαραχνοειδή αναισθησία, ηλικίας > 70 ετών.

#### *Κριτήρια αποκλεισμού:*

- Κολπική μαρμαρυγή
- Δυσλειτουργία της δεξιάς κοιλίας
- Δυσυγχρονισμός της αριστεράς κοιλίας οποιασδήποτε αιτιολογίας
- Σημαντική ασβεστοποίηση του μιτροειδικού δακτυλίου
- Σοβαρή βαλβιδική νόσος

Σε όλους τους ασθενείς πραγματοποιούνταν λήψη ιατρικού ιστορικού, κλινική εξέταση, ηλεκτροκαρδιογράφημα και απλή ακτινογραφία θώρακα. Περαιτέρω και πιο ειδικές εξετάσεις (πχ διαθωρακικό υπερηχογράφημα καρδιάς ή επίπεδα pro-BNP) πραγματοποιήθηκαν σε κάποιους ασθενείς σύμφωνα με τις οδηγίες του ειδικού καρδιολόγου. Όλοι οι ασθενείς που συμπεριελήφθησαν στη μελέτη είχαν λειτουργική κατάσταση σταδίου I, II ή III σύμφωνα με τη σταδιοποίηση της καρδιακής ανεπάρκειας της American Heart Association/American College of Cardiology (AHA/ACC) και κλάσμα εξώθησης της αριστεράς κοιλίας πάνω από 50%.

## 2.2 Υπερηχοκαρδιογραφικό πρωτόκολλο και μετρήσεις

Σε όλους τους ασθενείς πριν την διενέργεια της υπαραχνοειδούς αναισθησίας πραγματοποιούνταν μία διαθωρακική υπερηχοκαρδιογραφική μελέτη (Vivid T8, υπερηχογραφική κεφαλή 2-5 MHz; GE Healthcare, Chicago, IL) και όλες οι μελέτες διενεργούνταν από τον ίδιο αναισθησιολόγο. Το πρωτόκολλο διαθωρακικής υπερηχοκαρδιογραφίας που πραγματοποιούνταν περιελάμβανε τις ακόλουθες προβολές: υποξιφοειδική τεσσάρων κοιλοτήτων, κορυφαία τεσσάρων, δύο και τριών κοιλοτήτων και παραστερνική μακρού και βραχέος άξονα. [9,10]

Τα δεδομένα αποθηκεύονταν ηλεκτρονικά για μεταγενέστερη ανάλυση. Το κλάσμα εξώθησης υπολογιζόταν σύμφωνα με την μέθοδο Simpson's biplane με την χρήση αυτοματοποιημένων μετρήσεων των όγκων της αριστερής κοιλίας στις κορυφαίες τομές 2 και 4 κοιλοτήτων (GE, Auto-EF system) (Εικόνα 1A). Η ολική μέγιστη επιμήκης συστολική παραμόρφωση (GLPSS) (GE, AFI system) χρησιμοποιούνταν για την αξιολόγηση της κινητικότητας της αριστερής κοιλίας στον επιμήκη άξονα, με τη χρήση του διαγράμματος bull's eye (Εικόνα 1B). Το διάγραμμα bull's eye είναι ένας χάρτης που απεικονίζει την επιμήκη παραμόρφωση των 17 τμημάτων της αριστερής κοιλίας. Ο χάρτης αυτός κωδικοποιείται με βάση το χρώμα. Το εύρος και η ομοιογένεια της επιμήκους παραμόρφωσης κάθε τμήματος παρουσιάζεται με ανάλογο χρώμα και σε διαφορετική περιοχή στον χάρτη. Ο εσωτερικός δακτύλιος αντιπροσωπεύει την κορυφή της αριστεράς κοιλίας, ο μεσαίος δακτύλιος τα μέσα τμήματα, και ο εξωτερικός δακτύλιος τα βασικά τμήματα. Το έντονο κόκκινο αντιστοιχεί σε φυσιολογικό εύρος τιμών παραμόρφωσης ( $\geq 16\%$ ), το απαλό κόκκινο σε μειωμένες τιμές ( $-16$  με  $-11\%$ ), ενώ το έντονο ροζ ( $-10$  με  $-6\%$ ) και το απαλό ροζ ( $-5$  με  $0\%$ ) αντιστοιχούν σε σοβαρά μειωμένες τιμές παραμόρφωσης. Το μπλε αντιπροσωπεύει θετική τιμή παραμόρφωσης που αντιστοιχεί σε δυσκινησία του αντίστοιχου μυοκαρδιακού τμήματος. [11]

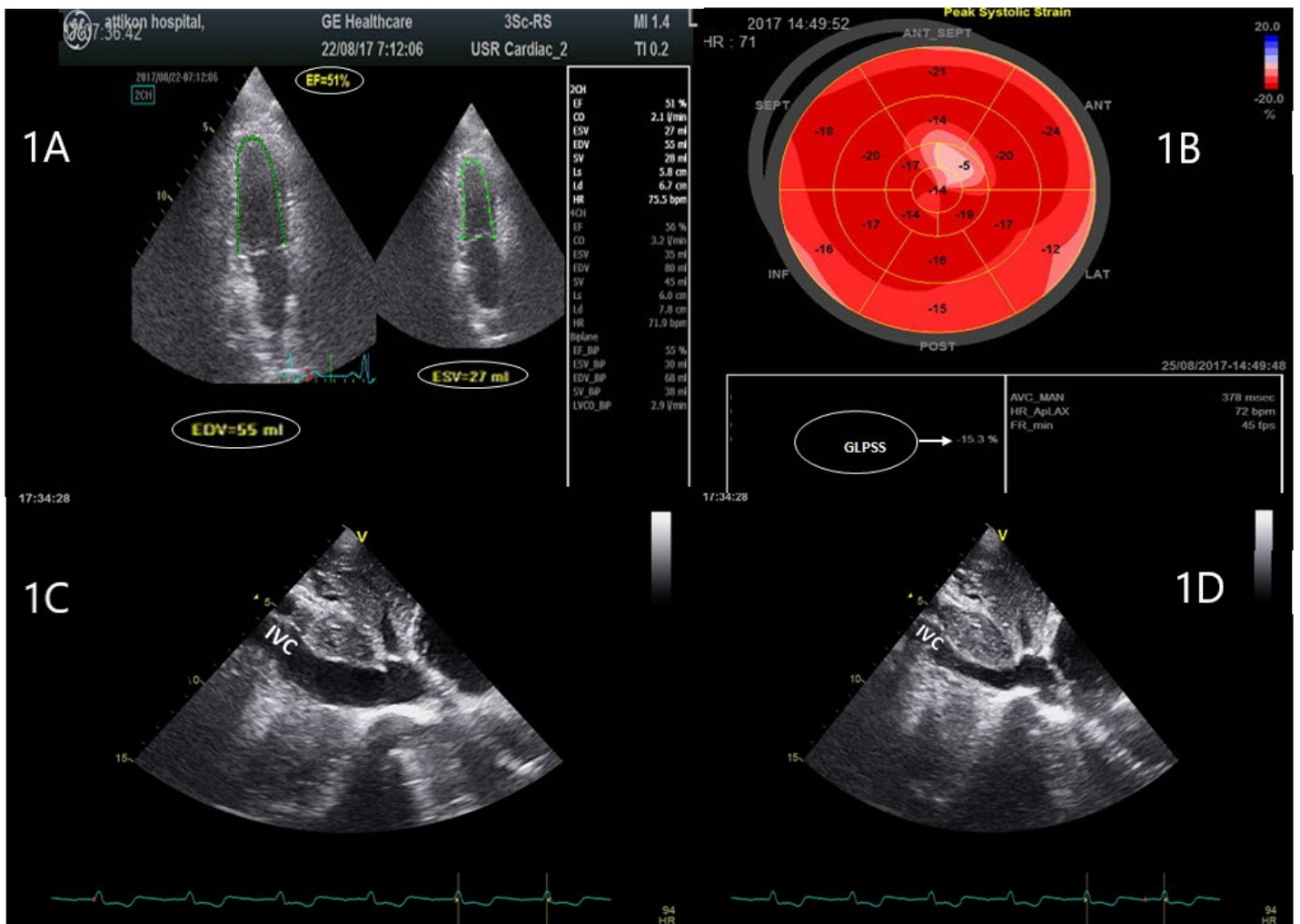
Ο δείκτης TAPSE (μετατόπιση του δακτυλίου της τριγλώχινας κατά την συστολή) χρησιμοποιούνταν για την εκτίμηση της λειτουργικότητας της δεξιάς κοιλίας. Οι ασθενείς με δυσλειτουργία της δεξιάς καρδιάς όπως ορίζονταν από την τιμή TAPSE  $< 16$  mm αποκλείονταν από περαιτέρω ανάλυση. [9] Οι

