



ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΓΙΑ  
ΤΗΝ ΠΡΟΛΗΨΗ ΚΑΙ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΤΩΝ ΑΓΓΕΙΑΚΩΝ ΠΑΘΗΣΕΩΝ



## *Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία*

***"Η ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΚΕΡΚΙΔΙΚΗΣ  
ΑΡΤΗΡΙΑΣ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΑΡΙΣΤΕΡΟ ΚΑΡΔΙΑΚΟ  
ΚΑΘΕΤΗΡΙΑΣΜΟ ΜΕΣΩ ΚΕΡΚΙΔΙΚΗΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ"***

υπό

**ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ Ν. ΤΣΑΚΙΡΙΔΗ**

Ειδικευόμενου Καρδιολογίας

Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των

απαιτήσεων για την απόκτηση του

Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης

*«Υπερηχογραφική Λειτουργική Απεικόνιση για την πρόληψη & διάγνωση των  
αγγειακών παθήσεων»*

Λάρισα, 2020

## **Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:**

**Ζιάκας Αντώνιος**

Καθηγητής Καρδιολογίας

Τμήμα Ιατρικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

**Επιβλέπων**

**Γιαμούζης Γρηγόριος**

Επίκουρος Καθηγητής Καρδιολογίας

Τμήμα Ιατρικής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

**Μέλος τριμελούς**

**Κούβελος Γεώργιος**

Επίκουρος Καθηγητής Αγγειοχειρουργικής

Τμήμα Ιατρικής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

**Μέλος τριμελούς**

**Τίτλος εργασίας στα αγγλικά:**

**“PERIPROCEDURAL ULTRASOUND IMAGING OF RADIAL  
ARTERY IN TRANSRADIAL LEFT HEART  
CATHETERIZATION”**

## **Πίνακας Περιεχομένων**

<b>Ευχαριστίες/Acknowledgements</b>	<b>4</b>
<b>Συντμήσεις/Abbreviations</b>	<b>5</b>
<b>Περίληψη/Abstract</b>	<b>6</b>
<b>Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή/Introduction</b>	<b>8</b>
1.1 Χρονολογική ανασκόπηση	8
1.2 Στοιχεία Ανατομίας	9
1.3 Τεχνικές ανίχνευσης αγγειακής βατότητας	12
1.4 Η χρήση των υπερήχων στην απεικόνιση	14
1.5 Σκοπός της ανασκόπησης	15
<b>Κεφάλαιο 2 Μεθοδολογία/Methods</b>	<b>15</b>
<b>Κεφάλαιο 3 Αποτελέσματα/Results</b>	<b>16</b>
3.1 Η υπερηχογραφική απεικόνιση της κερκιδικής προεπεμβατικά	16
3.2 Συσχέτιση διαμέτρου κερκιδικής αρτηρίας και μεγέθους θηκαριού	22
3.3 Η μετεπεμβατική χρήση των υπερήχων στην διάγνωση των επιπλοκών	23
3.3.1 Απόφραξη της κερκιδικής αρτηρίας	24
3.3.1.1 Το μέγεθος του θηκαριού και η συσχέτιση με τη διάμετρο της κερκιδικής	28
3.3.1.2 Η δοσολογία της χορηγούμενης κλασικής ηπαρίνης	31
3.3.1.3 Ο μηχανισμός αιμόστασης και η διάρκεια συμπίεσης	33
3.3.1.4 Λοιποί παράγοντες που σχετίζονται με απόφραξη της κερκιδικής αρτηρίας	34
3.3.2 Σπασμός της κερκιδικής αρτηρίας	35
3.3.3 Ψευδοανεύρυσμα της κερκιδικής αρτηρίας	38
3.3.4 Αρτηριοφλεβική επικοινωνία	40
<b>Κεφάλαιο 4 Συζήτηση/Discussion</b>	<b>41</b>
<b>Κεφάλαιο 5 Συμπεράσματα/Conclusions</b>	<b>45</b>
<b>Κεφάλαιο 6 Βιβλιογραφία/References</b>	<b>46</b>

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε το διάστημα μεταξύ Ιουνίου 2020 και Ιανουαρίου 2021 στα πλαίσια του μεταπτυχιακού διπλώματος ειδίκευσης στην «Υπερηχογραφική Λειτουργική Απεικόνιση για την πρόληψη & διάγνωση των αγγειακών παθήσεων» του τμήματος Ιατρικής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Ως την ελάχιστη δυνατή μνεία, οφείλω να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν στην εκπόνησή της και ιδιαίτερα τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κο Ζιάκα Αντώνιο, για την πολύτιμη υποστήριξή του, τις παραγωγικές υποδείξεις του και το πολύ καλό κλίμα συνεργασίας που διαμόρφωσε συμβάλλοντας τα μέγιστα για την κατάρτιση της διπλωματικής μου εργασίας.

Επίσης ευχαριστίες απευθύνω στα μέλη της εξεταστικής επιτροπής για τον πολύτιμο χρόνο που διέθεσαν για τον ποιοτικό έλεγχο της εργασίας μου.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω πρώτα την οικογένεια μου και στην συνέχεια όλους τους φίλους και συναδέλφους μου μεταπτυχιακούς φοιτητές για τις ανταλλαγές απόψεων, το ειλικρινές ενδιαφέρον τους και για τη σημαντική βοήθειά τους σε όλα τα στάδια της εργασίας.

*Κωνσταντίνος Ν. Τσακίριδης*

## Συντμήσεις/ Abbreviations

CAD	Coronary artery disease
ICA	Invasive coronary angiography
PCI	Percutaneous coronary intervention
TRA	Transradial access
TFA	Transfemoral access
ESC	European society of cardiology
RA	Radial artery
UA	Ulnar artery
MAT	Modified Allen test
RAO	Radial Artery occlusion
RAS	Radial Artery spasm
PSA	Pseudoaneurysm
BMI	Body mass index
PAD	Peripheral artery disease
RA <sub>d</sub>	Radial artery diameter
RTUS	Real time ultrasound
OR	Odds ratio
CI	Confidence interval

## Περίληψη

**Υπόβαθρο:** Η παρακέντηση της κερκιδικής αρτηρίας με σκοπό την διενέργεια αριστερού καρδιακού καθετηριασμού αποτελεί τα τελευταία χρόνια την μέθοδο εκλογής. Όπως κάθε επεμβατική διαδικασία ελλοχεύει δυνητικούς κινδύνους και επιπλοκές. Τίθεται λοιπόν το ερώτημα αν η χρήση των υπερήχων περιεπεμβατικά θα μπορούσε να προσφέρει κάποια οφέλη συγκριτικά με την εμπειρική μέθοδο μέσω οδηγών σημείων.

**Στόχοι:** Οι στόχοι της συγκεκριμένης ανασκόπησης θα είναι να απαντηθούν τα εξής ερωτήματα: Αν η υπερηχογραφική απεικόνιση της κερκιδικής αρτηρίας θα μπορούσε 1) να βελτιώσει τον χρόνο και τις προσπάθειες που απαιτούνται για την επιτυχή τοποθέτηση του ενδαγγειακού νάρθηκα, 2) να βοηθήσει στη σωστή επιλογή του μεγέθους του ενδαγγειακού νάρθηκα που θα χρησιμοποιηθεί ανάλογα με τη διάμετρο της κερκιδικής αρτηρίας και 3) να χρησιμοποιηθεί για την ορθότερη μετεπεμβατική ανίχνευση των επιπλοκών από τη χρήση της κερκιδικής αρτηρίας καθώς και από ποιους παράγοντες αυτές καθορίζονται.

**Μεθοδολογία:** Για την επίτευξη των παραπάνω στόχων πραγματοποιήθηκε αναζήτηση σε βάσεις δεδομένων που αφορούν αγγλόφωνα άρθρα για ασθενείς που υποβλήθηκαν σε αριστερό καρδιακό καθετηριασμό μέσω κερκιδικής προσπέλασης την τελευταία 12ετία.

**Αποτελέσματα:** Η υπερηχογραφική απεικόνιση της κερκιδικής αρτηρίας προεπεμβατικά υπερέχει της κλασικής ψηλαφητικής μεθόδου στα πρωτογενή καταληκτικά σημεία, όπως η επιτυχία παρακέντησης με την 1<sup>η</sup> προσπάθεια, το σύνολο και ο χρόνος των προσπαθειών που απαιτούνται για τον επιτυχή καθετηριασμό. Επιπλέον, η μέτρηση της εσωτερικής διαμέτρου της κερκιδικής αρτηρίας προεπεμβατικά, μπορεί να συμβάλει στην επιλογή του κατάλληλου μεγέθους θηκαριού, με ιδιαίτερη σημασία την τήρηση του λόγου διαμέτρου κερκιδικής αρτηρίας/ θηκαριού  $>1$ . Τέλος, η υπερηχογραφική απεικόνιση της κερκιδικής αρτηρίας αποτελεί ασφαλές και αξιόπιστο εργαλείο στην μετεπεμβατική ανίχνευση των σημαντικότερων επιπλοκών, μεταξύ των οποίων η απόφραξη και ο σπασμός της κερκιδικής αρτηρίας, με τον τελευταίο να αποτελεί την κυριότερη αιτία αποτυχίας της διακερκιδικής τεχνικής.

**Λέξεις- Κλειδιά:** καρδιακός καθετηριασμός, κερκιδική προσπέλαση, αγγειακές επιπλοκές, διάμετρος κερκιδικής αρτηρίας, υπερηχογραφική απεικόνιση

## **Abstract**

**Background:** At present, the transradial approach (TRA) for coronary angiography and interventions is increasingly utilized around the world. However, as any other interventional procedure, the TRA may also be accompanied by possible complications. In this review, we discuss whether the periprocedural ultrasound imaging of the radial artery offers some advantages over the traditional techniques.

**Aims:** The aim of this review is to assess if ultrasound imaging of the radial artery: 1) has an impact on the attempts and the time needed for the successful radial catheterization, 2) can help in the right sizing of the sheath which will be utilized and, 3) is useful in diagnosing better the possible post-procedural complications.

**Methods:** For the purpose above, we searched through online databases among English literature for patients who were submitted in some form of transradial coronary intervention, in the last 12 years.

**Results:** The pre-procedural use of ultrasound excelled over the palpation technique in improving the first-pass success rate, in reducing the number of attempts and the total time needed for the successful catheterization of radial artery. Moreover, the pre-procedural radial artery diameter, has an impact on the size of the selected sheath and keeping the radial artery/sheath ratio  $>1$  is of utmost importance. Finally, the post-procedural ultrasound imaging is a useful and reliable tool in early diagnosis of the more common post-procedural complications, such as Radial Artery Occlusion and the Radial Artery Spasm, with the last of them being the main cause of transradial access failure.

**Key words:** Cardiac catheterization, transradial access, vascular complications, radial artery diameter, ultrasound imaging

## **Εισαγωγή/ Introduction**

### **1.1.Χρονολογική Ανασκόπηση**

Η στεφανιαία νόσος (Coronary Artery Disease-CAD) θεωρείται ως μία από τις κυριότερες αιτίες θνησιμότητας και θνητότητας στις ανεπτυγμένες χώρες. Υπολογίζεται ότι ευθύνεται για έναν στους τρεις θανάτους σε άτομα ηλικίας άνω των 55 ετών (1).

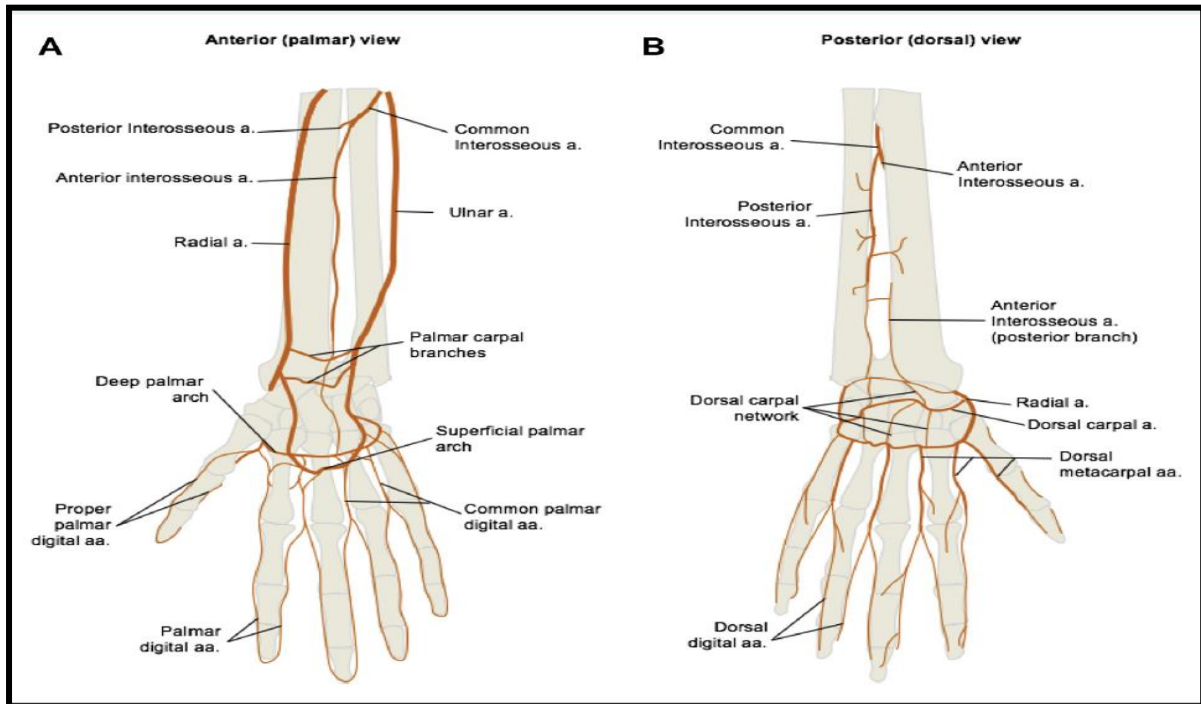
Η διενέργεια αριστερού καρδιακού καθετηριασμού (Invasive Coronary Angiography-ICA) αποτελεί την μέθοδο εκλογής για τη διάγνωση και την επιλογή θεραπευτικών στρατηγικών όσον αφορά τη στεφανιαία νόσο. Για πολλά χρόνια την επικρατέστερη οδό προσπέλασης αποτελούσε η μηριαία αρτηρία (TransFemoral Access-TFA). Ωστόσο, τοπικές επιπλοκές όπως επεισόδια αιμορραγιών, αιματώματα, αρτηριοφλεβικές επικοινωνίες και ψευδοανευρύσματα ήταν αρκετά συχνά. Συνεπώς η ανάγκη μείωσης των παραπάνω συμβαμάτων οδήγησε στην αναζήτηση ιδανικότερου σημείου προσπέλασης, το οποίο φάνηκε ότι σχετίζεται με την συνολική θνητότητα και θνησιμότητα (2). Το 1989 πραγματοποιήθηκε, για πρώτη φορά από τον Campeau, η χρησιμοποίηση της κερκιδικής αρτηρίας για την διενέργεια διαγνωστικού στεφανιογραφικού ελέγχου και λίγα χρόνια αργότερα, το 1993 από τον Kiemeneij και Laarman, η πρώτη διαδερμική αγγειοπλαστική (Percutaneous Coronary Intervention-PCI) μέσω της κερκιδικής αρτηρίας (TransRadial Access-TRA) (3,4).

Την τελευταία δεκαετία διενεργήθηκαν μεγάλες τυχαιοποιημένες μελέτες, οι οποίες συνέκριναν την TFA με την TRA για την διενέργεια στεφανιογραφικού ελέγχου ή/και αγγειοπλαστικής σε ασθενείς με οξύ στεφανιαίο σύνδρομο. Τα αποτελέσματα των παρακάτω MATRIX trial (5), RIVAL trial (6) , RIFLE-STEACS trial (7) επιβεβαίωσαν την υπεροχή της TRA, ανέδειξαν μείωση των τοπικών αιμορραγικών και αγγειακών επιπλοκών και σημαντικό όφελος από την μείωση της συνολικής θνητότητας. Επιπλέον η TRA προσφέρει μεγαλύτερη άνεση στον ασθενή, ταχύτερη κινητοποίηση, μικρότερη διάρκεια και κόστος νοσηλείας. Έτσι, η Ευρωπαϊκή Καρδιολογική Εταιρεία (European Society of Cardiology-ESC) με τις κατευθυντήριες οδηγίες που εκδόθηκαν το 2017, προώθησε την TRA ως μέθοδο εκλογής με ένδειξη I (από Ια στις αντίστοιχες οδηγίες του 2012) (8).



## 1.2.Στοιχεία Ανατομίας

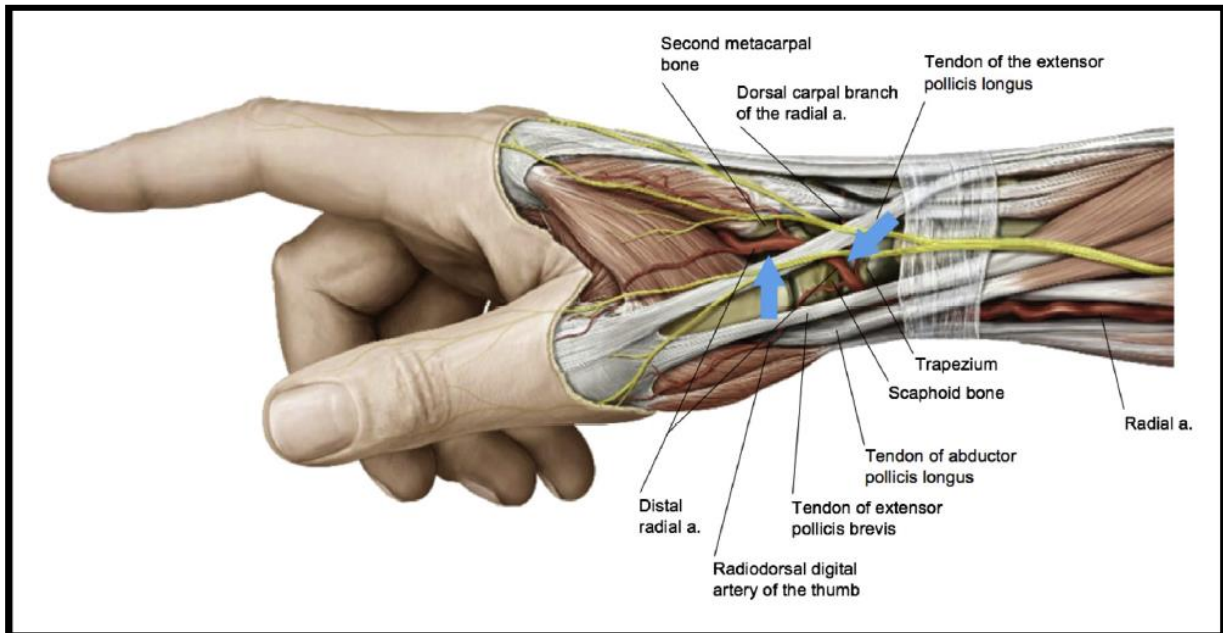
Η γνώση της ανατομίας , όπως και σε κάθε επεμβατική διαδικασία, αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της εκπαίδευσης του εκάστοτε καθετηριαστή. Η βραχιόνιος αρτηρία, που αποτελεί συνέχεια της μασχαλιαίας αρτηρίας, έμπροσθεν του αγκώνα διχάζεται στην ωλένιο (Ulnar Artery-UA) και στην κερκιδική αρτηρία (Radial Artery-RA) προσφέροντας έτσι διπλή αιμάτωση στο αντιβράχιο και στην άκρα χείρα. Η ωλένιος αρτηρία δίνει γέννηση στην κοινή μεσόστεο αρτηρία και στην συνέχεια πορεύεται πάνω από την ωλένη στη μεσότητα του αντιβραχίου, εντός του καναλιού του Guyon. Κατόπιν αφού δώσει έναν εν τω βάθει κλάδο, σχηματίζει το επιπολής παλαμιαίο τόξο στην περιοχή του καρπού, το οποίο αναστομώνεται με τον αντίστοιχο κλάδο στις κερκιδικής αρτηρίας. Ανατομικές παραλλαγές της ωλενίου αρτηρίας είναι σχετικά ασυνήθης (9). (Εικόνα 1)



**Εικόνα 1** Η ανατομία της αρτηριακής κυκλοφορίας του πήχη και της άκρας χείρας. Α) Παλαμιαία προβολή Β) Ραχιαία προβολή (ανατύπωση από: Sgueglia GA, Di Giorgio A, Gaspardone A, Babunashvili A. Anatomic Basis and Physiological Rationale of Distal Radial Artery Access for Percutaneous Coronary and Endovascular Procedures. Vol. 11, JACC: Cardiovascular Interventions. Elsevier Inc.; 2018. p. 2113–9.)

Η κερκιδική αρτηρία πορεύεται στην εξωτερική επιφάνεια του αντιβραχίου, άνωθεν της κερκίδας , προς την περιοχή του καρπού, όπου γίνεται ψηλαφητή μεταξύ του κερκιδικού καμπτήρα του καρπού και της πρόσθιας επιφάνειας της κερκίδας. Στη συνέχεια δίνει τον παλαμιαίο κλάδο, ο οποίος αναστομώνεται με τον αντίστοιχο της ωλενίου, προς τον

σχηματισμό του επιπολής παλαμιαίου τόξου. Κατόπιν περιστρέφεται καταδυόμενη για να πορευτεί στην ραχιαία επιφάνεια του καρπού, μεταξύ του τένοντα του μακρύ εκτείνων τον αντίχειρα και των τενόντων του μακρύ και του βραχέος απαγωγού του αντίχειρα, διασχίζοντας λοξά το σκαφοειδές και το τραπεζοειδές οστό στην περιοχή της ανατομικής ταμπακοθήκης, όπου γίνεται εκ νέου ψηλαφητή (Εικόνα 2).

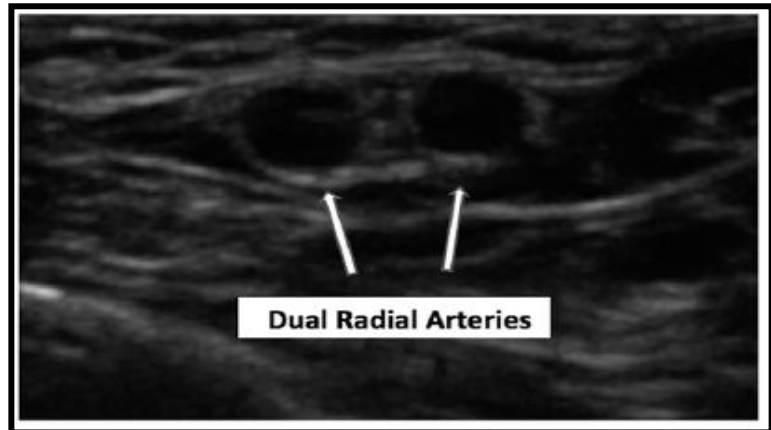


**Εικόνα 2** Πορεία της κερκιδικής αρτηρίας. Το αριστερό γαλάζιο βέλος αναδεικνύει την περιοχή της ανατομικής ταμπακοθήκης (ανατύπωση από: Sgueglia GA, Di Giorgio A, Gasparone A, Babunashvili A. Anatomic Basis and Physiological Rationale of Distal Radial Artery Access for Percutaneous Coronary and Endovascular Procedures. Vol. 11, JACC: Cardiovascular Interventions. Elsevier Inc.; 2018. p. 2113–9.)

Πάνω από το τραπεζοειδές δίνει τον ραχιαίο καρπιαίο κλάδο, ο οποίος μαζί με τον ωλένιο ομόλογό του, σχηματίζει το ραχιαίο καρπιαίο τόξο. Ακολούθως η κερκιδική αρτηρία παρεκκλίνει, ανάμεσα στις κεφαλές του πρώτου ραχιαίου μεσόστεου μυός, εντός της παλάμης, όπου αναστομώνεται με τον εν τω βάθει κλάδο της ωλενίου και σχηματίζει το εν τω βάθει παλαμιαίο τόξο. (Εικόνα 1) Συμπερασματικά, το πλούσιο αναστομωτικό και παράπλευρο δίκτυο μεταξύ των δύο κύριων αρτηριών του αντιβραχίου θα μπορούσε να βεβαιώσει τη διατήρηση της αιματικής ροής στο άνω άκρο και στην άκρα χείρα ακόμα και σε περιπτώσεις με παροδική ή μόνιμη απόφραξη μια εκ των δύο αρτηριών (9).

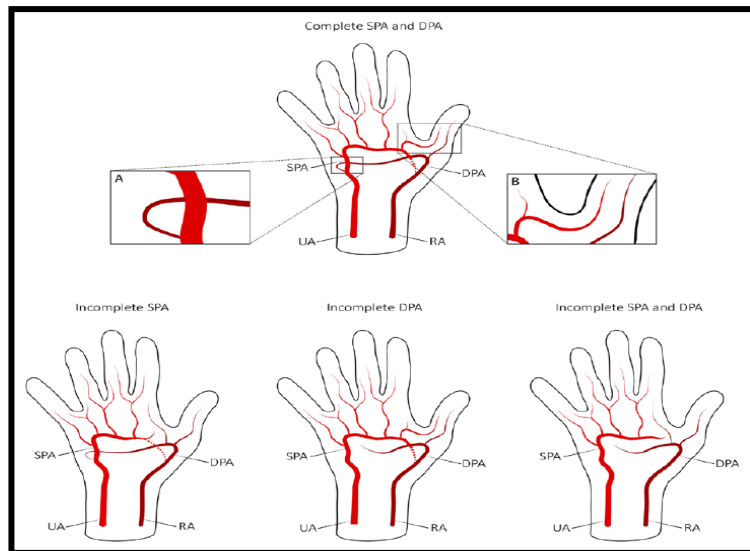
Ωστόσο παρατηρούνται συχνά ανατομικές παραλλαγές της κερκιδικής αρτηρίας και των παλαμιαίων τόξων. Στην πρώτη περίπτωση, η συνηθέστερη αποτελεί η παρουσία διπλής

κερκιδικής αρτηρίας, σε ποσοστό έως 4-5% (10). (Εικόνα 3) Λόγω του μικρότερου μεγέθους των επιμέρους κλάδων, καθίσταται δυσκολότερη η επιτυχής παρακέντηση και τοποθέτηση ενδαγγειακού νάρθηκα (θηκάρι), με αποτέλεσμα αφενός να αυξάνεται το ποσοστό αποτυχίας και αφετέρου ο κίνδυνος



**Εικόνα 3** Υπερηχογραφική απεικόνιση διπλής κερκιδικής αρτηρίας (Ανατύπωση από: Lynn Zaremski I, Ramon Quesada, Margaret Kovacs, Melanie Schernthaner HU. Prospective comparison of palpation versus ultrasound-guided radial access for cardiac catheterization - PubMed [Internet]. Journal of Invasive Cardiology. 2013

αγγειακών επιπλοκών , με συχνότερη την απόφραξη της κερκιδικής αρτηρίας (Radial Artery Occlusion-RAO). Στην δεύτερη περίπτωση, η παρουσία ατελούς επιπολής ή εν τω βάθει παλαμιαίου τόξου αυξάνει την πιθανότητα κρίσιμης ισχαιμίας της άκρας χείρας σε περιπτώσεις RAO κατόπιν καρδιακού καθετηριασμού μέσω της κερκιδικής (TRA) . Σε μία πρόσφατη αγγειογραφική μελέτη ,ACRA Anatomy Study (11), ασθενών που υποβλήθηκαν σε TRA, το επιπολής παλαμιαίο τόξο ήταν ατελές στο 46% αυτών. (Εικόνα 4)



**Εικόνα 4** Σχηματική απεικόνιση των παλαμιαίων τόξων A) Το εν τω βάθει (DPA) χαρακτηρίζεται ως πλήρες, όταν το άπω τμήμα του εν τω βάθει παλαμιαίου κλάδου της κερκιδικής αρτηρίας αναστομώνεται με τον αντίστοιχο της ωλένιου B) Το επιπολής παλαμιαίο τόξο (SPA) χαρακτηρίζεται ως πλήρες όταν παρέχει άμεση αιμάτωση στους δακτύλους, περιλαμβανομένης και της ωλένιας επιφάνειας του αντίχειρα (Ανατύπωση από: van Leeuwen MAH, Hollander MR, van der Heijden DJ, van de Ven PM, Ormeier KHM, Taverne YJHJ, et al. The ACRA Anatomy Study (Assessment of Disability After Coronary Procedures Using Radial Access): A Comprehensive Anatomic and Functional Assessment of the Vasculature of the Hand and Relation to Outcome After Transradial Catheterization. Circ Cardiovasc Interv [Internet]. 2017)

### 1.3.Τεχνικές Ανίχνευσης αγγειακής βατότητας

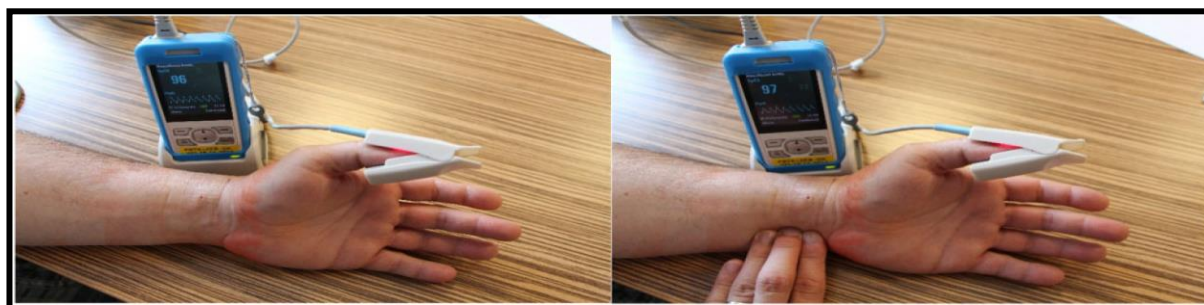
Για την ανίχνευση της βατότητας της διπλής αιμάτωσης της παλαμιαίας κυκλοφορίας, οι μη επεμβατικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται είναι το Modified Allen test (MAT) , το Barbeau test και το reverse Barbeau test.

#### ❖ Modified Allen Test

Το MAT χρησιμοποιείται πριν την TRA. Αρχικά εφαρμόζεται συμπίεση ταυτόχρονα στην κερκιδική και στην ωλένιο αρτηρία με σφιγκτή τη γροθιά. Στην συνέχεια ζητείται από τον ασθενή να ανοίξει την άκρα χείρα και καταγράφεται ο χρόνος που χρειάζεται για να επανέλθει στο μέγιστο η παλαμιαία κυκλοφορία , συνεπώς η μέγιστη ερυθρότητα, αφού αρθεί η συμπίεση μόνο της ωλενίου αρτηρίας. Η απάντηση κατηγοριοποιείται ως: φυσιολογική (0-5 sec), ενδιάμεση (6-10 sec), ή παθολογική (>10 sec) (11).

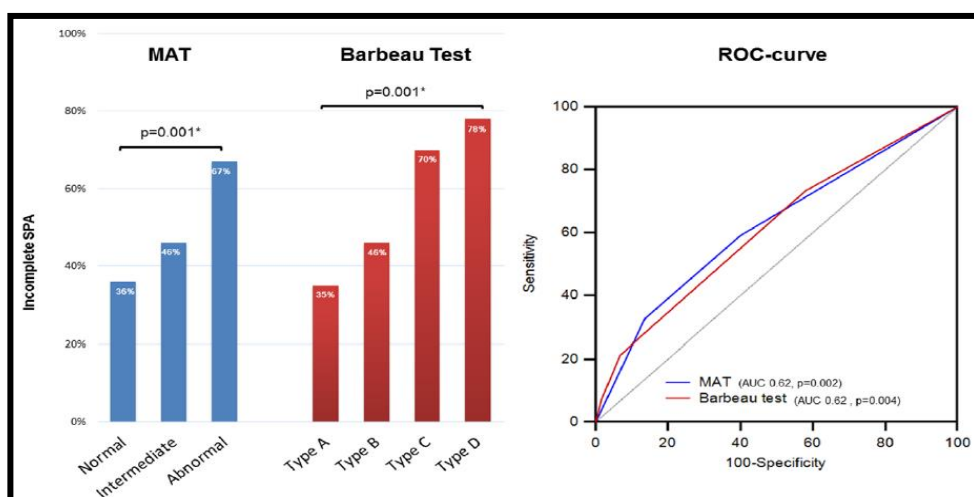
#### ❖ Barbeau Test

Το Barbeau test πραγματοποιείται με τη χρήση πληθυσμογραφίας. Ένα παλμικό οξύμετρο συνδέεται στον αντίχειρα και καταγράφεται η κυματομορφή σε ηρεμία και κατά τη διάρκεια συμπίεσης της κερκιδικής αρτηρίας (Barbeau test) ή της ωλενίου αρτηρίας (reverse Barbeau test). Με βάση τα παραπάνω ευρήματα οι ασθενείς ταξινομούνται σε 4 γκρουπ (A-D). Στον τύπο A: δεν παρατηρείται μείωση του εύρους της κυματομορφής αμέσως μετά την εφαρμογή συμπίεσης, στον Τύπο B: παρατηρείται μείωση του εύρους της κυματομορφής, στον Τύπο C: εξαφάνιση της κυματομορφής, η οποία επανέρχεται σε λιγότερο από 2 λεπτά και στον Τύπο D: εξαφάνιση της κυματομορφής, η οποία δεν επανέρχεται σε λιγότερο από 2 λεπτά. (Εικόνα 5) Το Barbeau test εφαρμόζεται πριν την TRA ενώ το reverse Barbeau test εκ των υστέρων για τον καθορισμό της βατότητας της κερκιδικής ή την ανίχνευση RAO (11).



**Εικόνα 5** Το ανάστροφο Barbeau τεστ αναδεικνύει την ύπαρξη βατής κερκιδικής αρτηρίας μετά από αριστερό καρδιακό καθετηριασμός μέσω της κερκιδικής αρτηρίας. Μετά την αφαίρεση της συσκευής συμπίεσης , ο αρτηριακός κορεσμός και η κυματομορφή είναι φυσιολογικά (Αριστερά). Κατά τη διάρκεια συμπίεσης της ωλενίου αρτηρίας ο κορεσμός και η κυματομορφή δεν αλλάζουν, ενδεικτικό βατής κερκιδικής αρτηρίας. (Δεξιά) (Ανατύπωση από: Jirous S, Bernat I, Slezak D, Miklik R, Rokyta R. Post-procedural radial artery occlusion and patency detection using duplex ultrasound vs. the reverse Barbeau test. Eur Hear J Suppl [Internet]. 2020)

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της άνωθεν μελέτης (ACRA Anatomy Study) η ευαισθησία και ειδικότητα των παραπάνω μη επεμβατικών μεθόδων, συγκριτικά με τα αποτελέσματα της αγγειογραφικής απεικόνισης, αυξάνεται όσο πιο παθολογική είναι η απάντηση στις δοκιμασίες (Γράφημα 1). Παρόλα αυτά, ούτε το MAT ούτε το Barbeau test φάνηκε ότι μπορούν να προβλέψουν κλινικά σημαντικές επιπλοκές μετά από TRA, καθιστώντας έτσι την αξία της χρήσης της αμφισβητούμενη. Η πιο αξιόπιστη μέθοδος για την αξιολόγηση της παράπλευρης κυκλοφορίας αναδεικνύεται η υπερηχογραφική απεικόνιση του εκάστοτε αγγείου, καθώς δίνει πληροφορίες για την παρουσία ροής τόσο στο πρωτεύον αγγείο όσο και στα παράπλευρα, κατανοώντας καλύτερα την τοπική ανατομία (12).



**Γράφημα 1** Συσχέτιση μεταξύ ατελούς επιπολής παλαμιαίου τόξου (SPA) και μη επεμβατικών μεθόδων ελέγχου αγγειακής βατότητας. (Ανατύπωση από: van Leeuwen MAH, Hollander MR, van der Heijden DJ, van de Ven PM, Ormeier KHM, Taverne YJHJ, et al. The ACRA Anatomy Study (Assessment of Disability After Coronary Procedures Using Radial Access): A Comprehensive Anatomic and Functional Assessment of the Vasculature of the Hand and Relation to Outcome After Transradial Catheterization. *Circ Cardiovasc Interv* [Internet]. 2017)

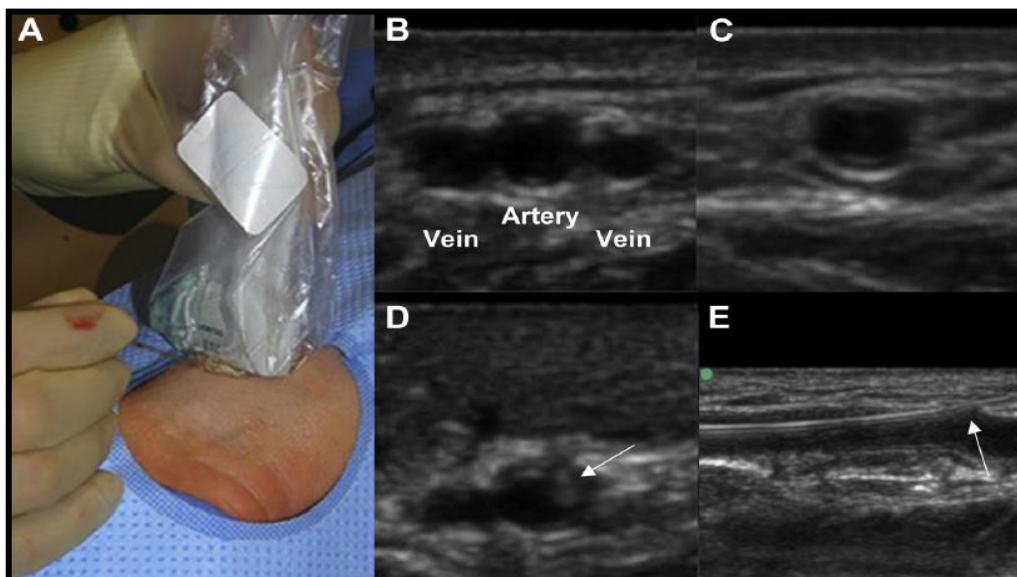
Υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που φαίνεται ότι μπορούν να προβλέψουν την διάμετρο στις κερκιδικής αρτηρίας. Οι σημαντικότεροι είναι το φύλο, η περίμετρος του καρπού, ο δείκτης μάζας σώματος (Body Mass Index-BMI $\geq$ 25kg/m<sup>2</sup>), η ηλικία >35 ετών και η γεωγραφική καταγωγή (13,14). Αντίθετα δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική συσχέτιση με την ηλικία <35ετών, το ύψος, βάρος και επιφάνεια σώματος (Body Surface Area-BSA). Το μέγεθος της κερκιδικής ποικίλει, συνήθως με μέση διάμετρος 2,42 $\pm$ 0,33mm για το άρρεν και 2,08 $\pm$ 0,29mm για το θήλυ φύλο (14). Επιπλέον διαφορές περιγράφονται ανά τον κόσμο με μέση διάμετρο της κερκιδικής (σε άρρεν και θήλυ φύλο) 2,22 $\pm$ 0,35mm σε πληθυσμό στο Τέξας, 2,3 $\pm$ 0,4mm στο Πακιστάν, 2,3 $\pm$ 0,56mm στην Κίνα, 2,45 $\pm$ 0,45mm στη Σιγκαπούρη και 2,6 $\pm$ 0,4mm στην Κορέα (14).

#### **1.4.Η χρήση των υπερήχων στην απεικόνιση**

Η διακερκιδική προσπέλαση αναφέρεται ως τεχνικά δυσκολότερη διαδικασία σε σύγκριση με την ευρέως χρησιμοποιούμενη διαμηριαία. Παρά την υπεροχή της όσον αφορά την συχνότητα των επιπλοκών, τα αυξημένα ποσοστά αποτυχίας (μέχρι και 16% ανάμεσα σε λιγότερο έμπειρους στην τεχνική καθετηριαστές) στις TRA αποτέλεσαν έναν ανασταλτικό παράγοντα στην ταχύτερη και ευρύτερη χρήση της, χαρακτηρίζοντάς την ως τεχνική-πρόκληση (15). Ωστόσο με την πάροδο του χρόνου και την συνεχώς αυξανόμενη εμπειρία των καθετηριαστών, το παραπάνω ποσοστό αναφέρεται <5% (2).

Η χρήση των υπερήχων και η εφαρμογή των στην κερκιδική αρτηρία θα μπορούσε να προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα. Πρόκειται για μία μη επεμβατική τεχνική και συνεπώς καλά ανεκτή από τον ασθενή, η οποία μπορεί να εφαρμοστεί εύκολα και γρήγορα παρά την κλίνη του ασθενούς (13). Επιπλέον απαιτεί βραχύ χρόνο εκμάθησης και θα μπορούσε να προσφέρει σημαντικά οφέλη κατά τη διάρκεια της καμπύλης εκμάθησης της TRA από τους λιγότερο έμπειρους καθετηριαστές. Ακόμα η χρήση των υπερήχων προσφέρει χρήσιμες πληροφορίες όσον αφορά το ιδανικό σημείο παρακέντησης, το μέγεθος, την ακριβή εντόπιση της κερκιδικής αρτηρίας, την ύπαρξη ανατομικών παραλλαγών, άρα και εναλλακτικών σημείων παρακέντησης. Τέλος συμβάλει στην πρωιμότερη και ακριβέστερη ανάδειξη των μετεπεμβατικών επιπλοκών (16).