διαστολικές πιέσεις πλήρωσης της αριστερής κοιλίας υπολογίζονταν με τον λόγο  $\frac{E}{E_m}$  (E= αντιπροσωπεύει την διαμιτροειδική ροή κατά την ταχεία πρωτοδιαστολική φάση πλήρωσης της αριστερής κοιλίας και μετράται ως το ύψος του πρώτου κύματος από το σήμα του παλμικού Doppler τοποθετημένο στην κορυφή των γλωχίνων της μιτροειδούς στην κορυφαία προβολή τεσσάρων κοιλοτήτων και  $E_m$  = ο μέσος όρος των μέγιστων ταχυτήτων του ιστικού Doppler του μιτροειδικού δακτυλίου στο πλάγιο τοίχωμα και στο μεσοκοιλιακό διάφραγμα στην αρχική φάση της διαστολής). [12] Οι διαστάσεις της αριστερής κοιλίας και το πάχος των τοιχωμάτων της μετρούνταν στην παραστερνική τομή μακρού άξονα. Η μάζα της αριστεράς κοιλίας αναγόμενη σε μονάδα επιφάνειας σώματος υπολογίζονταν σύμφωνα με τον τύπο της American Society of Echocardiography:  $LVMI (gm^{-2}) = 0.8 [1.04 [(LVID + IVST + PWT)^3 - (LVID)^3] + 0.6] / m^2$ , όπου LVID η εσωτερική διάμετρος της αριστεράς κοιλίας, IVST το πάχος του μεσοκοιλιακού διαφράγματος, και PWT το πάχος του οπισθίου τοιχώματος. [9,10] Ο όγκος παλμού (SV) και ο όγκος παλμού αναγόμενος σε μονάδα επιφάνειας σώματος ( $SVI=SV/m^2$ ) της αριστερής κοιλίας, υπολογίζονταν χρησιμοποιώντας τις αυτοματοποιημένες μετρήσεις των όγκων της αριστεράς κοιλίας σύμφωνα με τον τύπο :  $SV= EDV-ESV$ , όπου EDV= τελοδιαστολικός όγκος της αριστερής κοιλίας και ESV= τελοσυστολικός όγκος της αριστερής κοιλίας. Στη συνέχεια υπολογίζονταν η καρδιακή παροχή (CO), όπου  $CO= SV$  (όγκος παλμού) x HR (καρδιακή συχνότητα), και οι συστηματικές αγγειακές αντιστάσεις (SVR), όπου  $SVR=$  μέση αρτηριακή πίεση (MAP) x 80 / CO. [13]

Οι μετρήσεις της κάτω κοίλης φλέβας περιελάμβαναν την μέγιστη διάμετρο της στο τέλος της εκπνοής (dIVCmax), το βαθμό σύμπτωσης της κατά την διάρκεια της ήρεμης αυτόματης αναπνοής (IVCCI) :

$$IVCCI = \left[ \frac{(\text{μέγιστη διάμετρος κάτω κοίλης φλέβας} - \text{ελάχιστη διάμετρος κάτω κοίλης φλέβας})}{\text{μέγιστη διάμετρος κάτω κοίλης φλέβας}} \right]$$

και τον λόγο  $\frac{dIVCmax}{IVCCI}$ . Οι μετρήσεις της κάτω κοίλης φλέβας πραγματοποιούνταν στον μακρύ της άξονα και στο σημείο αμέσως κεντρικότερα της εκβολής των ηπατικών φλεβών (Εικόνα 1C, 1D). [6,9]



**Εικόνα 1:** Υπερηχοκαρδιογραφικό πρωτόκολλο **(A)** Μέθοδος Simpson's biplane για τον υπολογισμό του κλάσματος εξώθησης με την χρήση αυτοματοποιημένων μετρήσεων των όγκων της αριστερής κοιλίας στις κορυφαίες προβολές δύο και τεσσάρων κοιλοτήτων **(B)** Ολική μέγιστη επιμήκης συστολική παραμόρφωση (GLPSS) όπως απεικονίζεται στο διάγραμμα bull's eye. Ο εσωτερικός δακτύλιος αντιπροσωπεύει την κορυφή της αριστεράς κοιλίας, ο μεσαίος δακτύλιος τα μέσα τμήματα, και ο εξωτερικός δακτύλιος τα βασικά τμήματα. Το έντονο κόκκινο αντιστοιχεί σε φυσιολογικό εύρος τιμών παραμόρφωσης ( $\geq 16$  %) και το απαλό κόκκινο σε μειωμένες τιμές παραμόρφωσης ( $-16$  με  $-11$  %) **(C)** Υποξιοφειδική προβολή της κάτω κοίλης φλέβας στην εκπνοή **(D)** Υποξιοφειδική προβολή της κάτω κοίλης φλέβας στην εισπνοή. GLPSS, Ολική μέγιστη επιμήκης συστολική παραμόρφωση, IVC, κάτω κοίλη φλέβα

### *2.3 Αναισθησιολογικό πρωτόκολλο και μετρήσεις*

Υπερηχογραφικά καθοδηγούμενοι περιφερικοί νευρικοί αποκλεισμοί (αποκλεισμός του μηριαίου νεύρου ή του διαμερίσματος της λαγόνιας περιτονίας και/ή αποκλεισμός του ισχιακού νεύρου με πλάγια ή οπίσθια προσπέλαση) πραγματοποιούνταν πριν την τοποθέτηση του ασθενούς σε πλάγια θέση επιπλέον της χορήγησης 10 με 20 mg προποφόλης για να προληφθεί ο πόνος κατά την τοποθέτηση σε θέση κατάλληλη για την διενέργεια της υπαραχνοειδούς αναισθησίας αλλά και για μετεγχειρητική αναλγησία. Η υπαραχνοειδής αναισθησία διενεργούνταν σε πλάγια θέση με υπαραχνοειδή έγχυση σκέτης ροπιβακαΐνης 0,75% με βελόνες διαμέτρου 22 ή 25 gauge (pencil-point).

Η δόση της ροπιβακαΐνης που χορηγούνταν κυμαίνονταν μεταξύ 12 και 18 mg (ανάλογα με την ηλικία, το ύψος, τον δείκτη μάζας σώματος και την λειτουργική κατάσταση του ασθενούς). Η διεγχειρητική αιμοδυναμική παρακολούθηση πραγματοποιούνταν με την χρήση ηλεκτροκαρδιογραφήματος 3 απαγωγών, παλμικής οξυμετρίας, και επεμβατικής μέτρησης της αρτηριακής πίεσης με την τοποθέτηση αρτηριακού καθετήρα στην κερκιδική αρτηρία. Οι ασθενείς που παρουσίασαν διεγχειρητικά μέση αρτηριακή πίεση (ΜΑΠ)  $\leq 65$  mmHg ή ποσοστιαία μεταβολή  $\geq 25\%$  σε σχέση με την προεγχειρητική τιμή αναφοράς θεωρήθηκαν υποτασικοί. Η χαμηλή ΜΑΠ λαμβάνονταν υπόψη αν είχε διάρκεια 30 sec και από την πραγματοποίηση της υπαραχνοειδούς αναισθησίας έως το τέλος του χειρουργείου. Οι ασθενείς που εμφάνισαν αρτηριακή υπόταση που συσχετίστηκε με την τοποθέτηση οστικού τσιμέντου, με τη λύση της ίσχαιμης περιόδου, με τη σημαντική διεγχειρητική αιμορραγία (απώλεια αίματος  $> 150$  ml) ή αυτοί που έλαβαν μετάγγιση συμπυκνωμένων ερυθρών αποκλείστηκαν από περαιτέρω ανάλυση.

### *2.4 Μετεγχειρητική φροντίδα*

Οι ασθενείς άμεσα μετεγχειρητικά μεταφέρονταν στην μονάδα μεταναισθητικής φροντίδας (ΜΜΑΦ), η οποία αποτελείται από εννέα κρεβάτια

και η μέση αναλογία νοσηλευτών ασθενών είναι 1:4. Η απόφαση για την μεταφορά των ασθενών από την μονάδα μεταναισθητικής φροντίδας στον θάλαμο νοσηλείας λαμβάνεται από τον υπεύθυνο αναισθησιολόγο με βάση πολλαπλά κλινικά κριτήρια και παραμέτρους παρακολούθησης.