Η χρήση των υπερήχων παρέχει απεικόνιση σε πραγματικό χρόνο (Εικόνα 6). Συνεπώς προσφέρει άμεση οπτικοποίηση της βελόνας παρακέντησης κατά τον καθετηριασμό των αγγείων, είτε αφορά το φλεβικό είτε το αρτηριακό δίκτυο. Στη βιβλιογραφία αναφέρονται δυο επικρατέστερες απεικονιστικές μέθοδοι: απεικόνιση στον βραχύ άξονα (short axis /out of plane) και στον επιμήκη άξονα (long axis/in plane). Στην πρώτη προσέγγιση το αγγείο απεικονίζεται σε εγκάρσια τομή ενώ στη δεύτερη απεικονίζεται όλο το μήκος του αγγείου κατά τη διάρκεια του καθετηριασμού. Σε μία πρόσφατη μετα-ανάλυση, το ποσοστό επιτυχούς παρακέντησης, είτε με την πρώτη προσπάθεια είτε ολικό, όπως και αυτό των επιπλοκών ήταν παρόμοιο και με τις δυο τεχνικές. Στο σημείο που υπήρξε μικρή υπεροχή στην in plane τεχνική ήταν στις συνολικές προσπάθειες μέχρι τον επιτυχή καθετηριασμό (3,17).



**Εικόνα 6** Α) Υπερηχογραφική απεικόνιση κατά τον βραχύ άξονα. Η βελόνη εισέρχεται ακριβώς κάτω από το μέσο του ηχοβολέα, όταν η κερκιδική αρτηρία είναι στο κέντρο του υπερηχογραφικού πεδίου Β) Οπτικοποίηση της κερκιδικής αρτηρίας και των φλεβών Γ) Η εφαρμογή πίεσης με τον ηχοβολέα προκαλεί σύμπτωση των τοιχωμάτων των φλεβών Δ) Οπτικοποίηση του άκρου της βελόνης (βέλος) Ε) Επιβεβαίωση θέσης οδηγού-σύρματος (βέλος) εντός του αυλού, στην απεικόνιση κατά τον επιμήκη άξονα. (Ανατύπωση από : Seto AH, Roberts JS, Abu-Fadel MS, Czak SJ, Latif F, Jain SP, et al. Real-time ultrasound guidance facilitates transradial access: RAUST (Radial Artery Access with Ultrasound Trial). JACC Cardiovasc Interv. 2015.

### **1.5. Σκοπός**

Ο σκοπός της συγκεκριμένης ανασκόπησης θα είναι να απαντηθούν τα εξής ερωτήματα: Αν η υπερηχογραφική απεικόνιση της κερκιδικής αρτηρίας θα μπορούσε 1) να βελτιώσει τον χρόνο και τις προσπάθειες που απαιτούνται για την επιτυχή τοποθέτηση του ενδαγγειακού νάρθηκα, 2) να βοηθήσει στη σωστή επιλογή του μεγέθους του ενδαγγειακού νάρθηκα που θα χρησιμοποιηθεί ανάλογα με τη διάμετρο της κερκιδικής αρτηρίας και 3) να χρησιμοποιηθεί για την ορθότερη μετεπεμβατική ανίχνευση των επιπλοκών από τη χρήση της κερκιδικής αρτηρίας καθώς και από ποιους παράγοντες αυτές καθορίζονται.

### **Μεθοδολογία/Methods**

Για την επίτευξη των παραπάνω στόχων πραγματοποιήθηκε αναζήτηση σε βάσεις δεδομένων (PubMed) που αφορούν αγγλόφωνα άρθρα για ασθενείς που υποβλήθηκαν σε αριστερό καρδιακό καθετηριασμό μέσω κερκιδικής προσπέλασης την τελευταία 12ετία. Η ηθική αποδοχή και η λήψη συγκατάθεσης από τους ασθενείς δεν ήταν απαραίτητη, διότι πρόκειται για μια ανασκόπηση ήδη δημοσιευμένων μελετών.

## Αποτελέσματα/Results

### 3.1. Η υπερηχογραφική απεικόνιση της κερκιδικής αρτηρίας προεπεμβατικά

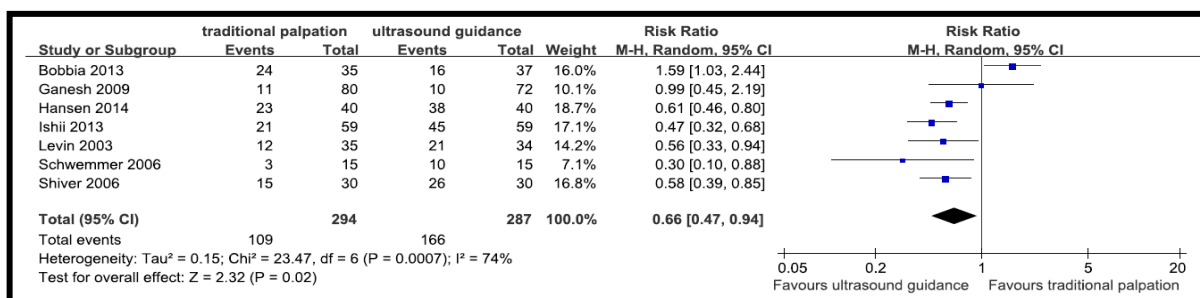
Η χρήση της κερκιδικής προσπέλασης (TRA), για την διενέργεια αριστερού καρδιακού καθετηριασμού, αποτελεί πλέον την μέθοδο εκλογής. Συνηθέστερα για τον επιτυχή καθετηριασμό της αρτηρίας χρησιμοποιείται η κλασική ψηλαφητική μέθοδος. Σ' αυτή ο καθετηριαστής, αφού εντοπίσει οδηγιά σημεία, όπως το σφυγμικό κύμα της αρτηρίας, εισέρχεται με την βελόνα παρακέντησης, με το συνηθέστερο σημείο να βρίσκεται 1-2cm από την στυλοειδή απόφυση της κερκίδας. Η επιβεβαίωση της ορθής θέσης του άκρου της βελόνας εντός του αυλού βασίζεται αποκλειστικά στην επιστροφή αίματος από το ελεύθερο άκρο της βελόνας. Τίθεται λοιπόν το ερώτημα, αν ένα ευρύτατα διαδεδομένο εργαλείο στην καθημερινή κλινική πράξη, όπως το υπερηχογράφημα, θα μπορούσε να βελτιώσει τον χρόνο και τον αριθμό των προσπαθειών που απαιτούνται για τον επιτυχή καθετηριασμό και κατόπιν την τοποθέτηση του ενδαγγειακού νάρθηκα (θηκάρι) στην κερκιδική αρτηρία (14) .

Κατά τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, παρατηρήθηκε ότι υπάρχει μεγάλη ετερογένεια στα αποτελέσματα των μελετών. Η διάμετρος της κερκιδικής αρτηρίας (έσω χιτώνας-έσω χιτώνας) είναι τυπικά μεταξύ 2-3mm (18). Το παραπάνω νούμερο βρίσκεται πολύ κοντά στην διακριτική ψηλαφητική ικανότητα του ανθρώπινου δακτύλου, η οποία αναφέρεται στα 2-4mm (10,18,19). Πρόκειται για την ικανότητα να ξεχωρίζει δύο ή παραπάνω γειτονικά σώματα τα οποία βρίσκονται κοντά και να τα αντιλαμβάνεται ως ξεχωριστές και όχι σαν μια ενιαία οντότητα. Επιπλέον μέσω της ψηλάφησης δεν καθίσταται έγκυρη η πρόβλεψη του μεγέθους (διάμετρος) της κερκιδικής αρτηρίας (RA). Μια μεγάλη RA ( $\geq 3\text{mm}$ ), η οποία βρίσκεται περισσότερο εν τω βάθει, μπορεί να χαρακτηριστεί ως «μικρή και ασθενής», ενώ αντίθετα μια μικρή RA ( $\leq 1,8\text{mm}$ ), η οποία έχει επιπολής εντόπιση, ως «μεγάλη και σφύζουσα». Επιπλέον η RA μπορεί να είναι ασβεστοποιημένη, κινητή, με τοιχώματα σε σύμπτωση, να υπάρχουν διατεταμένες γειτνιάζουσες κερκιδικές φλέβες ή ανατομικές ανωμαλίες οι οποίες δυσχεραίνουν την ψηλαφητική μέθοδο. Η «διπλή» κερκιδική αρτηρία χαρακτηρίζεται από δυο παράλληλους μικρούς κλάδους (συχνότητα 4,4%), που πορεύονται κοντά, σε απόσταση 1-2mm και οι οποίοι με βάση τα προαναφερθέντα είναι δύσκολο να διακριθούν ως ξεχωριστές οντότητες (10). Ακόμα σε ένα ποσοστό έως 6,5% η RA είναι μικρότερη της ωλενίου αρτηρίας, καθιστώντας σε πολλές περιπτώσεις εργώδεις και τελικά ανεπιτυχείς τις προσπάθειες καθετηριασμού.

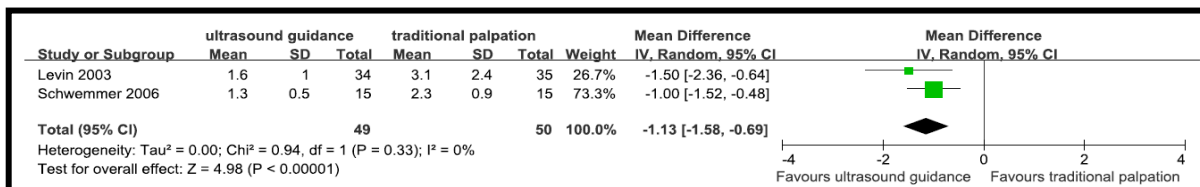


Η υπερηχογραφική απεικόνιση της κερκιδικής αρτηρίας πριν τον καθετηριασμό φαίνεται ότι μπορεί να εντοπίσει ευκολότερα τις παραπάνω αδυναμίες και ότι υπερέχει έναντι της κλασικής ψηλαφητικής μεθόδου (20). Η γνώση της ακριβούς ανατομίας (πορείας αγγείου, σημείου συμβολής σε περίπτωση «διπλής» RA, διαμέτρου αγγείου) συμβάλλει ουσιαστικά στον επιτυχή καθετηριασμό. Ο εκάστοτε καθετηριαστής μπορεί εκ των προτέρων να κρίνει την καταλληλότητα της αρτηρίας, την επιλογή ιδανικού μεγέθους ενδαγγειακού νάρθηκα και πρωιμότερης μετάβασης σε ιδανικότερο σημείο παρακέντησης μειώνοντας κατά αυτό τον τρόπο τον χρόνο επιτυχούς παρακέντησης, τον αριθμό των παρακεντήσεων και την συχνότητα των επιπλοκών που προκύπτουν από αυτές (15).

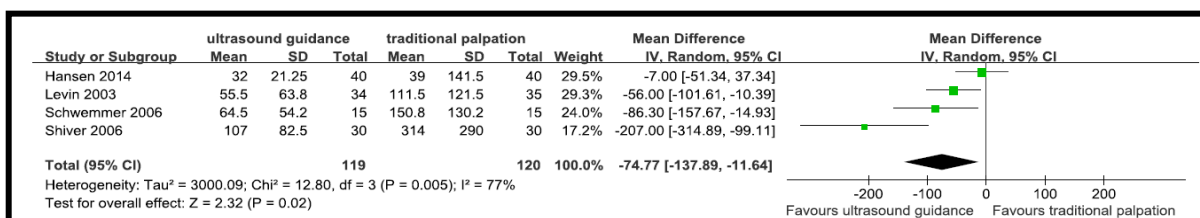
Τα αποτελέσματα δύο μετα-αναλύσεων ( στις οποίες συμπεριλήφθηκαν πολλές κοινές μελέτες) που δημοσιεύτηκαν το 2014, επιβεβαιώθηκε η υπεροχή των υπερήχων κατά την προεπεμβατική περίοδο. Συγκεκριμένα στην μια (4), συγκρίθηκε η χρήση του υπερήχου (US) έναντι των άλλων τεχνικών (ψηλάφησης ή χρήση Doppler) με πρωτογενές καταληκτικό σημείο το ποσοστό επιτυχούς παρακέντησης με την πρώτη προσπάθεια (48,5% έναντι 30,7%). Στην δεύτερη (21), επιβεβαιώθηκε η υπεροχή των υπερήχων έναντι μόνο της ψηλαφητικής μεθόδου, μειώνοντας το ποσοστό ανεπιτυχούς παρακέντησης με την πρώτη προσπάθεια (RR 1.51, 95% CI 1.07–2.14, P = 0.02) τον μέσο αριθμό και τον μέσο χρόνο για την επιτυχή παρακέντηση και το ποσοστό αιματώματος (Γράφημα 2-4). Ωστόσο και στις 2 μετα-αναλύσεις συμπεριλήφθηκαν μελέτες που αφορούσαν και ανήλικους ασθενείς και η χρήση των υπερήχων αφορούσε τον καθετηριασμό της κερκιδικής με σκοπό το monitoring της αρτηριακής πίεσης και όχι τον καρδιακό καθετηριασμό.



**Γράφημα 2** Forest plot. Επιτυχής παρακέντηση με την 1<sup>η</sup> προσπάθεια (Ανατύπωση από: Tang L, Wang F, Li Y, Zhao L, Xi H, Guo Z, et al. Ultrasound guidance for radial artery catheterization: An updated meta-analysis of randomized controlled trials. PLoS One [Internet]. 2014



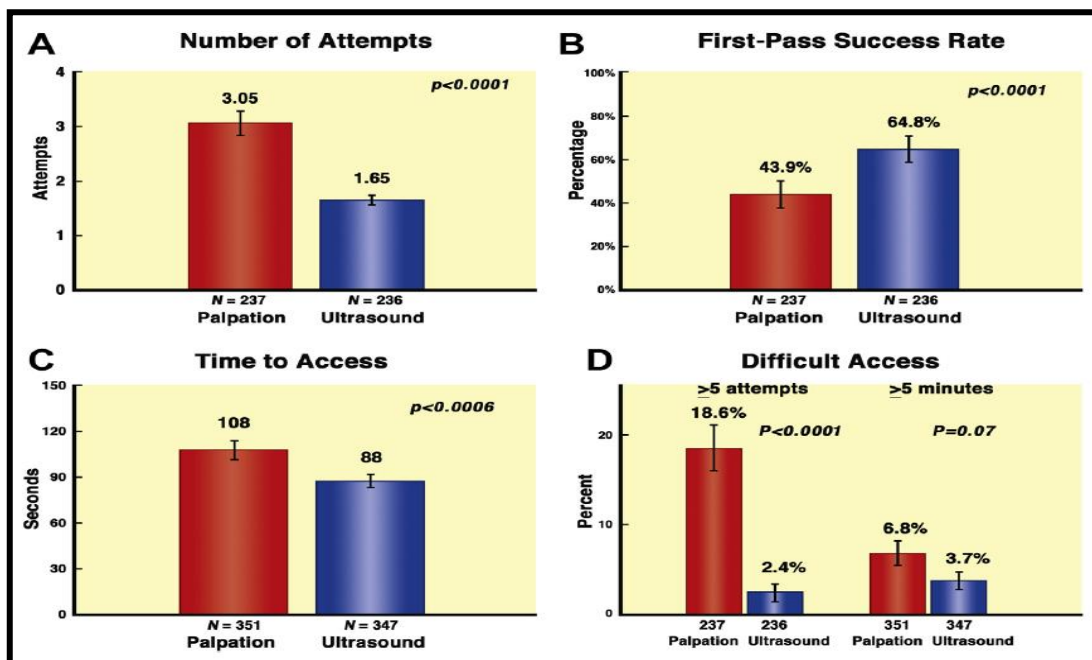
**Γράφημα 3** Forest plot. Αριθμός προσπαθειών μέχρι την επιτυχή παρακέντηση (Ανατύπωση από: Tang L, Wang F, Li Y, Zhao L, Xi H, Guo Z, et al. Ultrasound guidance for radial artery catheterization: An updated meta-analysis of randomized controlled trials. PLoS One [Internet]. 2014



**Γράφημα 4** Forest plot. Μέσος χρόνος για τον επιτυχή καθετηριασμό (Ανατύπωση από: Tang L, Wang F, Li Y, Zhao L, Xi H, Guo Z, et al. Ultrasound guidance for radial artery catheterization: An updated meta-analysis of randomized controlled trials. PLoS One [Internet]. 2014

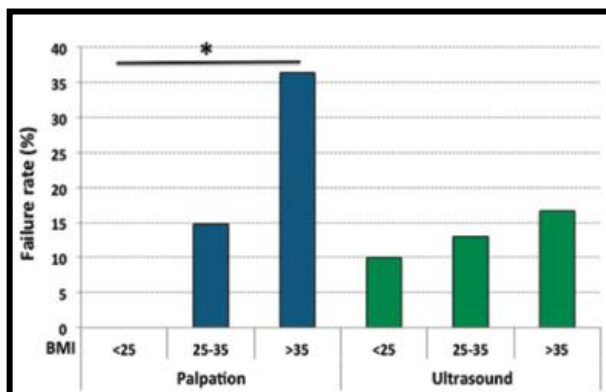
Έναν χρόνο αργότερα, σε μία τυχαιοποιημένη κλινική μελέτη (20), συγκρίθηκαν τρεις τεχνικές καθετηριασμού της κερκιδικής αρτηρίας: με χρήση US, ψηλάφηση και με την χρήση Doppler. Τα αποτελέσματα ανέδειξαν στατιστικά σημαντική υπεροχή στα ποσοστά επιτυχούς καθετηριασμού με την 1<sup>η</sup> προσπάθεια στο γκρουπ του US ( 53% - 39% -39% αντίστοιχα). Αντίθετα δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στα αντίστοιχα ποσοστά επιτυχούς καθετηριασμού στα 5 λεπτά (68% - 63% - 60% ).

Τον ίδιο χρόνο δημοσιεύτηκαν τα αποτελέσματα μιας μεγάλης πολυκεντρικής τυχαιοποιημένης μελέτης (RAUST TRIAL) (19). Τα πρωτογενή καταληκτικά σημεία ήταν και σ' αυτή τη μελέτη τα ποσοστά επιτυχούς παρακέντησης με την 1<sup>η</sup> προσπάθεια, ο αριθμός των προσπαθειών καθώς και ο απαιτούμενος χρόνος για τον επιτυχή καθετηριασμό, τα οποία επιβεβαίωσαν για άλλη μια φορά την υπεροχή των υπερήχων. Επιπλέον πέρα από τα προαναφερθέντα καταληκτικά σημεία η χρήση των υπερήχων συνέβαλε στην μείωση των δύσκολων προσπαθειών παρακέντησης, οι οποίες ορίστηκαν ως η ανάγκη για περισσότερες από 5 προσπάθειες ή η παρέλευση τουλάχιστον 5 λεπτών από την έναρξη της διαδικασίας παρακέντησης. Σημαντικό στοιχείο ήταν ότι στο 80% των ασθενών στους οποίους υπήρξε αρχικά ανεπιτυχής καθετηριασμός της κερκιδικής αρτηρίας μέσω ψηλάφησης, η επιπρόσθετη χρήση των υπερήχων οδήγησε σε επιτυχή τοποθέτηση του ενδαγγειακού καθετήρα. Τα αποτελέσματα συνοψίζονται στο Γράφημα 5.

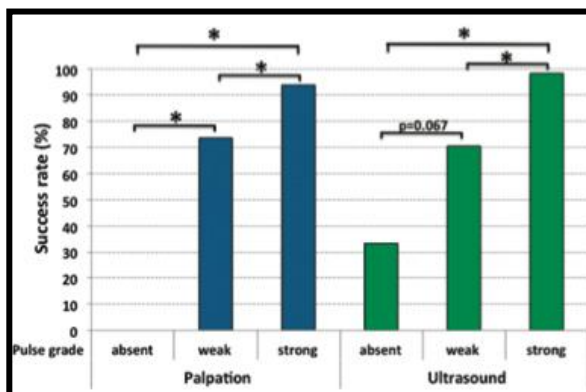


**Γράφημα 5** Σύγκριση ψηλαφητικής και υπερηχογραφικά καθοδηγούμενης μεθόδου. Α) Αριθμός προσπαθειών Β) Ποσοστό επιτυχούς παρακέντησης με την 1<sup>η</sup> προσπάθεια C) Απαιτούμενος χρόνος D) Δύσκολες παρακέντησεις (Ανατύπωση από : Seto AH, Roberts JS, Abu-Fadel MS, Czak SJ, Latif F, Jain SP, et al. Real-time ultrasound guidance facilitates transradial access: RAUST (Radial Artery Access with Ultrasound Trial). JACC Cardiovasc Interv. 2015.

Η χρήση των υπερήχων υπερτερεί ιδιαίτερα έναντι της κλασικής μεθόδου σε συγκεκριμένους πληθυσμούς ασθενών. Ασθενείς με αυξημένο δείκτη μάζας σώματος (BMI), σε προχωρημένη ηλικία, οιδηματώδεις, με σοβαρή υπόταση, ανατομικές ανωμαλίες ή ελικοειδή αγγεία παρουσίασαν το μεγαλύτερο όφελος (3). (Γράφημα 6) Η ποιότητα του σφυγμικού κύματος σχετίστηκε με πρωτοπαθή αποτυχία και των δυο μεθόδων παρακέντησης, με ποσοστά 76,9% , 27,8% και 3 % σε περίπτωση απουσίας σφυγμού, ασθενούς και δυνατού σφυγμού αντίστοιχα (Γράφημα 7). Σε περίπτωση απουσίας σφυγμού, όπου η επιτυχής παρακέντηση μέσω ψηλάφησης προσέγγιζε το 0%, με την χρήση των υπερήχων ανερχόταν στο 25-33%, ωστόσο χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά, λόγω του μικρού αριθμού δειγμάτων στη συγκεκριμένη μελέτη (15). Από τους προαναφερθέντες παράγοντες το αυξημένο BMI αναδείχθηκε ο κυριότερος που διαφοροποίησε το ποσοστό επιτυχούς παρακέντησης, υπέρ του US. Τα συνολικά ποσοστά αποτυχίας ήταν 5,1% για BMI<25 kg/m<sup>2</sup> έναντι 24,1% για BMI>35 kg/m<sup>2</sup>. Συγκεκριμένα στο γκρουπ της ψηλάφησης ήταν για BMI<25 kg/m<sup>2</sup> 0% έναντι 10% στο γκρουπ των υπερήχων, ενώ για BMI>35 kg/m<sup>2</sup> ήταν 36,4% έναντι 16% αντίστοιχα, χωρίς ωστόσο να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στο γκρουπ των υπερήχων.



**Γράφημα 6** Ποσοστά ανεπιτυχούς καθετηριασμού με βάση το BMI ανάμεσα στο γκρουπ της ψηλάφησης και των υπερήχων. Ο αστερίσκος (\*) υποδεικνύει στατιστικά σημαντική διαφορά (P=0,005) (Ανατύπωση από: Lynn Zaremski 1, Ramon Quesada, Margaret Kovacs, Melanie Schernthaner HU. Prospective comparison of palpation versus ultrasound-guided radial access for cardiac catheterization - PubMed [Internet]. Journal of Invasive Cardiology. 2013)



**Γράφημα 7** Ποσοστά επιτυχούς καθετηριασμού με βάση την ποιότητα παλμού ανάμεσα στο γκρουπ της ψηλάφησης και των υπερήχων. Ο αστερίσκος (\*) υποδεικνύει στατιστικά σημαντική διαφορά (p<0,01) (Ανατύπωση από: Lynn Zaremski 1, Ramon Quesada, Margaret Kovacs, Melanie Schernthaner HU. Prospective comparison of palpation versus ultrasound-guided radial access for cardiac catheterization - PubMed [Internet]. Journal of Invasive Cardiology. 2013)

Στη RAUST TRIAL (19), αναδείχθηκε επίσης συσχέτιση μεταξύ του αριθμού των προσπαθειών μέχρι την επιτυχή παρακέντηση και της παρουσίας σπασμού της κερκιδικής αρτηρίας. Η συχνότητα εμφάνισης μετρίου-σοβαρού σπασμού ανερχόταν σε ποσοστό 2,7% (22). Φάνηκε ότι οι ασθενείς που εμφάνισαν σπασμό στην κερκιδική αρτηρία χρειάστηκαν περισσότερο χρόνο για τον επιτυχή καθετηριασμό της. Από τους σημαντικότερους παράγοντες που αύξαναν την συχνότητα εμφάνισης σπασμού ήταν:

- Ο αριθμός των παρακεντήσεων, πιθανότατα λόγω του τραυματισμού του αγγειακού τοιχώματος ή των πέριξ ιστών
- Η παρουσία περιφερικής αρτηριακής νόσου (Peripheral Artery Disease-PAD) σε ποσοστό 21,7% έναντι 3% επί απουσίας PAD.

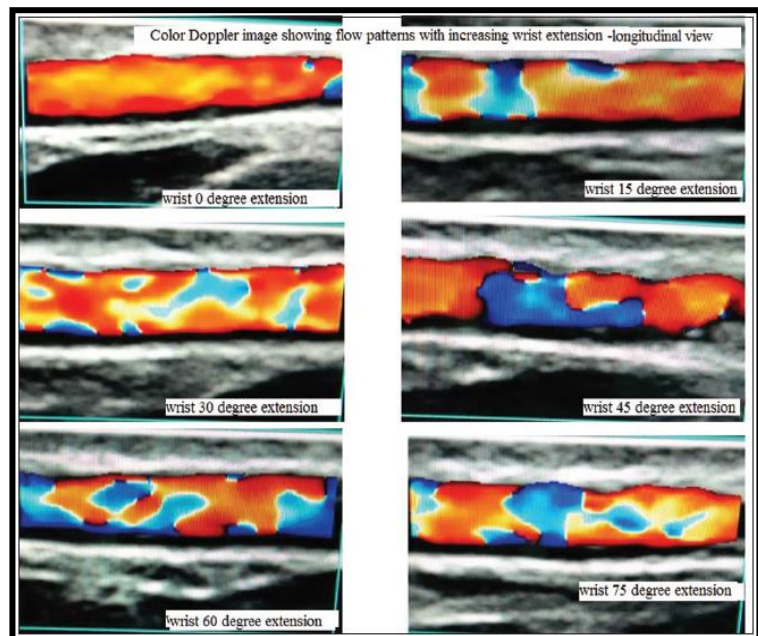
Η τελευταία μάλιστα σχετίστηκε από μόνη της με αυξανόμενο αριθμό προσπαθειών, οδηγώντας κατά αυτό τον τρόπο σε ένα φαύλο κύκλο. Επίσης σε μία μεγάλη καταγραφή 1868 ασθενών το 2014 (RAS Registry) (22), παρατηρήθηκε ότι η ανάγκη για >1 παρακέντηση αυξάνει τον κίνδυνο μετρίου-σοβαρού σπασμού κατά 3,5 φορές. Ήταν πιο συχνός στο γυναικείο φύλο με ιστορικό δυσλιπιδαιμίας, με την χρήση μεγαλύτερων θηκαριών (7Fr) και σε περισσότερες παρακεντήσεις, με τα τελευταία δυο να αποτελούν τους ισχυρότερους ανεξάρτητους παράγοντες.

Από την αντίπερα όχθη, ο παράγων εμπειρία (αυθαίρετος ορισμός ως >200 TRA τον χρόνο) του καθετηριαστή φάνηκε να μην οδηγεί σε στατιστικά σημαντική διαφορά στην

υπεροχή των υπερήχων έναντι της ψηλαφητικής μεθόδου (15) . Παρόλα αυτά, η χρήση των υπερήχων σε πραγματικό χρόνο (Real Time UltraSound-RTUS), προτείνεται σε επιλεγμένους ασθενείς ( χαμηλή καρδιακή παροχή, υπόταση, τραυματίες ή παιδιατρικούς ασθενείς) και σε λιγότερο έμπειρους στην διακερκιδική προσπέλαση καθετηριαστές (23).

Ενδιαφέρον παρουσίασε και μια προοπτική μελέτη (24), που δημοσιεύτηκε το 2015, στην οποία αξιολογήθηκε αν και κατά πόσο ο βαθμός έκτασης του καρπού μεταβάλλει το εύρος της κερκιδικής αρτηρίας. (Εικόνα 7) Πολλά ιατρικά συγγράμματα προτείνουν ήπια έκταση του καρπού για επιτυχή καθετηριασμό, χωρίς ωστόσο να προσδιορίζεται σαφώς η θέση. Παρατηρήθηκε ότι ανάμεσα στις γωνίες έκτασης του καρπού (0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75°) το μεγαλύτερο όφελος στο

ποσοστό επιτυχίας καθετηριασμού με την 1<sup>η</sup> προσπάθεια ήταν σε έκταση 45°, χωρίς ωστόσο να παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά στη διάμετρο της κερκιδικής αρτηρίας. Επίσης ελάττωμα της μελέτης ήταν ότι δεν συμπεριέλαβε άτομα μεγαλύτερης ηλικίας, όπου η



αθηρωμάτωση πιθανότατα θα επηρέαζε τη διατασιμότητα και τη συμπίεση της κερκιδικής αρτηρίας.

**Εικόνα 7** Το μοτίβο της αιματικής ροής με τη χρήση έγχρωμου Doppler (Ανατύπωση από: Selvaraj V, Buhari FS. Ultrasound evaluation of effect of different degree of wrist extension on radial artery dimension at the wrist joint. Ann Card Anaesth [Internet]. 2016)

Μία ακόμα ενδιαφέρουσα τυχαιοποιημένη μελέτη (3), που δημοσιεύτηκε ένα χρόνο αργότερα, συνέκρινε την είσοδο της βελόνας παρακέντησης με την οπή προς τα άνω (κλασική) και προς τα κάτω. Η τελευταία ανέδειξε υψηλότερα ποσοστά επιτυχίας με λιγότερες επιπλοκές. Συγκεκριμένα, το ποσοστό επιτυχίας με την 1<sup>η</sup> προσπάθεια ήταν 84,3% στο γκρουπ με την οπή προς τα κάτω έναντι 71,6% με την κλασική μέθοδο, ο μέσος χρόνος ήταν 33,3±6,3 sec έναντι 35,9±7,6 sec, ενώ ο τραυματισμός του οπίσθιου τοιχώματος κατά την παρακέντηση της κερκιδικής αρτηρίας ήταν 7 % έναντι 21,6% αντίστοιχα, μειώνοντας έτσι τις μετέπειτα επιπλοκές.

### **3.2. Συσχέτιση διαμέτρου κερκιδικής αρτηρίας και μεγέθους ενδαγγειακού νάρθηκα**

Η υπερηχογραφική απεικόνιση των αρτηριών του αντιβραχίου είναι μία αξιόπιστη μέθοδος για να αξιολογήσει την διάμετρο και την πορεία της κερκιδικής αρτηρίας σε ασθενείς που πρόκειται να υποβληθούν σε αριστερό καρδιακό καθετηριασμό μέσω κερκιδικής προσπέλασης (16). Φαίνεται ότι η καταλληλότητα της κερκιδικής αρτηρίας θα κατευθύνει τον επεμβατικό στο μέγεθος του ενδαγγειακού νάρθηκα που θα επιλέξει. Επιπλέον παρέχει πληροφορίες αν είναι οφέλιμες οι επιπλέον προσπάθειες καθετηριασμού της ή η μετάβαση σε εναλλακτική δίοδο (ωλένια ή μηριαία) για την ολοκλήρωση του καρδιακού καθετηριασμού (15). Βασικό χαρακτηριστικό των αρτηριών είναι η ικανότητα τους να διατείνονται λόγω της εγγενούς ελαστικότητας των τοιχωμάτων τους. Συνεπώς υποστηρίζεται ότι η κερκιδική αρτηρία είναι σε θέση να δεχτεί και να υποστηρίξει ενδαγγειακούς νάρθηκες μικρότερους, ίσους ή ελαφρώς μεγαλύτερους σε εξωτερική διάμετρο συγκριτικά με την εσωτερική διάμετρό της (10). Οπότε η τοποθέτηση θηκαριού αρκετά μεγαλύτερου ή επί ασβεστωμένης κερκιδικής αρτηρίας μπορεί να οδηγήσει σε σπασμό και αποτυχία στην τοποθέτηση. Επιπλέον η επιλογή ακατάλληλου μεγέθους θηκαριού ( λόγος εσωτερικής διαμέτρου κερκιδικής προς εξωτερικής διαμέτρου θηκαριού <1) αποτελεί έναν από τους ισχυρότερους παράγοντες μετεπεμβατικών επιπλοκών και δη της συχνότερης επιπλοκής που είναι η απόφραξη της κερκιδικής αρτηρίας σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (1,12,25,26).

Σε μία προοπτική μελέτη, που δημοσιεύτηκε το 2015 (16), υπολογίστηκαν οι θεωρητικές πιθανότητες επιτυχούς τοποθέτησης ενδαγγειακών καθετήρων, με διαφορετική εξωτερική διάμετρο (5Fr, 6Fr, 7Fr), συγκριτικά με την μετρούμενη εσωτερική (inner-inner) της κερκιδικής αρτηρίας. Βρέθηκε ότι σε ένα ποσοστό, της τάξης του 33,9% η διάμετρος της κερκιδικής αρτηρίας ήταν μικρότερη από την αντίστοιχη εξωτερική του θηκαριού μεγέθους 5Fr, ενώ στο 66,1%, στο 14,6% και στο 5,5% η κερκιδική αρτηρία ήταν μεγαλύτερη ή ίση με θηκάρι μεγέθους 5Fr, 6Fr και 7Fr , αντίστοιχα. Σε παρόμοιο συμπέρασμα είχε καταλήξει και μια ακόμα προοπτική μελέτη, 3 χρόνια νωρίτερα, με τα αποτελέσματά της να δείχνουν ότι μεγάλο ποσοστό ασθενών μπορεί να υποστηρίξει θηκάρι μεγέθους τουλάχιστον 6 Fr (εξωτερική διάμετρος 2,52mm) (12,14).

Συνεπώς, με βάση τα προαναφερθέντα, φαίνεται ότι η διάμετρος της κερκιδικής αρτηρίας , όπως αυτή προσδιορίζεται από την προεπεμβατική υπερηχογραφική μελέτη,

κατευθύνει το μέγεθος του θηκαριού που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί. Επιπλέον πληροφορίες σχετικά με τον λόγο κερκιδικής/ θηκαριού, καθώς και τον αντίκτυπο στις αγγειακές επιπλοκές θα αναλυθούν στο επόμενο κεφάλαιο στα πλαίσια των μετεπεμβατικών επιπλοκών.

### **3.3. Η μετεπεμβατική χρήση των υπερήχων στην διάγνωση των μετεπεμβατικών επιπλοκών**

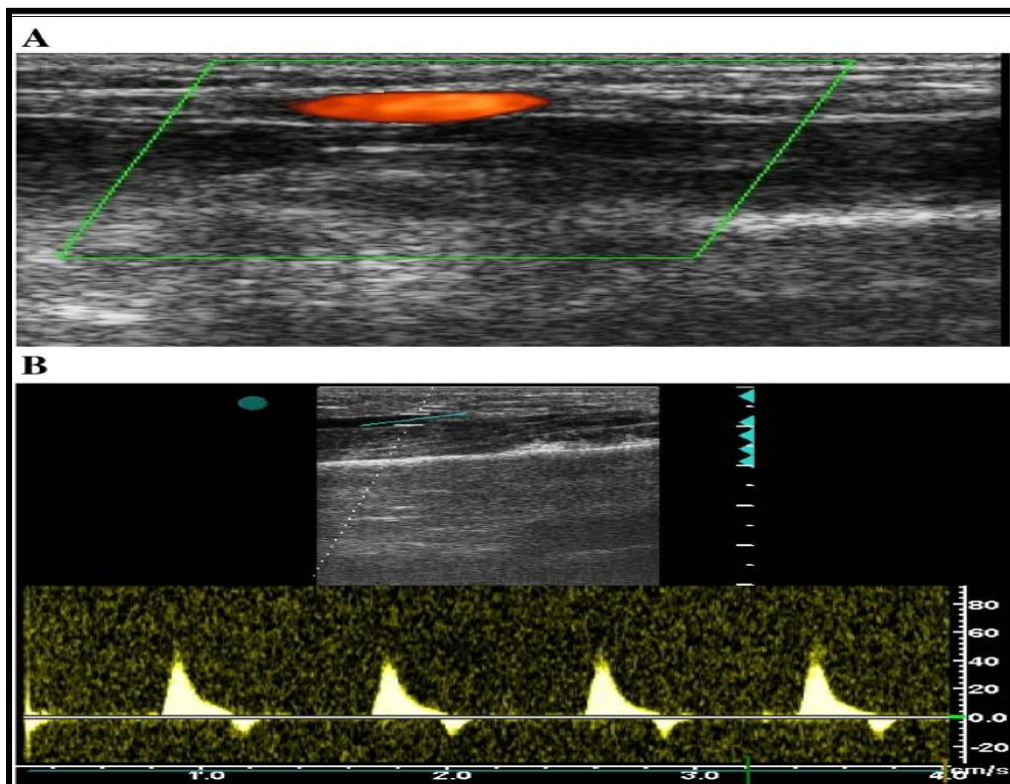
Με την παρέλευση τουλάχιστον 3 δεκαετιών από την 1<sup>η</sup> διακερκιδική προσπέλαση με στόχο τον αριστερό καρδιακό καθετηριασμό, από τον Campeau, η συνεχώς αυξανόμενη χρήση της κερκιδικής αρτηρίας την καθιέρωσε ως μέθοδο εκλογής (27). Οι παράγοντες που οδήγησαν στην υπεροχή της έναντι της παραδοσιακής διαμηριαίας προσπέλασης ήταν οι χαμηλότερες αγγειακές και αιμορραγικές επιπλοκές, το βραχύτερο αναγκαίο χρονικό διάστημα νοσηλείας (μειώνοντας και το αντίστοιχο κόστος) καθώς και η μεγαλύτερη άνεση και ποιότητα ζωής κατά τη νοσηλεία και μετέπειτα των ασθενών (28). Ωστόσο όπως κάθε επεμβατική μέθοδος δεν στερείται επιπλοκών, άλλοτε ποικίλης βαρύτητας. Η μετεπεμβατική χρήση των υπερήχων είναι σε θέση να αναγνωρίσει έγκαιρα ορισμένες από τις δυνητικές επιπλοκές (πίνακας 1), βοηθώντας στην πρωιμότερη αντιμετώπισή τους και στην αποτελεσματικότερη παρακολούθησή τους (12)

#### **Πίνακας 1** Δυνητικές επιπλοκές της διακερκιδικής προσπέλασης

Απόφραξη της κερκιδικής αρτηρίας
Σπασμός της κερκιδικής αρτηρίας
Εμμένον μετεπεμβατικό άλγος
Αιμάτωμα αντιβραχίου (Ταξινόμηση κατά EASY)
Διάτρηση της κερκιδικής αρτηρίας
Εκτροπή της κερκιδικής αρτηρίας κατά την αφαίρεση του θηκαριού
Ψευδοανεύρυσμα
Αρτηριοφλεβική επικοινωνία
Τραυματισμός νεύρου
Σύνδρομο διαμερίσματος
Ισχαιμία άκρας χείρας
Αυξημένη έκθεση στην ακτινοβολία (καθετηριαστής)

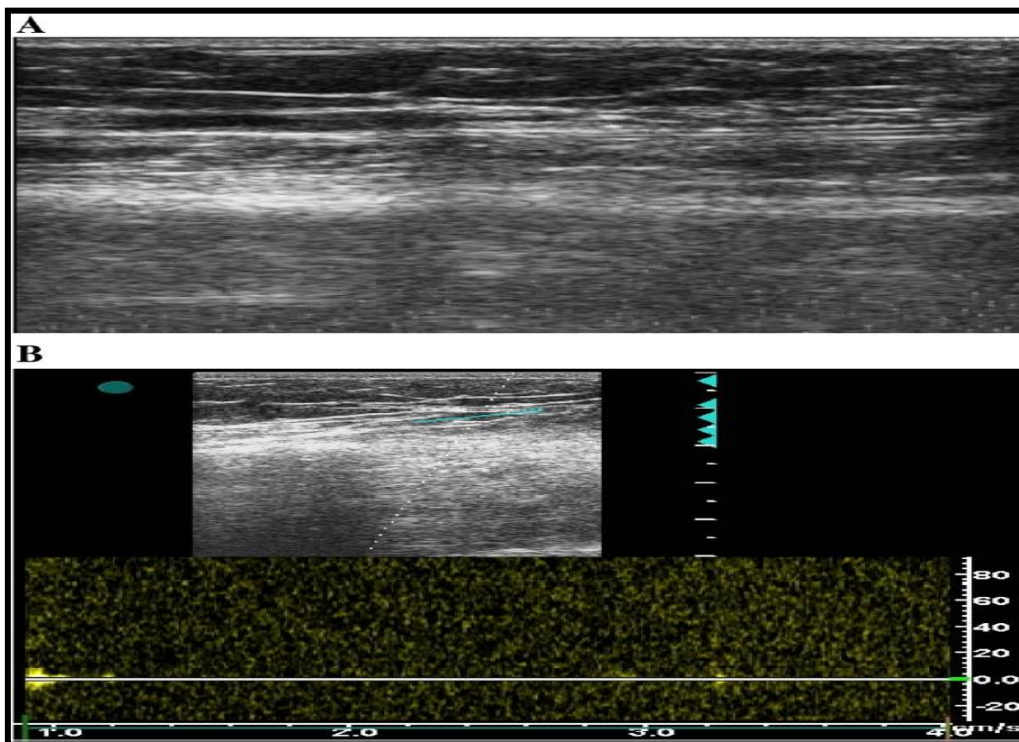
### 3.3.1. Απόφραξη της κερκιδικής αρτηρίας

Η απόφραξη της κερκιδικής αρτηρίας (Radial Artery Occlusion-RAO) αποτελεί ίσως την συχνότερη και σημαντικότερη μετεπεμβατική επιπλοκή του αριστερού καρδιακού καθετηριασμού μέσω της κερκιδικής αρτηρίας. Από πολλούς συγγραφείς αναφέρεται ως η «Αχίλλειος πτέρνα» της παραπάνω μεθόδου (25). Ως φυσιολογική ροή ορίζεται η παρουσία διαφασικής ή τριφασικής κυματομορφής με τη χρήση παλμικού Doppler όπως αναμένεται σε μια αρτηρία υψηλών περιφερικών αγγειακών αντιστάσεων (26) (Εικόνα 8). Αντίθετα ως απόφραξη ορίζεται η απουσία ροής εντός της κερκιδικής αρτηρίας με την χρήση είτε έγχρωμο είτε παλμικού Doppler (13,25). (Εικόνα 9) Στα πιθανά αίτια απουσίας ροής στο έγχρωμο Doppler αναφέρονται και λάθη στην τεχνική, όπως η τοποθέτηση του ηχοβολέα κάθετα στην αιματική ροή, η εφαρμογή αυξημένης πίεσης στην επιφάνεια του δέρματος, η πολύ χαμηλή ταχύτητα ροής και η λανθασμένη ρύθμιση του PRF (29).