Οι λόγοι για τους οποίους παρατηρήθηκε παράταση της παραμονής στην ΜΜΑΦ περιλαμβάνουν το μειωμένο επίπεδο συνείδησης, την παράταση του κεντρικού νευρικού κινητικού αποκλεισμού, την διέγερση, την υπόταση, την ταχυκαρδία (καρδιακή συχνότητα  $\geq 100$  bpm), την εμφάνιση άλλων αρρυθμιών (κοιλιακές αρρυθμίες, κολπική μαρμαρυγή με συχνότητα  $\geq 100$  bpm, κολπικός πτερυγισμός), την υποξία (κορεσμός αρτηριακού αίματος σε οξυγόνο  $SpO_2 \leq 90\%$ ,  $FiO_2=0,4$ ), την ανεπαρκή αναλγησία [ένταση του πόνου  $\geq 5$  στην κλίμακα VAS (Visual analogue scale)], τη ναυτία και τον έμετο, την υποθερμία (θερμοκρασία  $\leq 35,5$  °C) και την μειωμένη διούρηση (ωριαία διούρηση  $\leq 0,5$  ml/kg/h).

## **Γ. Στατιστική ανάλυση**

### *Μέγεθος δείγματος*

Αρχικά πραγματοποιήθηκε μία πιλοτική μελέτη με 20 ασθενείς που ανέδειξε ,σύμφωνα με την ανάλυση των καμπυλών ROC (receiver operating characteristic), την παράμετρο AUC (area under the curve) να είναι 0.91 για τον δείκτη dIVCmax/IVCCI και 0.82 για τον δείκτη IVCCI. Ο συντελεστής συσχέτισης μεταξύ των δύο δοκιμασιών ήταν 0.89 για την εμφάνιση υπότασης και 0.86 για την μη εμφάνιση υπότασης. Σύμφωνα με την ανάλυση στατιστικής ισχύος, υπολογίστηκε ότι θα χρειαζόταν ένα δείγμα 56 ασθενών (τουλάχιστον 28 σε κάθε ομάδα), έτσι ώστε οι δείκτες dIVCmax/IVCCI και IVCCI να έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων (όπως ορίζεται από την τιμή  $p < 0.05$ ).

### *Ανάλυση δεδομένων*

Οι ποσοτικές μεταβλητές αναλύθηκαν με το student t-test και οι κατηγορικές μεταβλητές με το  $\chi^2$  test. Η κανονικότητα εξετάστηκε με το Kolmogorov-

Smirnov test. Πραγματοποιήθηκε ανάλυση των καμπυλών ROC για την αξιολόγηση της διαγνωστικής ακρίβειας των υπερηχοκαρδιογραφικών δεικτών για την πρόβλεψη της υπότασης έπειτα από υπαραχνοειδή αναισθησία. Ο υπολογισμός της AUC και του αντίστοιχου διαστήματος εμπιστοσύνης (95% CI) έγινε σύμφωνα με τους Hanley and McNeil. [14] Η επίδραση διαφόρων κλινικών χαρακτηριστικών και υπερηχοκαρδιογραφικών δεικτών στην επίπτωση της υπότασης εξετάστηκε με λογιστική παλινδρόμηση. Οι καμπύλες AUC συγκρίθηκαν με την μέθοδο που περιγράφεται από τους DeLong et al. [15] Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως ποσοστά (%) ή ως μέση τιμή  $\pm$  σταθερά απόκλιση και ένα αποτέλεσμα θεωρείται στατιστικά σημαντικό όταν τιμή  $p < 0.05$ . Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με λογισμικό στατιστικής ανάλυσης (SPSS, 17.0, Chicago, IL; MedCalc Software, Mariakerke, Belgium).

#### **Δ. Αποτελέσματα**

Στην μελέτη εισήχθησαν 94 ασθενείς. Σε 24 από τους 94 ασθενείς (25%) δεν κατέστη εφικτή η πλήρης διαθωρακική υπερηχοκαρδιογραφική μελέτη λόγω κακού ακουστικού παράθυρου και μη αξιόπιστων μετρήσεων και δεν συμπεριελήφθησαν στην τελική ανάλυση. Το τελικό μέγεθος του δείγματος της μελέτης ήταν 70 ασθενείς, 31 ήταν άνδρες και 39 γυναίκες,  $79 \pm 6$  ετών και με δείκτη μάζας σώματος  $29.2 \pm 6$  kg/m<sup>2</sup>. Σύμφωνα με την σταδιοποίηση της λειτουργικής κατάστασης κατά AHA/ACC (American Heart Association/American College of Cardiology), 28 ασθενείς ήταν σταδίου I, 42 ήταν σταδίου II και κανένας ασθενής δεν ήταν σταδίου III. Σύμφωνα με την ταξινόμηση της φυσικής κατάσταση κατά ASA (American Society of Anaesthesiologists), κανένας ασθενής δεν ήταν 0 κατά ASA, 33 ασθενείς ήταν II κατά ASA και 37 ασθενείς ήταν III κατά ASA.

Το 41% των ασθενών (29 ασθενείς) εμφάνισε υπόταση και ένας από αυτούς εμφάνισε αιμορραγική καταπληξία οπότε και αποκλείστηκε από την μελέτη. Τα δημογραφικά και κλινικά χαρακτηριστικά των ασθενών και τα χαρακτηριστικά της επέμβασης σε συσχέτιση με την εμφάνιση υπότασης μετά την εφαρμογή υπαραχνοειδούς αναισθησίας συνοψίζονται στον πίνακα 1. Οι

υπερηχοκαρδιογραφικές δείκτες σε συσχέτιση με την εμφάνιση υπότασης μετά την εφαρμογή υπαραχνοειδούς αναισθησίας συνοψίζονται στον πίνακα 2. Οι υπερηχοκαρδιογραφικές μετρήσεις που είχαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ασθενών που εμφάνισαν υπόταση και αυτών που δεν εμφάνισαν ήταν η ολική μέγιστη επιμήκης συστολική παραμόρφωση (GLPSS), ο βαθμός σύμπτωσης της κάτω κοίλης φλέβας (IVCCI), ο λόγος dIVCmax/IVCCI και ο όγκος παλμού ανά μονάδα επιφάνειας σώματος (SVI).

**Πίνακας 1** Δημογραφικά χαρακτηριστικά και χαρακτηριστικά χειρουργικής επέμβασης

<b>Δημογραφικά χαρακτηριστικά και περιεγχειρητικά δεδομένα</b>	<b>Νορμοτασικοί ασθενείς (n=41)</b>	<b>Υποτασικοί ασθενείς (n=28)</b>	<b>Τιμή p</b>
Ηλικία, έτη	78 ±8	82 ±6	0.015
Φύλο, άνδρας/ γυναίκα	18/23	12/16	0.8
ΔΜΣ <sup>2</sup> , kg/m <sup>2</sup>	28.2 ±6.2	29.3 ±6	0.9
ASA <sup>1</sup> (II/III)	24/17	10/18	0.8
Δόση ροπιβακαΐνης, mg	14.3 ±2.7	15.1 ±3.7	0.17
Καρδιακή συχνότητα αναφοράς, σφυγμοί/λεπτό	76 ±9	78 ±8	0.27
Μέση αρτηριακή πίεση αναφοράς, mmHg	78.9 ±9	80 ±12	0.36
Χρόνος από την εφαρμογή της αναισθησίας έως το τέλος του χειρουργείου, λεπτά	82 ±19	92 ±25	0.09
<b>Είδος χειρουργικής επέμβασης</b>			
Εγγύς κάταγμα ισχίου/ ημιαρθροπλαστική	10	6	0.2
Διατροχαντήριο κάταγμα ισχίου	14	9	0.11
Κάταγμα ποδοκνημικής	3	5	0.9
Ακρωτηριασμοί κάτω άκρου	10	6	0.2
Κάταγμα επιγονατίδας ή κάταγμα μηριαίου	4	2	0.8

<sup>1</sup>ASA ταξινόμηση φυσικής κατάστασης κατά American Society of Anesthesiologists, <sup>2</sup>ΔΜΣ δείκτης μάζας σώματος