**Εικόνα 8** Υπερηχογραφική απεικόνιση βατής RA μετά από TRA. Α) Έγχρωμο Doppler με φυσιολογική ροή εντός της RA. Β) Φασματική ανάλυση με τριφασικό μοτίβο ροής. (Ανατύπωση από: Sadaka MA, Etman W, Ahmed W, Kandil S, Eltahan S. Incidence and predictors of radial artery occlusion after transradial coronary catheterization. Egypt Hear J [Internet]. 2019)





**Εικόνα 9** Υπερηχογραφική απεικόνιση αποφραχθείσας RA μετά από TRA. Α) Ολική απόφραξη RA με παρουσία θρόμβου μετά το σημείο παρακέντησης Β) Φασματική ανάλυση χωρίς παρουσία ροής μετά το σημείο παρακέντησης (Ανατύπωση από: Sadaka MA, Etman W, Ahmed W, Kandil S, Eltahan S. Incidence and predictors of radial artery occlusion after transradial coronary catheterization. Egypt Hear J [Internet]. 2019)

Η συχνότητα εμφάνισης RAO ποικίλει σημαντικά ανάμεσα στις διάφορες βιβλιογραφικές αναφορές, με το συνολικό ποσοστό να αναφέρεται από 0,8 έως 38% στις μεγαλύτερες μετα-αναλύσεις (30). Το μεγάλο αυτό εύρος στο αναφερόμενο ποσοστό έγκειται στο γεγονός ότι αφενός σε πολλές από τις μελέτες που διενεργήθηκαν χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικές τεχνικές ανίχνευσης της απόφραξης της κερκιδικής αρτηρίας (ψηλάφηση ή χρήση υπερήχων) και αφετέρου ότι η ψηλαφητική μέθοδος δεν εμφανίζει μεγάλη ευαισθησία, διότι σε μεγάλο ποσοστό (που αγγίζει και το 40%) ψηλαφητικά «βατών» κερκιδικών αρτηρίων δεν επιβεβαιώθηκε η βατότητα με την επιπρόσθετη χρήση των υπερήχων (1,25,30). Η απουσία σφυγμικού κύματος αποτελεί ισχυρό ενδεικτικό παράγοντα RAO. Αντίθετα η παρουσία αυτού δεν μπορεί να αποκλείσει μια υποκείμενη απόφραξη. Το παραπάνω φαινόμενο αποδόθηκε στην ύπαρξη επαρκούς παράπλευρου δικτύου μέσω του παλαμιαίου τόξου (12,25). Επιπλέον η αναφερόμενη συχνότητα ποικίλει ανάλογα με το χρονικό διάστημα που έγινε η αξιολόγηση της βατότητας της κερκιδικής αρτηρίας. Ενδεικτικά σε μια μεγάλη μετα-ανάλυση (30), το ποσοστό RAO μειώθηκε από 7,7% στις 24 ώρες στο 5,8% στον ένα μήνα.

Ο κυριότερος παθοφυσιολογικός μηχανισμός αποτελεί ο τραυματισμός του ενδοθηλίου που με την σειρά του οδηγεί σε ενεργοποίηση του καταρράκτη της πήξης με τελικό αποτέλεσμα τον σχηματισμό θρόμβου και άλλοτε άλλο βαθμό απόφραξη της κερκιδικής αρτηρίας (2,12). Επιπλέον η στάση του αίματος κατά την επίτευξη αιμόστασης παρέχει το κατάλληλο υπόστρωμα για την δημιουργία θρόμβου (30). Ωστόσο ταυτόχρονα με τον πηκτικό μηχανισμό ενεργοποιείται και ο μηχανισμός πρωτογενούς ινωδόλυσης. Η προσβολή του ενδοθηλίου προάγει την ενεργοποίηση του ιστικού πλασμινογόνου και της ουροκινάσης, επιτρέποντας έτσι την ινωδόλυση και την επανασυρραγγοποίηση της αποφραχθείσας αρτηρίας (30). Στο παραπάνω φαινόμενο οφείλεται και η αναφερόμενη μείωση στη συχνότητα ανεύρεσης απόφραξης της κερκιδικής αρτηρίας με την πάροδο του χρόνου. Τα ποσοστά επανασυρραγγοποίησης αναφέρονται στην βιβλιογραφία έως και 50% στους πρώτους 1-3 μήνες (12,25). Επίσης σε μια καταγραφή ασθενών από Uhlemann et al. (27) το 2012 φάνηκε ότι το ποσοστό επανασυρραγγοποίησης μετά από RAO ήταν σημαντικά υψηλότερο στους ασθενείς που λάμβαναν HXMB (ανάλογα με το βάρος σώματος) συγκριτικά με αυτούς που δεν ελάμβαναν, μετά το πέρας 14 ημερών (55,6% έναντι 13,5%).

Η απόφραξη της κερκιδικής αρτηρίας συνήθως διαδράμει υποκλινικά λόγω του πλούσιου παράπλευρου δικτύου της άκρας χείρας που οφείλεται στη διπλή αρτηριακή αιμάτωση (κερκιδική και ωλένια αρτηρία) και των πολλαπλών αναστομών μέσω των παλαμιαίων τόξων (12,25). Αντιθέτως αναφέρονται στη βιβλιογραφία συμπτωματικοί ασθενείς σε ποσοστό έως 42% το πρώτο 24ωρο μετά την TRA και έως 7% οι οποίοι έγιναν συμπτωματικοί τις επόμενες 7 ημέρες. Το συχνότερο σύμπτωμα ήταν άλγος αντιβραχίου και θέναρος, ενώ λιγότερο συχνά έκπτωση μυικής ισχύος και παραισθησίες (27). Η κλινική σημασία της RAO είναι ότι δεν επιτρέπει τη χρήση της κερκιδικής αρτηρίας για:

1. Μελλοντικό αριστερό καρδιακό καθετηριασμό
2. Ως μόσχευμα για την διενέργεια αορτοστεφανιαίας παράκαμψης (CABG)
3. Αρτηριοφλεβική αναστόμωση σε αιμοκαθαιρόμενους
4. Χρήση της σύστοιχης ωλενίου αρτηρίας λόγω κινδύνου ισχαιμίας άκρας χείρας.  
Ωστόσο ο Keder et al, απέδειξε ότι ο αριστερός καρδιακός καθετηριασμός μέσω της ωλενίου αρτηρίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ασφάλεια από έμπειρους καθετηριαστές ακόμα και σε περιπτώση RAO (12)
5. Παρακολούθηση (monitoring) της αρτηριακής πίεσης (12,25,26)

Οι παράγοντες, που με βάση τη βιβλιογραφία, φαίνεται πως προδιαθέτουν-επηρεάζουν την εμφάνιση RAO μπορούν να χωριστούν σε δύο ομάδες:

- a) Κλινικά χαρακτηριστικά του ασθενούς (1,2,12,13,25–27,30)
- b) Περιεπεμβατικά χαρακτηριστικά (1,2,12,25–27,30–32)

Οι παραπάνω παράγοντες συνοψίζονται στον πίνακα 2 και 3. Μεγάλη ετερογένεια παρατηρείται ανάμεσα σε πολυάριθμες μελέτες, σχετικά με τους κυριότερους παράγοντες που σχετίζονται με RAO (30).

<b>Πίνακας 2</b> Κλινικά χαρακτηριστικά που σχετίζονται με RAO
--

Γυναικείο φύλο
Σακχαρώδης διαβήτης
Χαμηλό BMI
Διάμετρος κερκιδικής αρτηρίας
Ηλικία
Κάπνισμα
Περιφερική αρτηριακή νόσος
Λήψη στατινών

<b>Πίνακας 3</b> Περιεπεμβατικά χαρακτηριστικά που σχετίζονται με RAO
---

Μέγεθος θηκαριού και λόγος διαμέτρου κερκιδικής/θηκαριού <1
Βαθμός αντιπηξίας
Χρόνος συμπίεσης μετεπεμβατικά
Μηχανισμός αιμόστασης
Διάρκεια επέμβασης
Αριθμός καθετηριασμών-καθετήρων
Χαμηλή PSV (Peak Systolic Velocity) στο Doppler

Μία μεγάλη μετα-ανάλυση (30), που περιέλαβε 66 μελέτες με 31345 συμμετέχοντες και δημοσιεύτηκε το 2016 ανέδειξε τους τρεις κυριότερους παράγοντες που σχετίστηκαν με την εμφάνιση RAO εκ των οποίων ήταν:

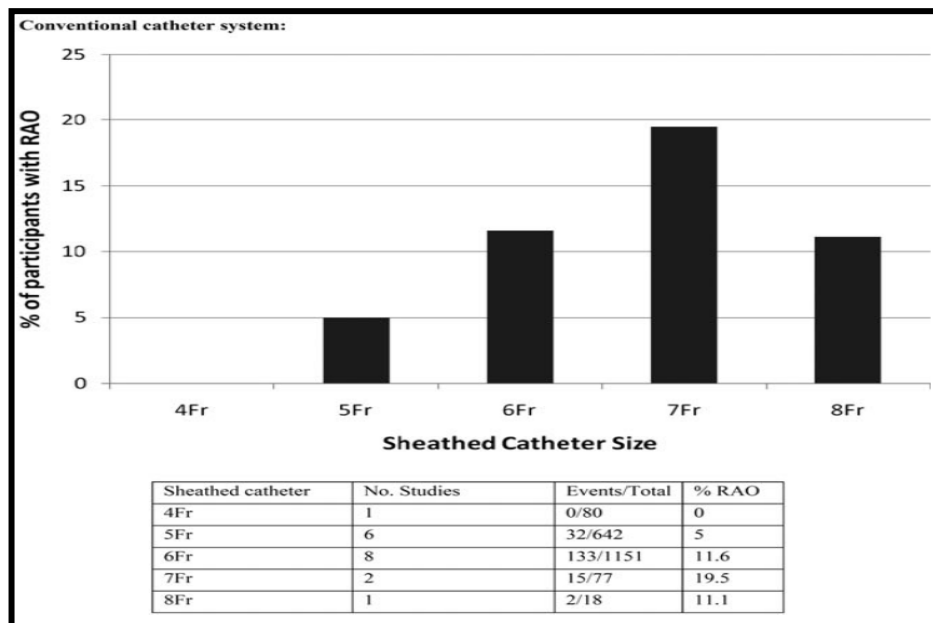
1. Το μέγεθος του θηκαριού (μετρούμενο σε French units)

2. Η δοσολογία της χορηγούμενης κλασικής ηπαρίνης (UFH) περιεπεμβατικά
3. Η διάρκεια συμπίεσης της κερκιδικής αρτηρίας μετεπεμβατικά

Για λόγους συνοπτικούς και για να μην ξεφύγουμε από τους στόχους της συγκεκριμένης ανασκόπησης θα αναλυθούν οι κυριότεροι παράγοντες που ευθύνονται για τις μετεπεμβατικές επιπλοκές καθώς και αυτοί όπου η χρήση των υπερήχων μπορεί να προσφέρει στην αναγνώριση τους.

### 3.3.1.1 Το μέγεθος του θηκαριού και η συσχέτιση του με τη διάμετρο της κερκιδικής αρτηρίας

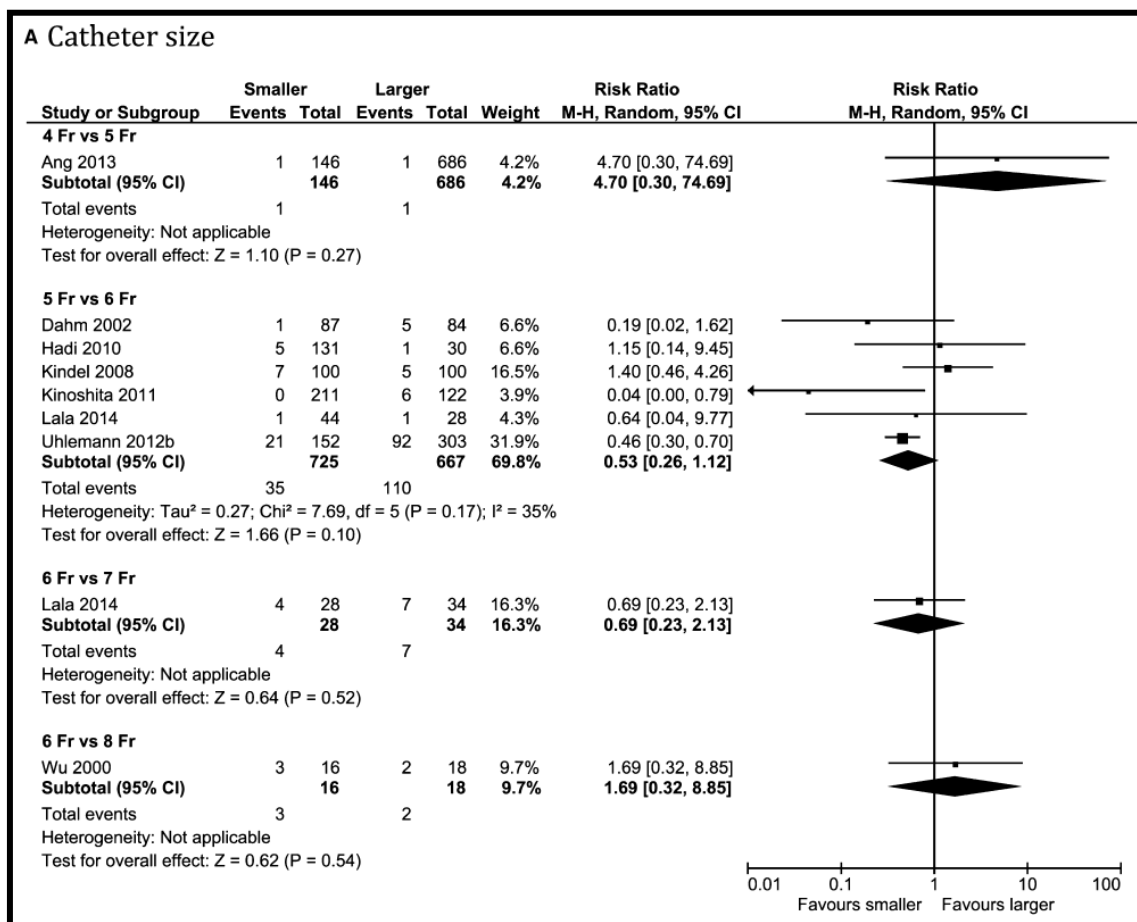
Από την παραπάνω μετα-ανάλυση (30) φάνηκε ότι η επίπτωση της εμφάνισης RAO σχετιζόταν με το αυξανόμενο μέγεθος (της εξωτερικής διαμέτρου) του θηκαριού. Το αναφερόμενο ποσοστό ήταν 11,6% έναντι 5% όταν χρησιμοποιήθηκαν θηκάρια διαμέτρου 6Fr και 5Fr, αντίστοιχα, ενώ το παραπάνω ποσοστό εκτοξεύτηκε στο 19,5% για θηκάρια διαμέτρου 7Fr (Γράφημα 8). Ωστόσο τα συνολικά αποτελέσματα διαφορετικών μελετών που



**Γράφημα 8** Επίπτωση RAO με το συμβατικό σύστημα καθετήρων (Ανατύπωση από: Rashid M, Kwok CS, Pancholy S, Chugh S, Kedev SA, Bernat I, et al. Radial artery occlusion after transradial interventions: A systematic review and meta-analysis. J Am Heart Assoc [Internet]. 2016)

συνέκριναν διαφορετικά μεγέθη θηκαριών κατέληξαν σε αντικρουόμενα αποτελέσματα, οδηγώντας σε μια μη στατιστικά σημαντική συσχέτιση. (Γράφημα 9). Ως πιθανές αιτίες θεωρήθηκαν το γεγονός ότι δεν συμπεριλήφθηκαν σε πολλές μελέτες μικρά μεγέθη (4Fr) θηκαριών. Επιπλέον αρκετές μελέτες ήταν απλές μη τυχαιοποιημένες και τέλος δεν υπήρχαν

πληροφορίες σχετικά με την διάμετρο της κερκιδικής αρτηρίας, το οποίο θα μπορούσε να εξηγήσει την ετερογένεια στα αποτελέσματα. Με βάση το τελευταίο φαίνεται πως πιο αξιόπιστος δείκτης είναι ο λόγος διαμέτρου κερκιδικής αρτηρίας προς το μέγεθος του θηκαριού και όχι το κάθε μέγεθος ξεχωριστά (1,30,32). Παρόλα αυτά υποστηρίζεται ότι σε γενικές γραμμές η χρήση μικρότερου μεγέθους θηκαριού λόγω μικρότερου τραυματισμού του ενδοθηλιακού τοιχώματος φαίνεται πως σχετίζεται με μικρότερα ποσοστά θρόμβωσης της κερκιδικής αρτηρίας μετεπεμβατικά (30).

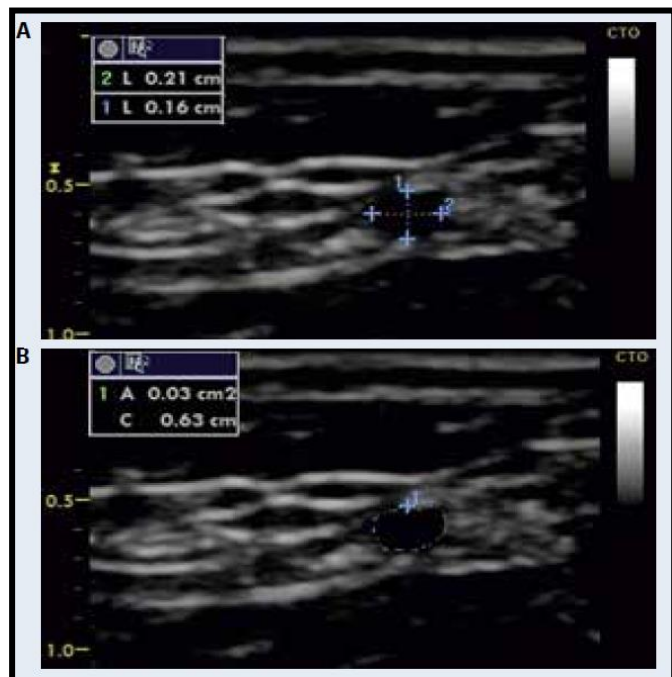


**Γράφημα 9** Forest plot. Σύγκριση μεγέθους καθετήρα και RAO (Ανατύπωση από: Rashid M, Kwok CS, Pancholy S, Chugh S, Kedev SA, Bernat I, et al. Radial artery occlusion after transradial interventions: A systematic review and meta-analysis. J Am Heart Assoc [Internet]. 2016)

Στη NAUSICA trial (33), μια τυχαίοποιημένη μελέτη που δημοσιεύτηκε το 2014, οι ασθενείς τυχαίοποιήθηκαν 1:1 να υποβληθούν σε αγγειοπλαστική χρησιμοποιώντας θηκάρια μεγέθους 4Fr και 6 Fr, με πρωτογενές καταληκτικό σημείο την εμφάνιση RAO 24 ώρες μετεπεμβατικά. Τα ποσοστά ανήλθαν σε 0% στο πρώτο και 4% στο δεύτερο γκρουπ, χωρίς ωστόσο στατιστικά σημαντική διαφορά. Εκεί που υπερίχε το γκρουπ των 4Fr ήταν στις

συνολικές τοπικές αγγειακές επιπλοκές (0% έναντι 6%,  $p=0,02$ ). Σε μία καταγραφή από τον Uhlemann et al.(27) το 2012, βρέθηκε ότι η χρήση θηκαριού 5Fr έναντι 6Fr οδήγησε σε μείωση της συχνότητας RAO έως και 55%. Αντίθετα σε μία ακόμα μετα-ανάλυση, που δημοσιεύτηκε από τον Polimeni et al. (34) το 2015, δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην εμφάνιση RAO όταν χρησιμοποιήθηκαν θηκάρια εξωτερικής διαμέτρου 5Fr και 6Fr. Εκεί που υπήρξε όφελος ήταν όταν το μικρότερο σε μέγεθος θηκάρι χρησιμοποιήθηκε στον γυναικείο πληθυσμό λόγω μικρότερης μέσης διαμέτρου κερκιδικής αρτηρίας.

Κατά την αναζήτηση στη βιβλιογραφία , σε αρκετές δημοσιευμένες μελέτες υπογραμμίζεται ότι το μέγεθος-διάμετρος της κερκιδικής αρτηρίας αποτελεί έναν ανεξάρτητο προγνωστικό παράγοντα για εμφάνιση RAO μετεπεμβατικά. Όσον αφορά το μέγεθος της κρίσιμης διαμέτρου φαίνεται πως και εδώ υπάρχει μεγάλη ετερογένεια με ορισμένες μελέτες (1,13,25) να το ορίζουν σε  $\leq 2,5\text{mm}$  , ενώ άλλες (26) να κατεβάζουν το όριο στα 2,1mm. Σε μία πρόσφατα δημοσιευμένη προοπτική μελέτη (13), το 2017, φάνηκε ότι εκτός από την διάμετρο της κερκιδικής αρτηρίας σημαντικοί προγνωστικοί παράγοντες για την εμφάνιση μετεπεμβατικών αγγειακών επιπλοκών ήταν και το εμβαδόν καθώς και η



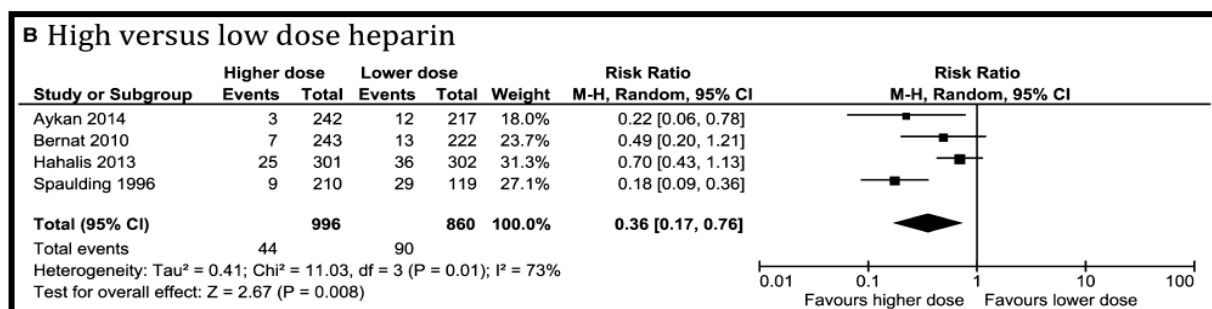
περίμετρος της κερκιδικής αρτηρίας, κατά την προεπεμβατική υπερηχογραφική εκτίμησή της 1-2 cm από τη στυλοειδή απόφυση, την συνηθέστερη θέση παρακέντησης της κερκιδικής αρτηρίας. (Εικόνα 10) Πιο συγκεκριμένα η διάμετρος της κερκιδικής αρτηρίας  $< 2,2\text{mm}$  είχε 69% ευαισθησία και 59% ειδικότητα, το εμβαδόν  $< 5\text{mm}^2$  68% ευαισθησία και 61% ειδικότητα και η περίμετρος  $< 8\text{mm}$  69% ευαισθησία και 61% ειδικότητα στην πρόβλεψη αγγειακών επιπλοκών.

**Εικόνα 10** Υπερηχογραφική απεικόνιση της RA. Α) Μέτρηση ελάχιστης και μέγιστης διαμέτρου. Η διάμετρος της RA προκύπτει από τον μέσο όρο των παραπάνω Β) Το εμβαδόν και η περίμετρος υπολογίζονται με ιχνηλάτηση του αυλού της RA (Ανατύπωση από: Abazid RM, Smettei OA, Mohamed MZ, Kattea MO, Suresh A, Bashir Y, et al. Radial artery ultrasound predicts the success of transradial coronary angiography. *Cardiol J* [Internet]. 2017)

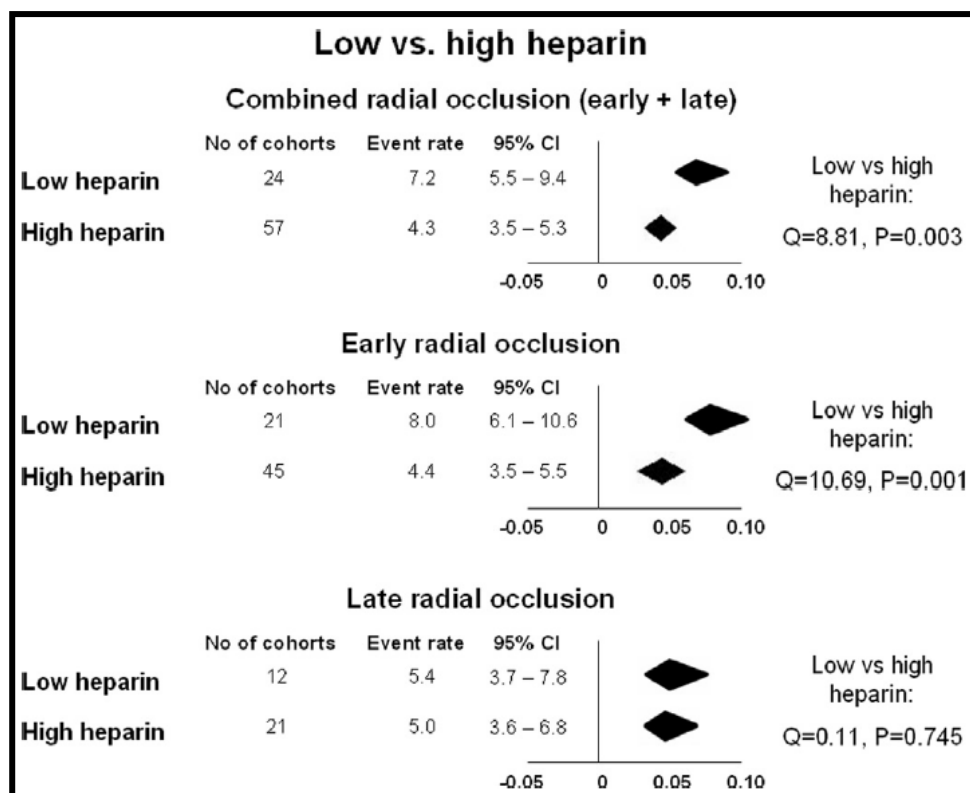
Με βάση τα παραπάνω υπογραμμίζεται η σημασία του λόγου εσωτερικής διαμέτρου της κερκιδικής αρτηρίας προς την εξωτερική διάμετρο του θηκαριού, η οποία όταν είναι  $\leq 1$  φαίνεται να σχετίζεται με αυξημένα ποσοστά RAO, όπως υποστηρίζεται από τα αποτελέσματα διαφόρων μελετών (1,25,26). Ενδεικτικά σε μια προοπτική μελέτη, που δημοσιεύτηκε το 2015, τα ποσοστά RAO ήταν 57,1% έναντι 12% όταν ο παραπάνω λόγος ήταν  $\leq 1$  και  $>1$  αντίστοιχα (25). Φάνηκε ότι σημαντικό ρόλο παίζει η μείωση της αιματικής ροής περιφερικότερα, όπως υποστηρίχθηκε ήδη από τον Saito et al (35), το 1999. Στην παραπάνω ιαπωνική μελέτη το ποσοστό της σημαντικής μείωσης της περιφερικής ροής ήταν 13% όταν η εξωτερική διάμετρος του θηκαριού ήταν μεγαλύτερη από την αντίστοιχη εσωτερική της κερκιδικής αρτηρίας και μόλις 4% όταν ήταν μικρότερη. Ακόμα το λεγόμενο «stretching effect» που προκαλείται από «mismatch» μεταξύ μικρού μεγέθους κερκιδικής αρτηρίας και μεγάλου μεγέθους θηκαριού μπορεί να οδηγήσει σε σπασμό της αρτηρίας και δομικές διαταραχές αυτής (intimal flaps), επιταχύνοντας την αρνητική αναδιαμόρφωση με υπερπλασία του έσω χιτώνα προκαλώντας όψιμη στένωση ή και απόφραξη αυτής (1,12).

### 3.3.1.2. Η δοσολογία της χορηγούμενης κλασικής ηπαρίνης (UFH) περιεπεμβατικά

Με βάση τη θεωρία ότι η ενεργοποίηση του καταρράκτη της πήξης με τελικό προϊόν τον σχηματισμό θρόμβου οδηγεί στην πρόκληση RAO, πολλές μελέτες επικεντρώθηκαν στον ρόλο της αντιπηξίας. Σε 2 μεγάλες μετα-αναλύσεις, που δημοσιεύτηκαν το 2016 (30) και το 2017 (36) και περιέλαβαν μελέτες σχετικά με την χορήγηση αντιπηκτικής αγωγής, φάνηκε ότι μεγαλύτερες δόσεις αυτής σχετίζονται με μικρότερα ποσοστά RAO, όπως φαίνεται και στα κάτωθεν γραφήματα 10 και 11.



**Γράφημα 10** Forest plot. Συσχέτιση δόσης κλασικής ηπαρίνης περιεπεμβατικά και RAO. (Ανατύπωση από: Rashid M, Kwok CS, Pancholy S, Chugh S, Kedev SA, Bernat I, et al. Radial artery occlusion after transradial interventions: A systematic review and meta-analysis. J Am Heart Assoc [Internet]. 2016)



**Γράφημα 11** Forest plot. Συσχέτιση δόσης κλασικής ηπαρίνης περιεπεμβατικά και RAO (Ανατύπωση από: Hahalis G, Aznaouridis K, Tsigkas G, Davlourous P, Xanthopoulou I, Koutsogiannis N, et al. Radial artery and ulnar artery occlusions following coronary procedures and the impact of anticoagulation: ARTEMIS (radial and ulnar artery occlusion meta-analysis) systematic review and meta-analysis [Internet]. Vol. 6, Journal of the American Heart Association. John Wiley and Sons Inc.; 2017)

Ενδεικτικά ο Spaulding et al (37) το 1996, ανέδειξε ότι τα ποσοστά RAO ήταν 70% , 24% και 4,3% όταν οι ασθενείς έλαβαν αντίστοιχα καθόλου, 2-3.000 IU και 5.000 IU κλασικής Ηπαρίνης. Ο Bernat et al. (38), δεκαπέντε περίπου χρόνια αργότερα, βρήκε ότι τα ποσοστά RAO ήταν περίπου διπλάσια (5,9% έναντι 2,9%) σε ασθενείς που έλαβαν χαμηλότερη δόση ηπαρίνης (2000 IU έναντι 5000 IU). Ωστόσο το 2013, ο Hahalis et al (39), τυχαιοποίησε 308 ασθενείς που υποβλήθηκαν σε TRA ,χρησιμοποιώντας θηκάρι 5 FR , χωρίς να αναδείξει στατιστικά σημαντική διαφορά στην εμφάνιση RAO ανάμεσα στη χορήγηση 2500 IU έναντι 5000 IU κλασικής Ηπαρίνης (αντίστοιχα ποσοστά 15,9% έναντι 14%).

Επιπλέον δεν φάνηκε πως υπήρξε κάποιο επιπλέον όφελος έναντι της κλασικής ηπαρίνης όταν χρησιμοποιήθηκαν η enoxapararin ή η bivalirudin (2,12). Επίσης δεν φάνηκε πως υπήρχε διαφορά στον τρόπο χορήγησης της ηπαρίνης, διαφλέβια ή ενδαρτηριακά. Η προτεινόμενη δοσολογία κλασικής ηπαρίνης είναι 50 IU/kg, μέχρι τις 5000 IU (36).



### 3.3.1.3. Ο μηχανισμός αιμόστασης και η διάρκεια συμπίεσης

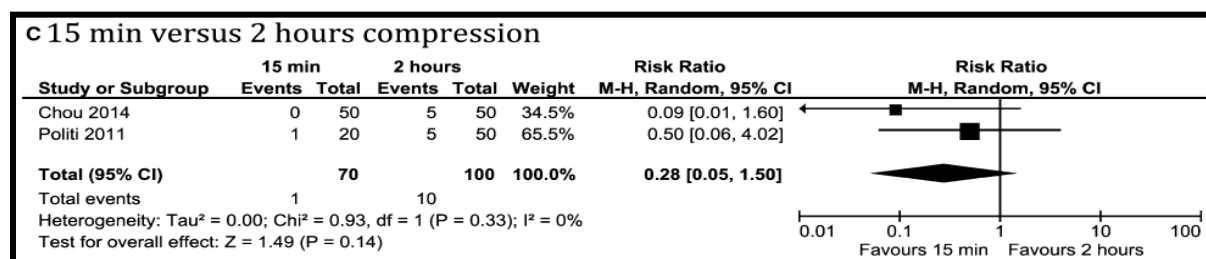
Το 2014 ,η SCAI (Society for Cardiovascular Angiography and Interventions) (40), πρότεινε τη χρήση βατής αιμόστασης σε όλους τους ασθενείς που υποβάλλονται σε αριστερό καρδιακό καθετηριασμό μέσω της κερκιδικής αρτηρίας. Ο όρος «βατή αιμόσταση» αναφέρεται στην ύπαρξη υποκείμενης ροής αίματος στην κερκιδική αρτηρία κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αιμόστασης στο σημείο παρακέντησης, χρησιμοποιώντας κάποια αιμοστατική συσκευή (12). Η παραπάνω μη αποφρακτική συμπίεση της κερκιδικής αρτηρίας φαίνεται πως αποτελεί έναν ανεξάρτητο προγνωστικό παράγοντα βατότητας της κερκιδικής αρτηρίας μετά από καθετηριασμό της (2,12,32).

Το 2008, δημοσιεύτηκαν τα αποτελέσματα της PROPHET Trial (41), η οποία τυχαιοποίησε 436 ασθενείς, που θα υποβάλλονταν σε διακερκιδική προσπέλαση , σε συμβατική αιμόσταση και σε βατή αιμόσταση, χρησιμοποιώντας το reverse Barbeau τεστ για τον έλεγχο ύπαρξης ροής. Το καταληκτικό σημείο ήταν η επίπτωση RAO στις 24 ώρες και στις 30 ημέρες. Τα αποτελέσματα ανέδειξαν σημαντικό όφελος στο γκρουπ της βατής αιμόστασης ( 5% έναντι 12% στις 24 ώρες και 1,8% έναντι 7% στις 30 ημέρες). Σε παρόμοια αποτελέσματα κατέληξε ένα χρόνο αργότερα και η RACOMAP trial (42), όπου η επίπτωση της RAO ήταν 12% έναντι 1,1% στο γκρουπ με τη συμβατική αιμόσταση (σταθερή προσθήκη 15cc αέρα στην συσκευή αιμόστασης) έναντι της ελεγχόμενης συμπίεσης με βάση την μέση αρτηριακή πίεση. Μία ακόμα ενδιαφέρουσα τυχαιοποιημένη μελέτη, η PROPHET II (43) , το 2016 και η οποία συμπεριέλαβε 3000 ασθενείς, ανέδειξε ότι η ταυτόχρονη ομόπλευρη συμπίεση της ωλενίου αρτηρίας κατά τη διάρκεια βατής αιμόστασης της κερκιδικής αρτηρίας (λόγω αύξηση της ροής στην τελευταία) οδήγησε σε μείωση της επίπτωσης RAO από 4,3% σε 1% στις 24 ώρες και από 3% σε 0,9% στις 30 ημέρες.

Η διάρκεια της συμπίεσης αποτελεί επίσης παράγοντα μείζονος σημασίας για την πρόκληση RAO (1,12,30,32). Η μικρότερη διάρκεια συμπίεσης σχετίστηκε με σημαντικά μικρότερη πιθανότητα πρώιμης και όψιμης RAO, χωρίς αύξηση των αιμορραγικών επιπλοκών. Αυτό αποδόθηκε στον αναφερόμενο χρόνο δράσης της κλασικής ηπαρίνης (~4 ώρες). Έτσι συμπίεση η οποία ξεπερνάει τις 4 ώρες φαίνεται πως αυξάνει τον κίνδυνο θρόμβωσης (1). Το 2012 , οι Pancholy και Patel (44) , ανέδειξαν ότι το ποσοστό RAO όταν η διάρκεια συμπίεσης ήταν 2 ώρες ήταν σημαντικά χαμηλότερα στο 5,5% έναντι 12% όταν η αντίστοιχη διάρκεια ήταν 6 ώρες, χωρίς αύξηση των αιμορραγικών επιπλοκών. Τρία χρόνια αργότερα σε μια τυχαιοποιημένη μελέτη από Dharma et al (45), βρέθηκε ότι η διάρκεια

συμπίεσης άνω των 4 ωρών αύξησε τον κίνδυνο RAO κατά περίπου 3 φορές σε αντίθεση με το γκρουπ των ασθενών, στους οποίους η αντίστοιχη διάρκεια περιορίστηκε σε κάτω από 4 ώρες.

Σε αντίστοιχα αποτελέσματα κατέληξαν και δυο ακόμα μελέτες, οι οποίες συμπεριελήφθησαν σε μετα-ανάλυση (30) και οι οποίες ανέδειξαν μείωση του σχετικού κινδύνου (RR=0,28) εμφάνισης RAO όταν η συμπίεση διήρκεσε μόλις 15 λεπτά έναντι 2 ωρών, με τίμημα ωστόσο τη μεγαλύτερη συχνότητα αιμορραγικών επεισοδίων. (Γράφημα 12)



**Γράφημα 12** Forest plot. Συσχέτιση διάρκειας συμπίεσης και επίπτωση RAO (Ανατύπωση από: Rashid M, Kwok CS, Pancholy S, Chugh S, Kedev SA, Bernat I, et al. Radial artery occlusion after transradial interventions: A systematic review and meta-analysis. J Am Heart Assoc [Internet]. 2016)

### 3.3.1.4. Λοιποί παράγοντες που σχετίζονται με RAO

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενα κεφάλαια, υπάρχει μεγάλη ετερογένεια τόσο στους παράγοντες όσο και στο βαθμό που ο καθένας συμβάλλει στην πρόκληση RAO. Από αυτούς το γυναικείο φύλο φαίνεται σε μια πληθώρα μελετών να διαδραματίζει σημαντικό ρόλο (1,2,25–27,30). Αυτό εξηγήθηκε από το γεγονός ότι στατιστικά οι γυναίκες εμφανίζουν μικρότερη διάμετρο κερκιδικής αρτηρίας αλλά και μεγαλύτερη προδιάθεση στην εμφάνιση σπασμού αυτής. Επιπλέον παράγοντες όπως ο σακχαρώδης διαβήτης όπως και ο χαμηλότερος δείκτης μάζας σώματος φάνηκε πως σχετίζονται και αυτοί με RAO λόγω μικρότερης διαμέτρου κερκιδικής αρτηρίας, πιθανώς λόγω ανάπτυξης αρτηριοπάθειας και επιταχυνόμενης αθηρωμάτωσης (25,26). Επίσης προδιάθεση εμφανίζουν ασθενείς με περιφερική αρτηριακή νόσο (26,27) καθώς και αυτοί με χαμηλή προεπεμβατική μέγιστη συστολική ταχύτητα (PSV), όπως αυτή μετράται με τη χρήση Doppler στην κερκιδική αρτηρία, η οποία αποδίδεται στην αυξημένη αντίσταση στη ροή λόγω αθηρωμάτωσης ή διαταραχών της μικροκυκλοφορίας (25). Αντιθέτως η αυξανόμενη ηλικία σε ορισμένες μελέτες φάνηκε να έχει προστατευτικό ρόλο, καθώς σχετίστηκε με την ανεύρεση μεγαλύτερης διαμέτρου κερκιδικής αρτηρίας πιθανότατα στα πλαίσια ισχαιμικής προετοιμασίας τους άκρου με την πάροδο των χρόνων (1,27).

### **3.3.2. Σπασμός της κερκιδικής αρτηρίας**

Ο σπασμός της κερκιδικής αρτηρίας ( Radial Artery Spasm-RAS) , αποτελεί μία από τις σημαντικότερες επιπλοκές της διακερκιδικής προσπέλασης και την σημαντικότερη αιτία που οδηγεί σε αποτυχία της παραπάνω μεθόδου (46,47). Ανατρέχοντας στη βιβλιογραφία, ο RAS προκαλεί σύγχυση ανάμεσα στους συγγραφείς, καθώς και δυσκολία στην αντικειμενική αξιολόγηση του , διότι δεν υπάρχει ενιαίος ορισμός της πάθησης. Γενικά ορίζεται ως η προσωρινή , αιφνίδια στένωση της διαμέτρου του αυλού της κερκιδικής αρτηρίας, η οποία προκαλεί οξύ πόνο στο αντιβράχιο, ο οποίος επιδεινώνεται με τους χειρισμούς του καθετήρα/σύρματος ή δυσχεραίνει τις κινήσεις του καθετηριαστή κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ή κατά την αφαίρεση του τελευταίου (47). Σε μία πολωνική προοπτική μελέτη το 2017, ο Zercini et al (48) χρησιμοποίησαν έναν κλινικό ορισμό 5 σημείων, ενώ 4 χρόνια νωρίτερα σε μια τουρκική προοπτική μελέτη, ο Gorgulu et al (46), όρισαν αυθαίρετα τον RAS ως στένωση της διάμετρου του αυλού >25%, όπως αυτή απεικονίστηκε αγγειογραφικά.