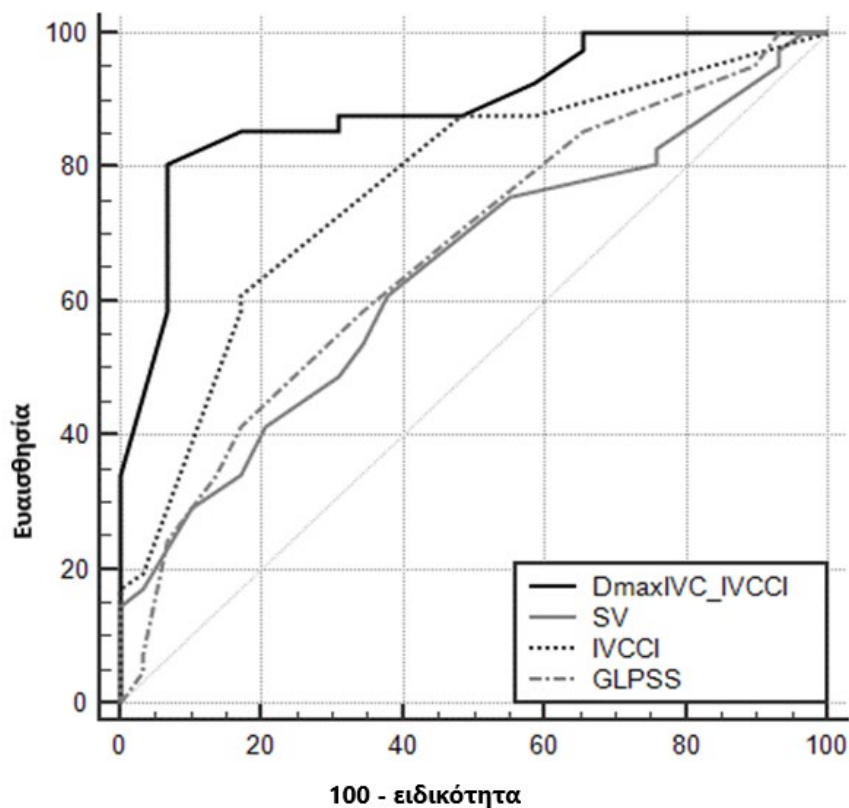


## Πίνακας 2 Υπερηχοκαρδιογραφικές μετρήσεις

Υπερηχοκαρδιογραφικές μετρήσεις	Νορμοτασικοί ασθενείς (n=41)	Υποτασικοί ασθενείς (n=28)	Τιμή p
IVCCI <sup>1</sup> , %	24 ±15	47 ±2	0.001
EF <sup>2</sup> , %	61 ±6	63 ±8	0.3
TAPSE <sup>3</sup> , mm	19 ±4.5	17.9 ±7.5	0.5
dIVCmax <sup>4</sup> /IVCCI	100 ±35	34 ±19	0.001
E <sup>5</sup> /Em <sup>6</sup>	9.7 ±1.6	9.6 ±1.7	0.8
SVI <sup>7</sup> , ml/m <sup>2</sup>	36.3 ±5	33 ±5	0.025
GLPSS <sup>8</sup> %	16.1 ±2.3	17.2 ±2.3	0.049
LVMl <sup>9</sup> , g/m <sup>2</sup>	102 ±14	103 ±13	0.58
SVR <sup>10</sup> , (dyn×sec)/cm <sup>2</sup>	1.145 ±250	1.065 ±196	0.18

<sup>1</sup>IVCCI collapsibility index of inferior vena cava, δείκτης συμπιεσιμότητας της κάτω κοίλης φλέβας, <sup>2</sup>EF ejection fraction, κλάσμα εξώθησης, <sup>3</sup>TAPSE tricuspid annular plane systolic excursion, μετακίνηση του δακτυλίου της τριγλώχινας κατά την συστολή, <sup>4</sup>dIVCmax maximum diameter of inferior vena cava, μέγιστη διάμετρος της κάτω κοίλης φλέβας, <sup>5</sup>E peak velocity flow in early diastole, μέγιστη ταχύτητα της διαμπτροειδικής ροής στην αρχή της διαστολής, <sup>6</sup>Em the average of peak velocities in early diastole of lateral and septal mitral annulus, ο μέσος όρος των μέγιστων των ταχυτήτων στο πλάγιο τοίχωμα και στο μεσοκοιλιακό διάφραγμα στην αρχή της διαστολής, <sup>7</sup> SVI stroke volume index, όγκος παλμού ανά μονάδα επιφάνειας σώματος <sup>8</sup>GLPSS global longitudinal peak systolic strain, ολική μέγιστη συστολική παραμόρφωση, <sup>9</sup>LVMl left ventricle mass index, μάζα της αριστερής κοιλίας ανά μονάδα επιφάνειας σώματος, <sup>10</sup>SVR systemic vascular resistance, συστηματικές περιφερικές αντιστάσεις

Η μέτρηση του προεγχειρητικού λόγου dIVCmax/IVCCI είχε την μεγαλύτερη διαγνωστική αξία για την πρόβλεψη της υπότασης επαγόμενης από υπαραχνοειδή αναισθησία, όπως φαίνεται στο διάγραμμα 1. Ο λόγος dIVCmax/IVCCI < 43 είχε σημαντικά μεγαλύτερη διαγνωστική ισχύ σε σχέση με την IVCCI > 0.3,  $p=0.032$ . Οι τιμές αναφοράς και η διαγνωστική ισχύς των υπερηχοκαρδιογραφικών μετρήσεων συνοψίζονται στον Πίνακα 3. Η ανάλυση λογιστικής παλινδρόμησης ανέδειξε ότι ο λόγος dIVCmax/IVCCI, dIVCmax-to-IVCCI (odds ratio 0.25, 95% CI 0.62-0.96;  $p = 0.013$ ) και η ηλικία (odds ratio 0.48; 95% CI 0.43-0.87;  $p = 0.0012$ ) είναι σημαντικοί παράγοντες πρόβλεψης της υπότασης έπειτα από υπαραχνοειδή αναισθησία. Όσον αφορά τον χρόνο παραμονής των ασθενών στην μονάδα μεταναισθητικής φροντίδας, δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ασθενών που εμφάνισαν υπόταση και αυτών που δεν εμφάνισαν,  $80 \pm 34$  min και  $84 \pm 45$  min, αντίστοιχα,  $p=0.7$ .



**Διάγραμμα 1** Ανάλυση καμπυλών ROC, Receiver Operating Characteristic Curve, για την διαγνωστική ισχύ των υπερηχοκαρδιογραφικών δεικτών για την πρόβλεψη της υπότασης επαγόμενης από υπαραχνοειδή αναισθησία. dIVCmax maximum diameter of IVC at expiration, μέγιστη διάμετρος της κάτω κοίλης φλέβας στην εκπνοή, GLPSS global longitudinal peak systolic strain, ολική μέγιστη συστολική παραμόρφωση, IVCCI inferior vena cava collapsibility index, δείκτης συμπίεσιμότητας της κάτω κοίλης φλέβας, SVI stroke volume index, όγκος παλμού ανά μονάδα επιφάνειας σώματος.

**Πίνακας 3** Διαγνωστική ισχύς των υπερηχοκαρδιογραφικών δεικτών στην πρόβλεψη της υπότασης επαγόμενης από υπαραχνοειδή αναισθησία

<b>Δείκτης</b>	<b>AUC<sup>1</sup>, 95% CI<sup>2</sup></b>	<b>Cutoff Value</b>	<b>Se<sup>8</sup> %</b>	<b>Sp<sup>9</sup> %</b>	<b>PPV<sup>7</sup> %</b>	<b>NPV<sup>6</sup> %</b>
dIVCmax <sup>3</sup> /IVCCI	0.89 (0.78-0.95)	<43	93	80.5	91	81
IVCCI <sup>5</sup>	0.77 (0.66-0.86)	>0.3	82	61	67	77
SVI <sup>10</sup>	0.64 (0.51-0.76)	<34	65	62	68	80
GLPSS <sup>4</sup>	0.67 (0.5-0.7)	>17	72	55	70	81

<sup>1</sup>AUC area under the curve, εμβαδό κάτω από την ROC καμπύλη, <sup>2</sup>CI confidence interval, διάστημα εμπιστοσύνης, <sup>3</sup>dIVC max maximum diameter of inferior vena cava, μέγιστη διάμετρος της κάτω κοίλης φλέβας, <sup>4</sup>GLPSS global longitudinal peak systolic strain, ολική μέγιστη συστολική παραμόρφωση, <sup>5</sup> IVCCI collapsibility index of inferior vena cava, δείκτης συμπίεσιμότητας της κάτω κοίλης φλέβας, <sup>6</sup>NPV negative predictive value, αρνητική προγνωστική αξία, <sup>7</sup>PPV positive predictive value, θετική προγνωστική αξία, <sup>8</sup>Se sensitivity, ευαισθησία, <sup>9</sup>Sp specificity, ειδικότητα, <sup>10</sup>SVI stroke volume index, όγκος παλμού ανά επιφάνεια σώματος

## **Ε. Συζήτηση**

Η βασική διεγχειρητική αιμοδυναμική παρακολούθηση, κατά την εφαρμογή περιοχικής αναισθησίας, όπως συστήνεται από την Βρετανική Εταιρεία Αναισθησιολογίας, αποτελείται από την μη επεμβατική μέτρηση της αρτηριακής πίεσης, το ηλεκτροκαρδιογράφημα και την παλμική οξυμετρία. [17] Η αιμοδυναμική παρακολούθηση συστήνεται να διατηρείται από την εφαρμογή της περιοχικής αναισθησίας έως και 30 λεπτά μετά την παρέλευση του αποκλεισμού. Η πλειονότητα των αναισθησιολόγων χρησιμοποιεί τις παραπάνω βασικές μεθόδους αιμοδυναμικής παρακολούθησης, ακόμα και σε ασθενείς με συννοσηρότητες από το καρδιαγγειακό. [16] Η απεικόνιση της κάτω κοίλης φλέβας με την χρήση της διαθωρακικής υπερηχοκαρδιογραφίας

είναι μια μη επεμβατική μέθοδος αιμοδυναμικής παρακολούθησης που δεν εμφανίζει μεγάλη καμπύλη εκμάθησης και παρουσιάζει μεγάλη επαναληψιμότητα. Οι υπερηχοκαρδιογραφικές μετρήσεις της διαμέτρου και της αναπνευστικής διακύμανσης της κάτω κοίλης φλέβας μπορούν να δώσουν χρήσιμες πληροφορίες για την αιμοδυναμική κατάσταση ενός ασθενούς περιεγχειρητικά και να προβλέψουν την αιμοδυναμική απόκριση στην υπαραχνοειδή αναισθησία.

Οι υπερηχογραφικές μετρήσεις της κάτω κοίλης φλέβας έχουν χρησιμοποιηθεί τόσο σαν στατικοί δείκτες εκτίμησης του προφορτίου όσο και σαν δυναμικοί δείκτες εκτίμησης της ανταποκρισιμότητας στην χορήγηση υγρών. Η χρήση των μετρήσεων της κάτω κοίλης φλέβας για τον υπολογισμό της κεντρικής φλεβικής πίεσης συστήνεται από τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής και Αμερικανικής εταιρείας υπερηχοκαρδιογραφίας ήδη από το 2010. Η κεντρική φλεβική πίεση σαν δείκτης εκτίμησης του προφορτίου έχει μελετηθεί ευρέως και είναι απαραίτητο να ερμηνεύεται στην κλινική πράξη λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμούς της. Οι μετρήσεις της κάτω κοίλης φλέβας έχουν μελετηθεί σαν δείκτης εκτίμησης του προφορτίου για την διάγνωση του υπογκαιμικού σοκ και της αφυδάτωσης, τόσο στο τμήμα επειγόντων περιστατικών όσο και στην μονάδα εντατικής θεραπείας, ανεξάρτητα από την συσχέτιση τους με την κεντρική φλεβική πίεση. [10, 17-19]

Η ικανότητα διάφορων δυναμικών δεικτών, όπως είναι και η αναπνευστική διακύμανση της κάτω κοίλης φλέβας, να προβλέπουν την ανταποκρισιμότητα στη χορήγηση υγρών έχει μελετηθεί ευρέως. [4,18,19] Η συστηματική ανασκόπηση και μετα-ανάλυση των Orso et al ανέδειξε την ετερογένεια των μελετών που έχουν εξετάσει την αναπνευστική διακύμανση της κάτω κοίλης φλέβας σαν δείκτη ανταποκρισιμότητας στα υγρά. [4] Η ετερογένεια στον σχεδιασμό των μελετών και κατ'επέκταση στα αποτελέσματά τους καθιστά δύσκολη την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την αποτελεσματικότητα και την ακρίβεια του δείκτη σε ένα εύρος κλινικών καταστάσεων. Η παρούσα μελέτη εστίασε στην ικανότητα των μετρήσεων της κάτω κοίλης φλέβας για την πρόβλεψη της υπότασης μετά από υπαραχνοειδή αναισθησία και όχι στην προβλεπτική της ικανότητα της ανταποκρισιμότητας στη χορήγηση υγρών.

Οι Ceruti et al ανέδειξαν ότι η κατευθυνόμενη χορήγηση υγρών με βάση τις υπερηχογραφικές μετρήσεις της κάτω κοίλης φλέβας, πριν την εφαρμογή υπαραχνοειδούς αναισθησίας, μπορεί να μειώσει τα επεισόδια υπότασης που προκαλούνται από τον κεντρικό αποκλεισμό. [20] Στη συγκεκριμένη μελέτη, ο βαθμός σύμπτωσης της κάτω κοίλης φλέβας (IVCCI) είχε καλή συσχέτιση με τον όγκο των χορηγούμενων υγρών αλλά δεν μπόρεσε να προβλέψει την υπόταση μετά από υπαραχνοειδή αναισθησία.

Ο δείκτης που μελετήθηκε, μεταξύ άλλων, στην παρούσα μελέτη ήταν ο λόγος της μέγιστης διαμέτρου προς τον δείκτη συμπίεσιμότητας της κάτω κοίλης φλέβας ( $dIVC_{max}/IVCCI$ ). Ο λόγος που επιλέχθηκε ο συγκεκριμένος δείκτης βασίστηκε στην υπόθεση ότι ο συνδυασμός μιας στατικής (μέγιστη διάμετρος της κάτω κοίλης φλέβας,  $dIVC_{max}$ ) αλλά και μιας δυναμικής συνιστώσας (αναπνευστική διακύμανση της κάτω κοίλης φλέβας, IVCCI) πιθανά μπορεί να προβλέψει καλύτερα την απάντηση του καρδιαγγειακού στην υπαραχνοειδή αναισθησία. Ο συγκεκριμένος δείκτης ( $dIVC_{max}/IVCCI$ ) εμφάνισε σημαντική διαγνωστική ακρίβεια για την πρόβλεψη της υπότασης μετά από υπαραχνοειδή αναισθησία σε έναν πληθυσμό ηλικιωμένων ασθενών που υποβάλλονται σε ορθοπεδικό χειρουργείο. Επίσης, ο συγκεκριμένος λόγος είχε μεγαλύτερη διαγνωστική ισχύ για την πρόβλεψη της υπότασης από υπαραχνοειδή αναισθησία σε σχέση με άλλους ευρέως χρησιμοποιούμενους υπερηχοκαρδιογραφικούς δείκτες όπως είναι και ο δείκτης συμπίεσιμότητας της κάτω κοίλης φλέβας (IVCCI). Επομένως, ασθενείς με μικρή κάτω κοίλη φλέβα στο τέλος της εκπνοής που συμπίεζεται σημαντικά κατά την εισπνοή θα εμφανίσουν με μεγαλύτερη πιθανότητα υπόταση μετά από υπαραχνοειδή αναισθησία σε σχέση με αυτούς τους ασθενείς που εμφανίζουν μόνο μεγάλη συμπίεσιμότητα της κάτω κοίλης.

Η μικρή διάμετρος της κάτω κοίλης φλέβας στο τέλος της εκπνοής και η μεγάλη συμπίεσιμότητα της στην διάρκεια της αυτόματης αναπνοής της έχουν συσχετισθεί με την αφυδάτωση και την υπογκαιμία. [6,7] Επομένως, πιθανά οι χαμηλές μετρήσεις του λόγου ( $dIVC_{max}/IVCCI$ ) προεγχειρητικά να σχετίζονται με συνυπάρχουσα αφυδάτωση ή υπογκαιμία. Οι ηλικιωμένοι ασθενείς με κάταγμα ισχίου εμφανίζουν συχνά κάποιου βαθμού αφυδάτωση ή υπογκαιμία λόγω απώλειας αίματος. Οι μειωμένες εφεδρείες του καρδιαγγειακού

συστήματος που παρατηρούνται με την γήρανση μπορεί να οδηγήσουν σε εξεσημασμένη αιμοδυναμική αστάθεια σαν απάντηση στον αποκλεισμό του συμπαθητικού από την υπαραχνοειδή αναισθησία, ιδιαίτερα αν προϋπάρχει κάποιου βαθμού αφυδάτωση ή υπογκαιμία. [1,3] Επομένως, οι συγκεκριμένοι ασθενείς πιθανά να ωφεληθούν σημαντικά από την χορήγηση υγρών πριν από την εφαρμογή της αναισθησίας. Η αποφυγή της διεγχειρητικής υπότασης, ιδιαίτερα σε αυτήν την ομάδα των ασθενών με μειωμένες καρδιαγγειακές εφεδρείες, είναι κρίσιμης σημασίας. Η εμφάνιση υπότασης διεγχειρητικά αποτελεί ανεξάρτητο παράγοντα κινδύνου για την εμφάνιση επιπλοκών στην μετεγχειρητική περίοδο, όπως έμφραγμα του μυοκαρδίου, εγκεφαλικό επεισόδιο, καρδιακή ανεπάρκεια και οξεία νεφρική βλάβη. [21-24] Επίσης, έχει συσχετισθεί με μεγαλύτερη διάρκεια παραμονής στο νοσοκομείο και αυξημένη θνητότητα στον πρώτο χρόνο. [21,22] Στην παρούσα μελέτη, οι δύο ομάδες ασθενών (αυτοί που εμφάνισαν υπόταση και αυτοί που δεν εμφάνισαν) δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές στον χρόνο παραμονής τους στην μονάδα μεταναισθητικής φροντίδας. Είναι πιθανό αυτό να οφείλεται στην άμεση αντιμετώπιση της υπότασης διεγχειρητικά με χορήγηση υγρών και αγγειοσυσπαστικών. Η ίση διάρκεια παραμονής στην μονάδα μεταναισθητικής φροντίδας των υποτασικών και των νορμοτασικών ασθενών δεν αποκλείει την εμφάνιση επιπλοκών μεταγενέστερα κατά την διάρκεια της νοσηλείας τους.