Με βάση τα παραπάνω εξηγείται και το εξαιρετικά μεγάλο εύρος στην αναφερόμενη συχνότητα RAS, το οποίο κυμαίνεται από 3-73% (47). Η εμφάνιση RAS περιγράφεται καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας του αριστερού καρδιακού καθετηριασμού (46). Στην αρχή μπορεί να οδηγήσει σε αποτυχία καθετηριασμού της κερκιδικής αρτηρίας ή δυσκολία στην προώθηση του θηκαριού/ καθετήρα. Κατά τη διάρκεια μπορεί να οδηγήσει σε παγίδευση του καθετήρα, περιορισμό των κινήσεων και εμφάνιση άλγους στον ασθενή ενώ στο τέλος δυσκολία κατά την αφαίρεση του (49).

Ο ακριβής παθοφυσιολογικός μηχανισμός δεν είναι απολύτως γνωστός (47). Η κερκιδική αρτηρία, που ανήκει στις μυικές αρτηρίες, αποτελείται από κυκλοτερείς στιβάδες λείων μυικών κυττάρων, οι οποίες εντοπίζονται κυρίως στον μέσο χιτώνα. Ο RAS συμβαίνει κυρίως λόγω σύσπασης των παραπάνω, σε απάντηση της ενεργοποίησης της πληθώρας των α1-αδρενεργικών και σε μικρότερο βαθμό των α2 υποδοχέων. Αυτοί οι υποδοχείς διεγείρονται από τις κυκλοφορούσες κατεχολαμίνες και από μηχανικά ερεθίσματα (καθετήρες, σύρμα), αίσθηση του πόνου (λόγω πολλαπλών παρακεντήσεων) ή αυξημένα επίπεδα άλγους. Επίσης, η κερκιδική αρτηρία, ως τύπου III αρτηρία, παρουσιάζει υψηλότερη μέσω υποδοχέων επαγόμενη συσπαστικότητα ( σε ενδοθηλίνη-1 και αγγειοτενσίνη II), γι' αυτό και εμφανίζει μεγαλύτερο κίνδυνο σπασμού από άλλα αγγεία (50).

Οι προδιαθεσικοί παράγοντες για εμφάνιση RAS συνοψίζονται στους πίνακες 4 και 5 και θα μπορούσαν να ταξινομηθούν σε αυτούς που σχετίζονται με τον ασθενή αλλά και με τη διαδικασία (46–49,51–54).

**Πίνακας 4** Κλινικοί και ανατομικοί παράγοντες που σχετίζονται με RAS

Γυναικείο φύλο  
Νεότερη ηλικία  
Μικρότερη διάμετρος κερκιδικής αρτηρίας  
Ανατομικές παραλλαγές κερκιδικής αρτηρίας (πχ. Ελικοειδής πορεία)  
Χαμηλό BMI  
Σακχαρώδης Διαβήτης  
Δυσλιπιδαιμία  
Περιφερική αρτηριακή νόσος  
Αγγώδης διαταραχή

**Πίνακας 5** Περιεπεμβατικοί-τεχνικοί παράγοντες που σχετίζονται με RAO

Χρήση μεγαλύτερου θηκαριού- Λόγος κερκιδικής - θηκαριού  $\leq 1$   
Απουσία υδρόφιλης επικάλυψης στο θηκάρι  
Ανεπιτυχείς προσπάθειες καθετηριασμού  
Διάρκεια διαδικασίας  
Χρήση πολλαπλών καθετήρων  
Αυξημένοι χειρισμοί με τους καθετήρες  
Χρήση αγγειοδιασταλτικών παραγόντων  
Μειωμένη εμπειρία καθετηριαστή

Μεγάλη ετερογένεια παρατηρήθηκε και εδώ ανάμεσα στις διάφορες μελέτες. Από τους πλέον ανεξάρτητους προγνωστικούς παράγοντες ανάμεσα στις μελέτες ήταν το γυναικείο φύλο. Σε μια προοπτική μελέτη (46), το 2013, αποτέλεσε τον μοναδικό ανεξάρτητο παράγοντα (OR=1,524, 95% CI: 1,033-2,248 , p=0,034). Εξηγήθηκε αφενός από το γεγονός ότι το γυναικείο φύλο είναι πιο επιρρεπές σε αγγειοσυσπαστικούς παρά σε αγγειοδιασταλτικούς παράγοντες σε σχέση με το άρρεν φύλο και αφετέρου λόγω μικρότερης διαμέτρου κερκιδικής αρτηρίας, ο οποίος αποτελεί από μόνος του προδιαθεσικό παράγοντα.

Επίσης ο παράγων ηλικία φάνηκε πως επηρεάζει σημαντικά. Σε μια προοπτική μελέτη, το 2015 (53), βρέθηκε ότι με την πάροδο της ηλικίας μειώνεται και η συχνότητα εμφάνισης RAS, συγκεκριμένα κατά 3% για κάθε χρόνο. Ο κύριος παθοφυσιολογικός μηχανισμός θα μπορούσε να εξηγηθεί από την σταδιακή εκφύλιση του μέσου χιτώνα και την ενδοθηλιακή δυσλειτουργία, η οποία άρχεται από την 6<sup>η</sup> δεκαετία της ζωής. Επίσης σε μία τυχαιοποιημένη μελέτη (54), το 2010, αποδείχθηκε ότι η υδρόφιλη επικάλυψη του θηκαριού μειώνει τον σχετικό κίνδυνο εμφάνισης RAS κατά 50% , αναξαρτήτως του μήκους αυτού, ευρήματα συμβατά με τα αποτελέσματα μίας συστηματικής ανασκόπησης (49), ένα χρόνο αργότερα.

Από του σημαντικότερους παράγοντες ήταν ο αυξημένος αριθμός παρακεντήσεων και χειρισμών με τους καθετήρες ανάμεσα στις μελέτες (πιο συχνός ανάμεσα σε λιγότερο έμπειρους καθετηριαστές) (47,48,52,53). Η συχνότητα RAS φάνηκε πως αυξανόταν κατά 50% για κάθε έξτρα καθετήρα (53). Ομοίως, η προαναφερθείσα RAUST TRIAL (19), οποία ανέδειξε συσχέτιση μεταξύ του αριθμού των προσπαθειών μέχρι την επιτυχή παρακέντηση και της παρουσίας σπασμού της κερκιδικής αρτηρίας. Η συχνότητα εμφάνισης μετρίου-σοβαρού σπασμού ανερχόταν σε ποσοστό 2,7% (22). Φάνηκε ότι οι ασθενείς που εμφάνισαν σπασμό στην κερκιδική αρτηρία χρειάστηκαν περισσότερο χρόνο για τον επιτυχή καθετηριασμό της. Από τους σημαντικότερους παράγοντες που αύξαναν την συχνότητα εμφάνισης σπασμού ήταν ο αριθμός των παρακεντήσεων και η παρουσία περιφερικής αρτηριακής νόσου. Επίσης σε μία μεγάλη καταγραφή 1868 ασθενών το 2014 (RAS Registry) (22), παρατηρήθηκε ότι η ανάγκη για >1 παρακέντηση αυξάνει τον κίνδυνο μετρίου-σοβαρού σπασμού κατά 3,5 φορές.

Κοινή πρακτική είναι η χορήγηση συνδυασμού αγγειοδιασταλτικών φαρμάκων περιεπεμβατικά για την πρόληψη εμφάνισης RAS (49). Σε μια συστηματική ανασκόπηση (49), το 2011, φάνηκε ότι ο συνδυασμός Verapamil (1,25-5mg) και nitroglycerine (100-200μg) μείωσε την συχνότητα RAS στο 3,8%. Στην SPASM3 study (47) , δυο χρόνια αργότερα, τυχαιοποιήθηκαν οι ασθενείς στην χορήγηση Verapamil 2,5mg , ISDN 1mg (δινιτρικού ισοσορβίτη) και diltiazem 5mg με τα αντίστοιχα απολέσματα να δείχνουν υπεροχή στο γκρουπ της verapamil με συχνότητα RAS 16,2% έναντι 17,2% και 26,6% στα γκρουπ του ISDN και diltiazem, αντίστοιχα. Ωστόσο τα αποτελέσματα μεταγενέστερων μελετών θέτουν αμφιλεγόμενη την αναγκαιότητα για συστηματική χορήγησή τους. Συγκεκριμένα, μια τυχαιοποιημένη μελέτη (55), το 2014, δεν ανέδειξε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά στη χορήγηση verapamil ή placebo. Το 2020, ο Bocenek et al. (52),

συμπέραναν την ασφαλή διενέργεια αριστερού καρδιακού καθετηριασμού μέσω της κερκιδικής, χωρίς την ανάγκη συστηματικής χορήγησης αγγειοδιασταλτικών ουσιών, λόγω της ύπαρξης νεότερων τεχνικών, υλικών και αυξημένης εμπειρίας των καθετηριαστών, παρά μόνο σε επιλεγμένες περιπτώσεις.

### 3.3.3. Ψευδοανεύρυσμα κερκιδικής αρτηρίας

Ως ψευδοανεύρυσμα (PseudoAneurysm-PSA) αναφέρεται η παρουσία ελλείματος στο τοίχωμα της κερκιδικής αρτηρίας, που αφορά και τους 3 χιτώνες του φυσιολογικού αρτηριακού τοιχώματος και το οποίο οδηγεί στη συσσώρευση αίματος σε εξω-αγγειακή περιοχή, με ή χωρίς την παρουσία θρόμβου (13,56). (Εικόνα 11) Ανατρέχοντας στην βιβλιογραφία υπάρχουν μόνο case reports που αφορούν την συγκεκριμένη επιπλοκή, τονίζοντας ότι πρόκειται για μία εξαιρετικά ασυνήθη επιπλοκή, με συχνότητα <0,1% (2,26,57).



Οι παράγοντες οι οποίοι φαίνεται να προδιαθέτουν στην εμφάνιση ψευδοανευρύσματος συνοψίζονται στον πίνακα 6 (2,26,56–60)

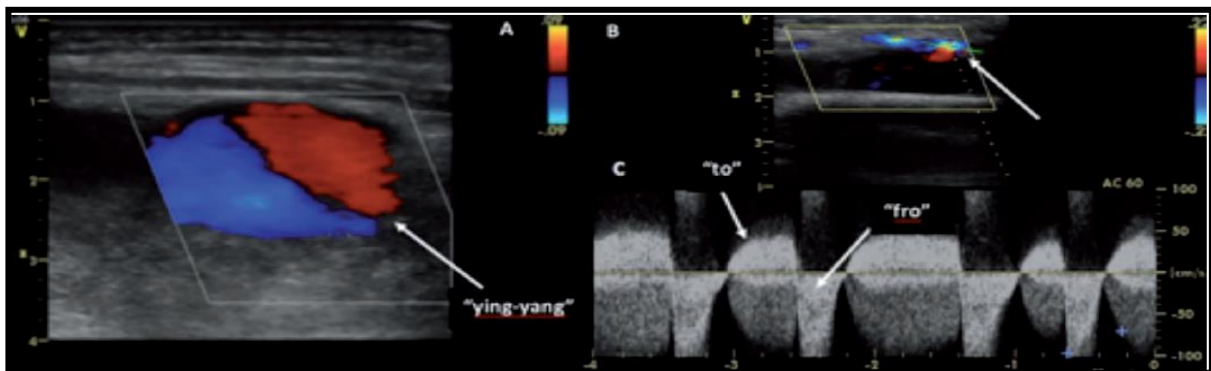
**Εικόνα 11** Μεγάλο PSA (κεφαλές βέλους) ως επιπλοκή μετά από TRA, με μερική θρόμβωση (αστέρι). Η RA απεικονίζεται με το βέλος. (Ανατύπωση από: Abazid RM, Smettei OA, Mohamed MZ, Kattea MO, Suresh A, Bashir Y, et al. Radial artery ultrasound predicts the success of transradial coronary angiography. *Cardiol J* [Internet]. 2017)

#### **Πίνακας 6** Προδιαθεσικοί παράγοντες Ψευδοανευρύσματος

Πολλαπλές παρακεντήσεις
Συστηματική λήψη αντιπηκτικής-αντιαιμοπεταλιακής αγωγής
Ανεπαρκής αιμόσταση-συμπίεση μετεπεμβατικά
Χρήση μεγαλύτερων θηκαριών
Φλεγμονή στο σημείο παρακέντησης
Ηλικιωμένοι ασθενείς
Μεγαλύτερη διάρκεια καθετηριασμού
Αγγειίτιδες (Behcet's Syndrome)

Τα συνηθέστερα συμπτώματα που αναφέρουν οι ασθενείς είναι η παρουσία αιματώματος, οιδήματος και άλγους στην περιοχή του καρπού και του αντιβραχίου (61,62) και σπανιότερα ισχαιμία δακτύλων και παραισθησίες από συμπίεση νευρικών δομών λόγω επέκτασης του αιματώματος (56). Δεν φαίνεται πως υπάρχει κάποιο συγκεκριμένο χρονικό περιθώριο μέσα στο οποίο σχηματίζεται το ψευδοανεύρυσμα μετά από καθετηριασμό της κερκιδικής, ωστόσο τυπικά αναφέρεται από την 1<sup>η</sup> μετεπεμβατική ημέρα μέχρι και 2 εβδομάδες μετά. Έχουν περιγραφεί και case reports (60) με την εμφάνιση ψευδοανευρύσματος έως και 5 μήνες αργότερα.

Η μέθοδος εκλογής για την διάγνωση του ψευδοανευρύσματος είναι η υπερηχογραφία. Με την 2 διαστάσεων υπερηχογραφία είναι δυνατή η μέτρηση των διαστάσεων και η ανεύρεση του ελλείματος στο αρτηριακό τοίχωμα. Επίσης η μεταβαλλόμενη ηχογένεια με διαβαθμίσεις της κλίμακας του γκρι αντανακλάνουν την παρουσία παλαιού και νεότερου θρόμβου και επαναιμορραγιών εντός του σάκου, όπως απεικονίζεται στην εικόνα 11. Ακόμα με το εγχρωμο Doppler απεικονίζεται η παρουσία σφυγμικής και τυρβώδους ροής. Ιδιαίτερα παθογνωμονικά υπερηχογραφικά σημεία είναι η παρουσία της κυματομορφής «to-and-fro», με τη χρήση συνεχούς Doppler και το σημείο «Yin-Yang» με το έγχρωμο (56). (Εικόνα 12)



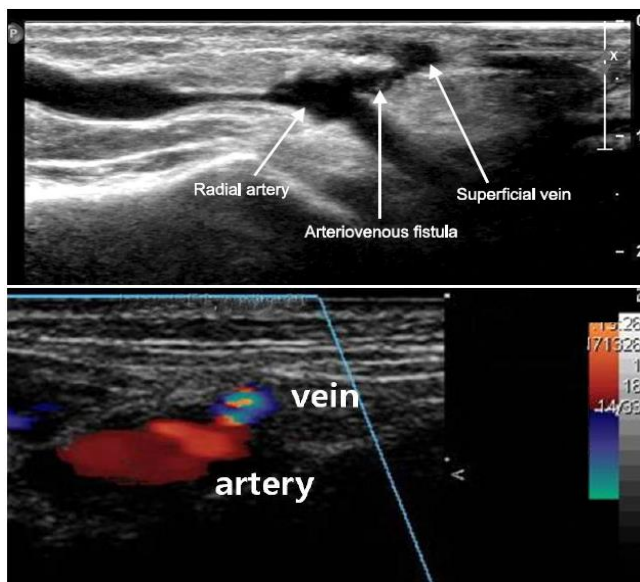
**Εικόνα 12** Υπερηχογραφική απεικόνιση PSA μετά από TRA. Αριστερά φαίνεται το χαρακτηριστικό σημείο «Yin-Yang» με το έγχρωμο Doppler και δεξιά το μοτίβο «to-and-fro» με το συνεχές. Το βέλος δείχνει τον αυχένα του PSA. (Ανατύπωση από: Gallinoro E, Natale F, D'Elia S, Golino P, Cimmino G. Radial pseudoaneurysm in elderly: A rare event with undefined therapeutical approach. A case report and literature review. *Monaldi Arch Chest Dis* [Internet]. 2019)

### 3.3.4. Αρτηριοφλεβική επικοινωνία

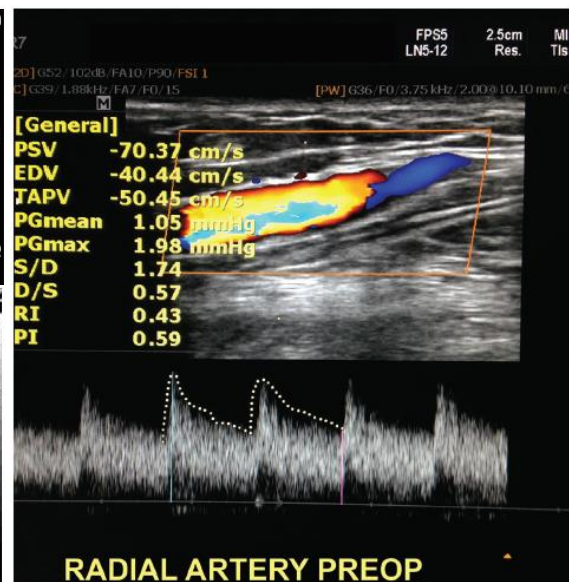
Πρόκειται για μια παθολογική επικοινωνία μεταξύ αρτηρίας και φλέβας. Μπορεί να είναι συγγενής, χειρουργικά (αιμοκαθαιρόμενους) ή παθολογικά δημιουργούμενη μετά από τραύμα ή ρήξη ανευρύσματος (63). Ανατρέχοντας στην βιβλιογραφία υπάρχουν μόνο case reports που αφορούν την συγκεκριμένη επιπλοκή, τονίζοντας ότι πρόκειται για μία εξαιρετικά ασυνήθη επιπλοκή, με συχνότητα <0,1% (64,65). Πιθανή αιτία είναι η παρουσία μεγάλων φλεβών γύρω από την κερκιδική αρτηρία (64).

Συνηθέστερη κλινική εκδήλωση είναι η παρουσία ψηλαφητού ροΐζου και διατεταμένων επιπολής φλεβών του αντιβραχίου. Οι παράγοντες που φαίνεται να προδιαθέτουν είναι: η ηλικία >60 ετών, το θήλυ φύλο, η αρτηριακή υπέρταση και η προηγηθείσα-μεγάλη δόση αντιπηκτικής αγωγής. Οι παραπάνω παράγοντες σχετίζονται με καθυστερημένη επούλωση στο σημείο παρακέντησης (64).

Η υπερηχογραφία αποτελεί και εδώ ένα σημαντικό εργαλείο στη φαρέτρα του κλινικού γιατρού για την εξέταση ασθενών με πιθανή αρτηριοφλεβική επικοινωνία. Απεικονιστικά ευρήματα είναι η παθολογική επικοινωνία μεταξύ των αγγείων και οι ανώμαλη κυματομορφή με υψηλές διαστολικές ταχύτητες (65).



**Εικόνα 13** Υπερηχογραφική απεικόνιση μιας αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας μετά από TRA (πάνω). Ανάδειξη τυρβώδους ροής με το έγχρωμο Doppler, ενδεικτικό αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας ή PSA (κάτω). (Ανατύπωση από: Kwac MS, Yoon SJ, Oh SJ, Jeon DW, Kim DH, Yang JY. A rare case of radial arteriovenous fistula after coronary angiography. Korean Circ J [Internet]. 2010)



**Εικόνα 14** Φασματική ανάλυση κυματομορφής ροής RA με υψηλές διαστολικές ταχύτητες προεγχειρητικά. (Ανατύπωση από: de Oliveira AF, Ribeiro AD, Ávila MCS. Arteriovenous fistula after radial catheterization withcardiopulmonary repercussions. J Vasc Bras [Internet]. 2019)



## Συζήτηση/Discussion

Με την παρέλευση τουλάχιστον 3 δεκαετιών από την 1<sup>η</sup> διακερκιδική προσπέλαση με στόχο τον αριστερό καρδιακό καθετηριασμό, από τον Campeau, η συνεχώς αυξανόμενη χρήση της κερκιδικής αρτηρίας την καθιέρωσε ως μέθοδο εκλογής (27). Οι παράγοντες που οδήγησαν στην υπεροχή της έναντι της παραδοσιακής διαμηριαίας προσπέλασης ήταν οι χαμηλότερες αγγειακές και αιμορραγικές επιπλοκές, το βραχύτερο αναγκαίο χρονικό διάστημα νοσηλείας (μειώνοντας και το αντίστοιχο κόστος) καθώς και η μεγαλύτερη άνεση και ποιότητα ζωής κατά τη νοσηλεία και μετέπειτα των ασθενών, όπως ανέδειξαν και οι RIVAL trial (6), MATRIX trial (5), RIFLE-STEACS trial (7). Επιπλέον από την συνεχώς αυξανόμενη χρήση της κερκιδικής έναντι της μηριαίας, παρατηρείται το λεγόμενο κερκιδικό παράδοξο του Campeau, λόγω αύξησης των επιπλοκών στις περιπτώσεις που θα χρησιμοποιηθεί η διαμηριαία προσπέλαση (66).