Σχετικά με το επίπεδο του αισθητικού αποκλεισμού που επετεύχθη με την υπαραχνοειδή αναισθησία, η παρούσα μελέτη χρησιμοποίησε ένα μέγιστο και ένα ελάχιστο όριο. Σύμφωνα με την υπάρχουσα βιβλιογραφία, η μέγιστη επέκταση 15 mg ροπιβακαίνης υπαραχνοειδώς είναι περίπου στο επίπεδο Θ4 ενώ ο χρόνος μέχρι την μέγιστη επέκταση είναι από 5 έως 60 λεπτά. [25] Γι' αυτό το λόγο, αποφασίσαμε να παρακολουθούμε τους ασθενείς για εμφάνιση υπότασης για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα, πιο συγκεκριμένα από την εφαρμογή της υπαραχνοειδούς αναισθησίας έως το τέλος του χειρουργείου. Επίσης, θα πρέπει να επισημάνουμε ότι η δόση της ροπιβακαίνης δεν διέφερε σημαντικά μεταξύ της ομάδας των ασθενών που εμφάνισαν υπόταση και αυτών που δεν εμφάνισαν.

Ο συχνότερα χρησιμοποιούμενος υπερηχοκαρδιογραφικός δείκτης για την εκτίμηση της λειτουργικότητας της αριστερής κοιλίας είναι το κλάσμα

εξώθησης. [11,26] Το κλάσμα εξώθησης είναι μια θεμελιώδης μέτρηση της λειτουργικότητας της αριστερής κοιλίας που εκτιμά κατά κύριο λόγο την ακτινική της πάχυνση. Οι νεότεροι μέθοδοι μέτρησης της μυοκαρδιακής παραμόρφωσης (myocardial strain techniques) έχουν καταστήσει δυνατή την εκτίμηση της λειτουργικότητας της αριστερής κοιλίας και στους τρεις άξονες της κίνησής της (επιμήκη, ακτινική και κυκλοτερή). Η μειωμένη κίνηση στον επιμήκη άξονα (όπως εκφράζεται από την μέτρηση της ολικής μέγιστης επιμήκους συστολικής παραμόρφωσης- GLPSS) έχει συσχετισθεί με την εμφάνιση υπενδοκάρδιας ισχαιμίας. [27-29] Ο συνδυασμός των μετρήσεων του κλάσματος εξώθησης με την μέγιστη ολική επιμήκη συστολική παραμόρφωση της αριστερής κοιλίας μπορούν να βοηθήσουν στην συνολική εκτίμηση της λειτουργικότητας της αριστερής κοιλίας. Η γήρανση φαίνεται να επηρεάζει την κινητικότητα της αριστερής κοιλίας κυρίως κατά τον επιμήκη της άξονα, γεγονός που τονίζει την σημασία των μετρήσεων της ολικής μέγιστης επιμήκους συστολικής παραμόρφωσης στον πληθυσμό της παρούσας μελέτης. [29,30]

Το κλάσμα εξώθησης της αριστερής κοιλίας παρουσίαζε φυσιολογικές τιμές τόσο στην ομάδα των ασθενών που εμφάνισαν υπόταση όσο και αυτών που δεν εμφάνισαν. Αντίθετα, η μέγιστη καθολική επιμήκης συστολική παραμόρφωση διέφερε μεταξύ υποτασικών και νορμοτασικών ασθενών, αλλά η διαγνωστική της ισχύ για την πρόβλεψη της υπότασης επαγόμενης από υπαραχνοειδή αναισθησία ήταν χαμηλότερη σε σχέση με τον δείκτη συμπίεσιμότητας της κάτω κοίλης φλέβας (IVCCI) και τον λόγο της μέγιστης διαμέτρου προς την συμπίεσιμότητα της (dIVCmax/IVCCI). Οι τιμές της μέγιστης ολικής επιμήκους συστολικής παραμόρφωσης (GLPSS) ήταν σημαντικά υψηλότερες στην ομάδα των υποτασικών ασθενών σε σχέση με τους νορμοτασικούς ασθενείς. Ο όγκος παλμού και ο λόγος της μέγιστης διαμέτρου προς την συμπίεσιμότητα της κάτω κοίλης φλέβας (dIVCmax/IVCCI) εμφάνιζαν χαμηλότερες τιμές στην ομάδα των ασθενών που εμφάνισαν υπόταση, υποδηλώνοντας πιθανά υπογκαιμική κατάσταση. Επομένως, θα μπορούσαμε να συμπεράνουμε ότι η ενισχυμένη κινητικότητα της αριστερής κοιλίας κατά τον επιμήκη άξονα αποτελεί έναν αντιρροπιστικό μηχανισμό για το μειωμένο προφόρτιο.

Η παρούσα μελέτη παρουσιάζει περιορισμούς. Η μη τοποθέτηση κεντρικού φλεβικού καθετήρα για την επεμβατική μέτρηση της κεντρικής φλεβικής πίεσης, δεν επέτρεψε και την συσχέτιση των μετρήσεων της κάτω κοίλης φλέβας με την τιμή της κεντρικής φλεβικής πίεσης. [7,8] Ο καθετηριασμός κεντρικής φλέβας για επεμβατικές μετρήσεις όπως η κεντρική φλεβική πίεση, η πίεση στην πνευμονική αρτηρία και η πίεση ενσφήνωσης της πνευμονικής αρτηρίας, θεωρήθηκε ότι θα υπέβαλε σε έναν επιπλέον κίνδυνο τον πληθυσμό της μελέτης και γι αυτό το λόγο δεν πραγματοποιούνταν. Παρόλα αυτά, πραγματοποιούνταν μη επεμβατικές υπερηχοκαρδιογραφικές μετρήσεις όπως ο λόγος E/Em, ο οποίος έχει καλή συσχέτιση με την πίεση ενσφήνωσης της πνευμονικής αρτηρίας. [12,30]

Η πλήρης και λεπτομερής υπερηχοκαρδιογραφική μελέτη που πραγματοποιούνταν στα πλαίσια της μελέτης είχε στόχο να συμπεριλάβουμε όσο το δυνατόν περισσότερες υπερηχοκαρδιογραφικές μετρήσεις, έτσι ώστε να μπορέσουμε να εντοπίσουμε τον πιο ευαίσθητο ή και ειδικό δείκτη για την πρόβλεψη της υπότασης επαγόμενης από υπαραχνοειδή αναισθησία. Οι μετρήσεις και η ανάλυση των υπερηχοκαρδιογραφικών δεδομένων πραγματοποιούνταν σε δεύτερο χρόνο, μετά το πέρας του χειρουργείου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο λόγος της μέγιστης διαμέτρου προς την συμπίεσιμότητα της κάτω κοίλης φλέβας (dIVCmax/IVCCI), ήταν ο καλύτερος δείκτης για την πρόβλεψη της υπότασης επαγόμενης από υπαραχνοειδή αναισθησία. Οι υπερηχογραφικές μετρήσεις της κάτω κοίλης φλέβας είναι ένα εύκολο στην εκμάθηση παρακλίνιο εργαλείο. [4-7] Οι ασθενείς που συμπεριελήφθησαν στην μελέτη, είχαν φυσιολογικό κλάσμα εξώθησης και φλεβοκομβικό ρυθμό και κλινικά δεν εμφάνιζαν σημεία καρδιακής ανεπάρκειας. Η παρουσία καρδιακής ανεπάρκειας με επηρεασμένο κλάσμα εξώθησης και αρρυθμιών θεωρήθηκε ότι θα μπορούσαν να αποτελέσουν συγχυτικούς παράγοντες και ορίστηκαν ως κριτήρια αποκλεισμού. Για παράδειγμα, στους ασθενείς με κολπική μαρμαρυγή ή άλλες σημαντικές αρρυθμίες, η μεταβλητότητα του διαστήματος RR μπορεί να επηρεάσει την αξιοπιστία υπερηχοκαρδιογραφικών μετρήσεων όπως είναι ο λόγος E/Em και η μέγιστη καθολική επιμήκης συστολική παραμόρφωση (GLPSS). [26,29] Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης αφορούν και βρίσκουν εφαρμογή



μόνο σε ηλικιωμένους ασθενείς που υποβάλλονται σε ορθοπεδικές επεμβάσεις υπό υπαραχνοειδή αναισθησία με ροπιβακαΐνη.

Συμπερασματικά, ο υπερηχοκαρδιογραφικός δείκτης που μπορεί να προβλέψει με την μεγαλύτερη ακρίβεια την επίπτωση της υπότασης σε ηλικιωμένους ασθενείς που υποβάλλονται σε υπαραχνοειδή αναισθησία είναι ο λόγος της μέγιστης διαμέτρου προς την συμπίεσιμότητα της κάτω κοίλης φλέβας (dIVCmax/IVCCI).

## **ΣΤ. Βιβλιογραφία**

1. Stern S, Behar S, Gottlieb S. Aging and diseases of the heart. *Circulation* 2003;108:e99–e101
2. Orso D, Guglielmo N, Federici N, et al. Accuracy of the caval index and the expiratory diameter of the inferior vena cava for the diagnosis of dehydration in elderly. *J Ultrasound* 2016;8(19):203–9
3. Critchley LAH, Stuart JC, Short TG, et al. Haemodynamic effects of subarachnoid block in elderly patients. *Br J Anaesth* 1994;73:464–70
4. Orso D, Paoli I, Piani T, et al. Accuracy of ultrasonographic measurements of inferior vena cava to determine fluid responsiveness: A systematic review and meta-analysis. *J Intensive Care Med* 2018 Jan 1
5. Zhang J, Critchley LA. Inferior vena cava ultrasonography before general anesthesia can predict hypotension after induction. *Anesthesiology* 2016;124:580–9
6. Dipti A, Soucy Z, Surana A, Chandra S. Role of inferior vena cava diameter in assessment of volume status: A meta-analysis. *Am J Emerg Med* 2012;30:1414–9
7. Stawicki SP, Braslow BM, Panebianco NL, et al. Intensivist use of hand carried ultrasonography to measure IVC collapsibility in estimating intravascular volume status: Correlations with CVP. *J Am Coll Surg* 2009;209:55–61
8. Eleid MF, Foley TA, Said SM, et al. Severe mitral annular calcification: Multimodality imaging for therapeutic strategies and interventions. *JACC Cardiovasc Imaging* 2016;9:1318–37
9. Feigenbaum H. The echocardiographic examination. In: Feigenbaum H, Armstrong WF, Ryan T, eds. *Feigenbaum's echocardiography*, end 6, Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2005:107–9

10. Lang RM, Padano LP, Mor-Avi V, et al. Recommendations for cardiac chambers quantification by echocardiography in adults: An update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2015;16:233–70
11. Yingchoncharoen T, Agarwal S, Popovic ZB, et al. Normal ranges of left ventricular strain: A meta-analysis. *J Am Soc Echocardiogr* 2013;26:185
12. Nagueh SF, Smiseth OA, Appleton CP, et al. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography: An update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2016;17:1321–36
13. Razavi A, Newth CJL, Khemani RG, et al. Cardiac output and systemic vascular resistance: Clinical assessment compared with a noninvasive objective measurement in children with shock. *J Crit Care* 2017;39:6–10
14. Hanley JA, McNeil BJ. The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve. *Radiology* 1982;143:29–36
15. DeLong ER, DeLong DM, Clarke-Pearson DL. Comparing the areas under two or more correlated receiver operating characteristic curves: A nonparametric approach. *Biometrics* 1988;44:837–45
16. Cannesson M, Pestel G, Ricks C, et al. Hemodynamic monitoring and management in patients undergoing high risk surgery: A survey among North American and European anesthesiologists. *Crit Care* 2011;15:R197
17. Klein AA, Meek T, Allcock E et al. Recommendations for standards of monitoring during anaesthesia and recovery 2021: Guideline from the Association of Anaesthetists. *Anaesthesia*. 2021 Sep;76(9):1212-1223
18. Saranteas T, Manikis D, Papadimos T, et al. Intraoperative TTE inferior vena cava monitoring in elderly orthopaedic patients with cardiac disease and spinal-induced hypotension. *J Clin Monit Comput* 2017;3:919–26
19. Brennan JM, Blair JE, Goonewardena S, et al. Reappraisal of the use of inferior vena cava for estimating right atrial pressure. *J Am Soc Echocardiogr* 2007;20:857–61
20. Nagdev AD, Merchant RC, Tirado-Gonzalez A, et al. Emergency department bedside ultrasonographic measurement of the caval index for noninvasive determination of low central venous pressure. *Ann Emerg Med* 2010;55:290–5
21. Ceruti S, Anselmi L, Minotti B, et al. Prevention of arterial hypotension after spinal anesthesia using vena cava ultrasound to guide fluid management. *Br J Anaesth* 2018;120:101–8

22. Reich DL, Bodian CA, Krol M, et al. Intraoperative hemodynamic predictors of mortality, stroke, and myocardial infarction after coronary artery bypass surgery. *Anesth Analg* 1999;89:814–22
23. Lienhart A, Auroy Y, Pequignot F, et al. Survey of anesthesia-related mortality in France. *Anesthesiology* 2006;105:1087–97
24. Saranteas T, Mavrogenis AF, Poularas J, et al. Cardiovascular ultrasonography detection of embolic sources in trauma. *J Crit Care* 2018;45:215–9
25. Kahn RL, Marino V, Urquhart B, et al. Hemodynamic changes associated with tourniquet use under epidural anesthesia for total knee arthroplasty. *Reg Anesth* 1992;17:228–32
26. Kallio H, Sn€all EV, Tuomas CA, et al. Comparison of hyperbaric and plain ropivacaine 15 mg in spinal anesthesia for lower limb surgery. *Br J Anaesth* 2004;93:664–9
27. Mor-Avi V, Lang RM, Badano LP, et al. Current and evolving echocardiographic techniques for the quantitative evaluation of cardiac mechanics: ASE/EAE consensus statement on methodology and indications endorsed by the Japanese Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2011;24:277–313
28. Nikitin NP, Loh PH, de Silva R, et al. Left ventricular morphology, global and longitudinal function in normal older individuals: A cardiac magnetic resonance study. *Int J Cardiol* 2006;10:76–83
29. Edvardsen T, Helle-Valle T, Smiseth OA. Systolic dysfunction in heart failure with normal ejection fraction: Speckle-tracking echocardiography. *Prog Cardiovasc Dis* 2006;49:207–14
30. Zghal F, Bougteb H, Reant P, et al. Assessing global and regional left ventricular myocardial function in elderly patients using the bidimensional strain method. *Echocardiography* 2011;28:978–82
31. Modin D, Sengeløv M, Jørgensen PG, et al. Global longitudinal strain corrected by RR interval is a superior predictor of all-cause mortality in patients with systolic heart failure and atrial fibrillation. *ESC Heart Fail* 2018;5:311–8

### III. Δημοσιεύσεις της παρούσας διατριβής

#### Η χρήση της υπερηχοκαρδιογραφίας για την πρόβλεψη της υπότασης επαγόμενης από υπαραχνοειδή αναισθησία σε ηλικιωμένους ασθενείς

**Σκοπός:** Ο σκοπός της μελέτης ήταν να μελετήσουμε αναδρομικά τα διαγνωστικά χαρακτηριστικά συγκεκριμένων υπερηχοκαρδιογραφικών μετρήσεων, σε ηλικιωμένους ασθενείς, που υποβάλλονται σε χειρουργικές επεμβάσεις κάτω άκρου, υπό υπαραχνοειδή αναισθησία. Δόθηκε έμφαση σε δύο δείκτες, την IVCCI και τον λόγο dIVCmax προς IVCCI, όπου dIVCmax είναι η μέγιστη διάμετρος της κάτω κοίλης φλέβας στην εκπνοή και IVCCI είναι ο δείκτης συμπίεσιμότητας της κάτω κοίλης φλέβας.

**Υλικό και μέθοδος:** Σε 70 ασθενείς διενεργήθηκε διαθωρακική υπερηχοκαρδιογραφική μελέτη πριν την εφαρμογή της υπαραχνοειδούς αναισθησίας, βάσει συγκεκριμένων κριτηρίων και πρωτοκόλλου. Οι υπερηχοκαρδιογραφικές μετρήσεις που πραγματοποιούνταν συμπεριελάμβαναν την IVCCI και τον λόγο dIVCmax προς IVCCI, το κλάσμα εξώθησης, την ολική μέγιστη επιμήκη συστολική παραμόρφωση, την συστολική μετακίνηση του δακτυλίου της τριγλώχινας, τον λόγο της μέγιστης ταχύτητας της ροής προς το μέσο όρο των μεγίστων ταχυτήτων κίνησης του δακτυλίου της μιτροειδούς στο πλάγιο τοίχωμα και στο μεσοκοιλιακό διάφραγμα στην αρχή της διαστολής, τον όγκο παλμού και την μάζα της αριστερής κοιλίας. Υποτασικοί, θεωρήθηκαν οι ασθενείς οι οποίοι, διεγχειρητικά εμφάνισαν μέση αρτηριακή πίεση κάτω από 65 mmHg ή 25% μείωση της προεγχειρητικής τους αρτηριακής πίεσης.

**Αποτελέσματα:** 28 από τους 70 ασθενείς εμφάνισαν υπόταση που αποδόθηκε στην υπαραχνοειδή αναισθησία. Ο λόγος dIVCmax προς IVCCI είχε την μεγαλύτερη διαγνωστική αξία. Συγκεκριμένα, η μέτρηση του λόγου dIVCmax προς IVCCI κάτω από 43 είχε σημαντικά μεγαλύτερη διαγνωστική ισχύ σε σχέση με τη μέτρηση της IVCCI πάνω από 0.3. Η ανάλυση λογιστικής παλινδρόμησης ανέδειξε ότι ο λόγος dIVCmax/IVCCI και η ηλικία είναι οι

καλύτεροι προβλεπτικοί παράγοντες της υπότασης έπειτα από υπαραχνοειδή αναισθησία.

**Συμπεράσματα:** Η προεγχειρητική μέτρηση του λόγου  $dIVC_{max}/IVCCI$  ,σε ηλικιωμένους ασθενείς, μπορεί να προβλέψει την υπόταση έπειτα από υπαραχνοειδή αναισθησία καλύτερα από την  $IVCCI$  και άλλες υπερηχοκαρδιογραφικές μετρήσεις. Τόσο ο λόγος  $dIVC_{max}/IVCCI$ , όσο και η ηλικία του ασθενούς, μπορούν να λειτουργήσουν σαν προβλεπτικοί παράγοντες της υπότασης έπειτα από υπαραχνοειδή αναισθησία σε ηλικιωμένους ασθενείς.

## **The Utility of Echocardiography for the Prediction of Spinal-Induced Hypotension in Elderly Patients: Inferior Vena Cava Assessment Is a Key Player**

*Theodosios Saranteas, MD\*<sup>1</sup>, Helen Spiliotaki, MD\*, Iosifina Koliantzaki, MD\*, Dimosthenis Koutsomanolis, MD\*, Evangelia Kopanaki, MD\*, Thomas Papadimos, MD<sup>1</sup>, Georgia Kostopanagiotou, MD\**

*\*Second Department of Anaesthesiology, National and Kapodistrian University of Athens, Medical School, Athens, Greece, <sup>1</sup>Department of Anesthesiology, The Ohio State University, Wexner Medical Center, Columbus, OH*

*Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia 33 (2019) 24212427*

**Objectives:** To prospectively assess the diagnostic performance of echocardiographic measurements before spinal anesthesia in elderly patients undergoing lower limb surgery. Emphasis was placed on the dIVCmax-to-IVCCI ratio and IVCCI, where dIVCmax was the maximum diameter of inferior vena cava (IVC) at expiration and IVCCI was the collapsibility index of IVC.

**Design:** Open cohort, prospective, single-center study.

**Setting:** University hospital.

**Interventions:** A transthoracic echocardiography examination was performed in 70 patients before spinal anesthesia under standard criteria and protocol. Patients with intraoperative mean arterial pressure 65 mmHg or 25% reduction of its preoperative baseline were considered hypotensive.

**Measurements and Main Results:** Preoperative echocardiographic measurements, including IVCCI, dIVCmax-to-IVCCI, ejection fraction, global longitudinal peak systolic strain, tricuspid annular plane systolic excursion, ratio of peak velocity flow in early diastole and average of peak velocities in early diastole of lateral and septal mitral annulus, stroke volume index, and left ventricle mass index were assessed. Twentyeight of 70 patients manifested spinal-induced hypotension. Preoperative dIVCmax-to-

IVCCI showed the greatest diagnostic performance among the indices. dIVCmax-to-IVCCI <43 had significantly higher diagnostic power than did IVCCI >0.3 ( $p = 0.032$ ). Multiple logistic regression analysis revealed that the best predictors for spinal-induced hypotension were the dIVCmax-to-IVCCI ratio and age.

**Conclusions:** The preoperative dIVCmax-to-IVCCI ratio can predict spinal-induced hypotension greater than IVCCI and other echocardiographic measurements in elderly patients. Both dIVCmax-to-IVCCI ratio and patient age can act as predictors of spinal-induced hypotension in elderly patients.

**Η χρήση των υπερηχογραφικών μετρήσεων της κάτω κοίλης φλέβας στην εκτίμηση του ενδαγγειακού όγκου και της ανταποκρισιμότητας στη χορήγηση υγρών στο τμήμα επειγόντων περιστατικών και την μονάδα εντατικής θεραπείας**

## **Περίληψη**

Η ακριβής εκτίμηση της κατάστασης του ενδαγγειακού όγκου είναι ζωτικής σημασίας καθώς τόσο η υπέρμετρη όσο και η ανεπαρκής χορήγηση υγρών μπορεί να σχετίζεται με επιπλοκές. Στην παρούσα ανασκόπηση, πραγματοποιήθηκε μια κριτική ανάλυση της βιβλιογραφίας με σκοπό την ανάδειξη της διαγνωστικής ακρίβειας των υπερηχογραφικών μετρήσεων της κάτω κοίλης φλέβας στην εκτίμηση του ενδαγγειακού όγκου και της ανταποκρισιμότητας στη χορήγηση υγρών στο τμήμα επειγόντων περιστατικών και την μονάδα εντατικής θεραπείας. Επίσης, αναλύονται οι τεχνικές των υπερηχογραφικών μετρήσεων της κάτω κοίλης φλέβας και οι περιορισμοί τους και παρατίθενται προτάσεις για πιθανές μελλοντικές ερευνητικές προσπάθειες.



**Inferior vena cava ultrasonography in the assessment of intravascular volume status and fluid responsiveness in the emergency department and intensive care unit: A critical analysis review**

*Eleni Spiliotaki MD<sup>1</sup>, Theodosios Saranteas MD<sup>1,2</sup>, Nefeli Moschovaki MD<sup>1</sup>, Konstantina Panagouli MD<sup>1</sup>, Efstathia Pistioli MD<sup>1</sup>, Vasilios Kitsinelis MD<sup>3</sup>, Panagiotis Briasoulis MD<sup>1</sup>, Thomas Papadimos MD<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Department of Anesthesiology, National and Kapodistrian University of Athens, Athens, Greece, <sup>2</sup>Department of Anesthesia, Division of critical care, Ohio State University Wexner Medical Center, Columbus, Ohio, USA  
<sup>3</sup>Department of Cardiology, National and Kapodistrian University of Athens, Athens, Greece*

*Journal of Clinical Ultrasound. 2022 Jun; 50(5):733-744*

**Abstract**

Rapid evaluation of intravascular volume status is vital; either excessive or limited fluid administration may result in adverse patient outcomes. In this narrative review, critical analysis of pertinent diagnostic accuracy studies is developed to delineate the role of inferior vena cava ultrasound measurements in the assessment of both intravascular volume status and fluid responsiveness in the emergency department and intensive care unit. In addition, limitations, and technical considerations of inferior vena cava ultrasound measurements as well as directions for future research are thoroughly discussed.

## **Παρουσιάσεις διατριβής σε συνέδρια**

Η παρούσα διατριβή παρουσιάστηκε στην ενότητα των δημοσιευμένων εργασιών στο 24<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Αναισθησιολογίας, 30/9-2/10/2021, Πόρτο Χέλι