Η υπερηχογραφική απεικόνιση της κερκιδικής αρτηρίας μελετήθηκε εκτεταμένα τις τελευταίες δεκαετίες με σκοπό την περαιτέρω διευκόλυνση των καθετηριαστών στην παρακέντησή της. Πρόκειται για μια μη επεμβατική τεχνική, ευρέως διαδεδομένη, καλά ανεκτή από τον ασθενή με βραχύ χρόνο εκμάθησης (13). Προσφέρει πληροφορίες προεπεμβατικά όσον αφορά τα χαρακτηριστικά, την εντόπιση και τις παραλλαγές της κερκιδικής αρτηρίας και μετεπεμβατικά σχετικά με τις επιπλοκές (16). Από την άλλη μεριά, υπάρχουν μελέτες που αμφισβητούν τα πλεονεκτήματα της υπερηχογραφικής απεικόνισης της κερκιδικής έναντι της ψηλαφητικής μεθόδου ανάμεσα σε έμπειρους καθετηριαστές, αν συνυπολογίσει κανείς το κόστος και την διαθεσιμότητα του εξοπλισμού (15). Επιπλέον, φαίνεται να χάνεται το οικονομικό της όφελος έναντι της διαμηριαίας τεχνικής, όπως υπολογίστηκε στις Η.Π.Α. το 2012 (29), όπου η διενέργεια υπερηχογραφικής απεικόνισης της κερκιδικής ως screening, από εξειδικευμένο προσωπικό, ανερχόταν στα 150\$. Ωστόσο στην ίδια μελέτη, ενθαρρύνεται η χρήση των υπερήχων πριν και μετά από αριστερό καρδιακό καθετηριασμό. Επίσης, σε ένα πρόσφατα δημοσιευμένο consensus (12), υπογραμμίζεται η ανάγκη για την εκτίμηση της βατότητας της κερκιδικής αρτηρίας πριν του εξιτηρίου καθώς και στα πρώτα μετεπεμβατικά follow-up.

Κατά τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, παρατηρήθηκε μεγάλη ετερογένεια στα αποτελέσματα των μελετών που αφορούσαν τη χρήση των υπερήχων προεπεμβατικά. Φάνηκε ότι η υπερηχογραφική απεικόνιση της κερκιδικής αρτηρίας υπερέχει έναντι της κλασικής

ψηλαφητικής μεθόδου, διότι εντοπίζει πρωιμότερα τις αδυναμίες της τελευταίας (20). Συγκεκριμένα, η χρήση δισδιάστασης υπερηχογραφίας υπερέχει έναντι των άλλων τεχνικών (ψηλάφησης ή χρήση Doppler) στα ποσοστά επιτυχούς παρακέντησης με την 1<sup>η</sup> προσπάθεια (48,5% έναντι 30,7%) (4). Στα ίδια συμπεράσματα κατέληξαν και δύο τυχαιοποιημένες μελέτες (19,20), ένα χρόνο αργότερα, το 2015, με πρωτογενή καταληκτικά σημεία την επιτυχία παρακέντησης με την 1<sup>η</sup> προσπάθεια (64,8% έναντι 43,9%), τον συνολικό αριθμό παρακεντήσεων (1,65 έναντι 3,05) καθώς και τον απαιτούμενο χρόνο μέχρι τον επιτυχή καθετηριασμό (88sec έναντι 108sec). Σημαντικό στοιχείο ήταν ότι το 80% των ασθενών στους οποίους υπήρξε αρχικά ανεπιτυχής καθετηριασμός της κερκιδικής αρτηρίας μέσω ψηλάφησης, η επιπρόσθετη χρήση των υπερήχων οδήγησε σε επιτυχή τοποθέτηση του θηκαριού.

Η παραπάνω υπεροχή αποδείχθηκε ότι απαντάται κατ'εξοχήν σε συγκεκριμένες ομάδες ασθενών. Συγκεκριμένα το μεγαλύτερο όφελος εμφάνισαν ασθενείς με αυξημένο BMI (>35kg/m<sup>2</sup>), προχωρημένη ηλικία, οιδηματώδης, με ανατομικές παραλλαγές ή ελικοειδή αγγεία και αυτοί με ασθενή ή απόντα σφυγμό λόγω υπότασης (3,15). Αντίθετα, ο παράγων εμπειρία του καθετηριαστή φάνηκε να εξισορροπεί το πλεονέκτημα των υπερήχων έναντι της ψηλαφητικής μεθόδου (15).

Επιπλέον, ανατρέχοντας στην βιβλιογραφία, φάνηκε πως η εσωτερική διάμετρος της κερκιδικής αρτηρίας, όπως αυτή προσδιορίζεται υπερηχογραφικά, μπορεί να κατευθύνει το μέγεθος (εξωτερική διάμετρος) του θηκαριού που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί (15). Υποστηρίζεται ότι η κερκιδική αρτηρία, ως μυική αρτηρία, λόγω της εγγενούς ελαστικότητάς της, είναι σε θέση να δεχτεί θηκάρια μικρότερα, ίσα ή ελαφρώς μεγαλύτερα σε εξωτερική διάμετρο συγκριτικά με αντίστοιχη εσωτερική της (10). Μία προοπτική μελέτη (14) το 2012, υποστηρίζει ότι μεγάλο ποσοστό ασθενών μπορεί να ανεχτεί καλώς θηκάρια μεγέθους 6Fr. Τόσο η διάμετρος της κερκιδικής αρτηρίας, όσο και το μέγεθος του θηκαριού, αποτελούν 2 από τους ισχυρότερους ανεξάρτητους προγνωστικούς παράγοντες πρόκλησης RAO, της σημαντικότερης ίσως μετεπεμβατικής επιπλοκής (1,2,12,25). Ωστόσο δεν θα πρέπει να αξιολογείται ο καθένας ξεχωριστά, καθώς φαίνεται πως ο λόγος μεγέθους κερκιδικής αρτηρίας/θηκαριού αποτελεί έναν πιο αξιόπιστο δείκτη (1,30,32). Γενικά υποστηρίζεται ότι η διατήρηση του παραπάνω λόγου >1 είναι ουσιαστικής σημασίας στην πρόληψη RAO (12,32). Γι' αυτό μικρά θηκάρια θα πρέπει να χρησιμοποιούνται για διαγνωστική στεφανιογραφία και

μη σύμπλοκες επεμβάσεις, όποτε είναι δυνατόν, ιδιαίτερα στο γυναικείο πληθυσμό που στατιστικά εμφανίζει μικρότερη διάμετρο κερκιδικής αρτηρίας.

Όπως κάθε επεμβατική διαδικασία, έτσι και ο αριστερός καρδιακός καθετηριασμός μέσω της κερκιδικής αρτηρίας ελλοχεύει δυνητικούς κινδύνους και επιπλοκές. Η μετεπεμβατική χρήση των υπερήχων βρέθηκε πως αποτελεί αξιόπιστο και χρήσιμο εργαλείο στην πρωιμότερη και εγκυρότερη αναγνώριση κάποιων εκ των δυνητικών επιπλοκών (12). Με βάση τους περισσότερους συγγραφείς, η απόφραξη της κερκιδικής αρτηρίας (RAO) αποτελεί την «Αχίλλειο πτέρνα» της διακερκιδικής προσπέλασης (25). Στην μεγαλύτερη μετα-ανάλυση (30), το αντίστοιχο ποσοστό αναφέρεται από 0,8 έως 38%, με την μεγάλη αυτή ετερογένεια να εξηγείται από το γεγονός ότι διαφορετικές μέθοδοι χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση της βατότητας της κερκιδικής αρτηρίας. Η απουσία σφυγμικού κύματος αποτελεί ισχυρό ενδεικτικό παράγοντα RAO, ενώ αντίθετα η παρουσία αυτού δεν μπορεί να αποκλείσει μια υποκείμενη απόφραξη. Το 2020, ο Jirous et al (32), κατέληξαν σε συγκρίσιμη ικανότητα ανίχνευσης της βατότητας και απόφραξης της κερδικικής αρτηρίας ανάμεσα στο reverse Barbeau test και στην υπερηχογραφία και συνέστησαν έτσι τη χρήση της πρώτης μεθόδου λόγω απλότητας στην ανίχνευση RAO μετά από την διακερκιδική προσπέλαση. Η RAO, παρόλο που διαδράμει συνήθως ασυμπτωματικά και μερικοί συγγραφείς αμφισβητούν την χρησιμότητα στην αξιολόγηση της βατότητας της λόγω του πλούσιου παράπλευρου δικτύου μέσω των παλαμιαίων τόξων, περιορίζει τη χρήση της κερκιδικής για μελλοντικές παρεμβάσεις (12). Ανάμεσα σε πληθώρα παραγόντων που σχετίστηκαν με RAO, ανατρέχοντας στη βιβλιογραφία, φάνηκε πως οι κυριότεροι από αυτούς ήταν ο λόγος διαμέτρου κερκιδικής/θηκαριού  $\leq 1$ , η δοσολογία της χορηγούμενης κλασικής ηπαρίνης περιεπεμβατικά ( προτεινόμενη 50IU/kg, μέχρι 5000IU (12,32)), ο μηχανισμός αίμοστασης (υπέρ της βατής αιμόστασης -PRORHET (41), RACOMAP (42) Trial, και της ταυτόχρονης συμπίεσης της ωλενίου αρτηρίας – PROPHET II (43)) και η διάρκεια συμπίεσης, με την μικρότερη να σχετίζεται με μικρότερη πιθανότητα RAO, χωρίς αύξηση των αιμορραγικών επιπλοκών (1,44,45).

Ο σπασμός της κερκιδικής αρτηρίας (RAS), αποτελεί επίσης μία από τις συνηθέστερες επιπλοκές της διακερκιδικής προσπέλασης και την σημαντικότερη αιτία που οδηγεί σε αποτυχία της μεθόδου (46). Ανατρέχοντας στη βιβλιογραφία, παρατηρήθηκε και εδώ μεγάλη ετερογένεια στη συχνότητα εμφάνισης από 3-73%, γεγονός που αποδόθηκε στην έλλειψη σαφούς ορισμού της πάθησης (47). Φάνηκε πως οι δύο προαναφερθείσες παθήσεις

(RAS, RAO) μοιράζονται πολλούς προδιαθεσικούς παράγοντες, με μεγάλη επίσης ετερογένεια ανάμεσα στα αποτελέσματα των μελετών. Από τους κυριότερους ανεξάρτητους παράγοντες που αφορούσαν τον ασθενή και σχετίστηκαν με RAS ήταν το γυναικείο φύλο, το μέγεθος της διαμέτρου της κερκιδικής αρτηρίας και κατ' επέκταση ο λόγος διαμέτρου αρτηρίας/θηκαριού  $\leq 1$  και η μικρότερη ηλικία. Ακόμα από τεχνικοί παράγοντες, ο αριθμός των παρακεντήσεων και η υδρόφιλη επικάλυψη του θηκαριού (μείωση του σχετικού κινδύνου κατά 50%) (47,48,52,53). Αντίθετα αμφιλεγόμενα ήταν τα αποτελέσματα στην περιεπεμβατική χορήγηση αγγειοδιασταλτικών ουσιών, με βάση πρόσφατες μελέτες, γεγονός που προξένησε ενδιαφέρον και την ανάγκη για περαιτέρω αξιολόγηση της αναγκαιότητας τους σε συστηματική βάση.

Από τις λοιπές επιπλοκές, φάνηκε ότι αυτές που μπορούν να εντοπιστούν υπερηχογραφικά, όπως το ψευδοανεύρυσμα και η αρτηριοφλεβική επικοινωνία, είναι εξαιρετικά σπάνιες (<0,1%) επιπλοκές (57,64)

## **Συμπεράσματα/Conclusion**

Συνοπτικά, κατά τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, παρατηρήθηκε πως υπάρχει μεγάλη ετερογένεια ανάμεσα στις υπάρχουσες βιβλιογραφικές αναφορές. Επιπλέον αφενός υπάρχει σύγχυση στον ορισμό συγκεκριμένων παθήσεων και αφετέρου μεγάλες διαφορές στις μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν για να αξιολογηθούν άλλες. Επίσης σε αρκετές μελέτες ο αριθμός των δειγμάτων ήταν αρκετά μικρός, οδηγώντας αρκετές φορές σε μη στατιστικά σημαντικά συμπεράσματα. Με βάση τα παραπάνω συμπεραίνει κανείς την ανάγκη για διενέργεια περισσότερων και μεγαλύτερων τυχαιοποιημένων μελετών με κοινά κριτήρια για την αντικειμενικότερη και ορθότερη εξαγωγή αποτελεσμάτων. Επιπλέον, φάνηκε ότι η εμπειρία του εκάστοτε καθετηριαστή αλλά και η εμπειρία του υπερηχογραφιστή διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο, επηρεάζοντας σε άλλοτε άλλο βαθμό τα αποτελέσματα. Ακόμα θα μπορούσαν να αξιολογηθούν και άλλα καταληκτικά σημεία σχετικά με τα πλεονεκτήματα της χρήσης των υπερήχων, όπως η επίπτωσή τους στην μείωση της έντασης του πόνου και στην συνολική ικανοποίηση ασθενούς και καθετηριαστή.

Στα πιθανά μειονεκτήματα της συγκεκριμένης ανασκόπησης, είναι ότι η αναζήτηση έγινε από μία βάση δεδομένων (PubMed) και αφορούσε αγγλόφωνα και ελεύθερα άρθρα των τελευταίων 12 ετών. Επιπλέον δεν αξιολογήθηκε η νεότερη απομακρυσμένη προσπέλαση της κερκιδικής αρτηρίας μέσω της ανατομικής ταμπακοθήκης, που μπορεί να προσφέρει πλεονεκτήματα, διότι η κερκιδική αρτηρία έχει δώσει ήδη κάποιους από τους κλάδους για τη δημιουργία των τόξων, επηρεάζοντας ίσως τα ποσοστά των επιπλοκών. Ακόμα δεν αξιολογήθηκαν οι νεότερες sheathless τεχνικές.

Συμπερασματικά, η υπερηχογραφική απεικόνιση της κερκιδικής αρτηρίας προεπεμβατικά μπορεί να αυξήσει την επιτυχία παρακέντησης με την 1<sup>η</sup> προσπάθεια, να μειώσει το σύνολο και τον χρόνο των προσπαθειών που απαιτούνται για το επιτυχή καθετηριασμό. Επιπλέον, η μέτρηση της εσωτερικής διαμέτρου της κερκιδικής αρτηρίας προεπεμβατικά, μπορεί να συμβάλει στην επιλογή του κατάλληλου μεγέθους θηκαριού. Τέλος, η υπερηχογραφική απεικόνιση της κερκιδικής αρτηρίας αποτελεί ασφαλές και αξιόπιστο εργαλείο στην μετεμβατική ανίχνευση των πιθανών επιπλοκών.

## **Βιβλιογραφία**

1. Sadaka MA, Etman W, Ahmed W, Kandil S, Eltahan S. Incidence and predictors of radial artery occlusion after transradial coronary catheterization. *Egypt Hear J* [Internet]. 2019 Dec 1 [cited 2020 Nov 15];71(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31659526/>
2. Tuncez A, Kaya Z, Aras D, Yildiz A, Gül EE, Tekinalp M, et al. Incidence and Predictors of Radial Artery Occlusion Associated Transradial Catheterization. *Int J Med Sci* [Internet]. 2013 Oct 3 [cited 2020 Nov 15];10(12):1715–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24151442/>
3. Min SW, Cho HR, Jeon YT, Oh AY, Park HP, Yang CW, et al. Effect of bevel direction on the success rate of ultrasound-guided radial arterial catheterization. *BMC Anesthesiol* [Internet]. 2016 Jul 11 [cited 2020 Nov 15];16(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27401352/>
4. Gu WJ, Tie HT, Liu JC, Zeng XT. Efficacy of ultrasound-guided radial artery catheterization: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Crit Care* [Internet]. 2014 May 8 [cited 2020 Nov 15];18(3):R93. Available from: <http://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/cc13862>
5. Valgimigli M, Gagnor A, Calabró P, Frigoli E, Leonardi S, Zaro T, et al. Radial versus femoral access in patients with acute coronary syndromes undergoing invasive management: A randomised multicentre trial. *Lancet* [Internet]. 2015 Jun 20 [cited 2020 Nov 15];385(9986):2465–76. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25791214/>
6. Jolly SS, Yusuf S, Cairns J, Niemelä K, Xavier D, Widimsky P, et al. Radial versus femoral access for coronary angiography and intervention in patients with acute coronary syndromes (RIVAL): A randomised, parallel group, multicentre trial. *Lancet* [Internet]. 2011 Apr 23 [cited 2020 Nov 15];377(9775):1409–20. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21470671/>
7. Romagnoli E, Biondi-Zoccai G, Sciahbasi A, Politi L, Rigattieri S, Pendenza G, et al. Radial versus femoral randomized investigation in st-segment elevation acute coronary syndrome: The rifle-steacs (radial versus femoral randomized investigation in st-elevation acute coronary syndrome) study. *J Am Coll Cardiol* [Internet]. 2012 Dec 18 [cited 2020 Nov 15];60(24):2481–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22858390/>
8. Ibanez B, James S, Agewall S, Antunes MJ, Bucciarelli-Ducci C, Bueno H, et al. 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation [Internet]. Vol. 39, *European Heart Journal*. Oxford University Press; 2018 [cited 2020 Nov 15]. p. 119–77. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28886621/>
9. Sgueglia GA, Di Giorgio A, Gaspardone A, Babunashvili A. Anatomic Basis and Physiological

- Rationale of Distal Radial Artery Access for Percutaneous Coronary and Endovascular Procedures. Vol. 11, JACC: Cardiovascular Interventions. Elsevier Inc.; 2018. p. 2113–9.
10. Baumann F, Roberts JS. Real time intraprocedural ultrasound measurements of the radial and ulnar arteries in 565 consecutive patients undergoing cardiac catheterization and/or percutaneous coronary intervention via the wrist: Understanding anatomy and anomalies may improve access success. *J Interv Cardiol* [Internet]. 2015 Dec 1 [cited 2020 Nov 15];28(6):574–82. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26643004/>
  11. van Leeuwen MAH, Hollander MR, van der Heijden DJ, van de Ven PM, Opmeer KHM, Taverne YHJ, et al. The ACRA Anatomy Study (Assessment of Disability After Coronary Procedures Using Radial Access): A Comprehensive Anatomic and Functional Assessment of the Vasculature of the Hand and Relation to Outcome After Transradial Catheterization. *Circ Cardiovasc Interv* [Internet]. 2017 Nov 1 [cited 2020 Nov 15];10(11). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29127118/>
  12. Avdikos G, Karatasakis A, Tsoumeleas A, Lazaris E, Ziakas A, Koutouzis M. Radial artery occlusion after transradial coronary catheterization [Internet]. Vol. 7, *Cardiovascular Diagnosis and Therapy*. AME Publishing Company; 2017 [cited 2020 Nov 15]. p. 305–16. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28567356/>
  13. Abazid RM, Smettei OA, Mohamed MZ, Kattea MO, Suresh A, Bashir Y, et al. Radial artery ultrasound predicts the success of transradial coronary angiography. *Cardiol J* [Internet]. 2017 [cited 2020 Nov 15];24(1):9–14. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27665851/>
  14. MD2 AVMCOMKNMPTPAK. Ultrasonic Evaluation of the Radial Artery Diameter in a Local Population From Texas | *Journal of Invasive Cardiology* [Internet]. *Journal of Invasive Cardiology*. 2012 [cited 2020 Nov 15]. Available from: <https://www.invasivecardiology.com/articles/ultrasonic-evaluation-radial-artery-diameter-local-population-texas>
  15. Lynn Zaremski 1, Ramon Quesada, Margaret Kovacs, Melanie Scherthaner HU. Prospective comparison of palpation versus ultrasound-guided radial access for cardiac catheterization - PubMed [Internet]. *Journal of Invasive Cardiology*. 2013 [cited 2020 Nov 15]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24088429/>
  16. Peruga JP, Peruga JZ, Kasprzak JD, Kręcki R, Jankowski Ł, Zaja,c P, et al. Ultrasound evaluation of forearm arteries in patients undergoing percutaneous coronary intervention via radial artery access: Results of one-year follow-up. *Kardiol Pol* [Internet]. 2015 Jul 15 [cited 2020 Nov 15];73(7):502–10. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25733173/>
  17. Liu C, Mao Z, Kang H, Hu X, Jiang S, Hu P, et al. Comparison between the long-axis/in-plane and short-axis/out-of-plane approaches for ultrasound-guided vascular catheterization: An updated meta-analysis and trial sequential analysis. *Ther Clin Risk Manag* [Internet]. 2018 Feb 20 [cited 2020 Nov

- 15];14:331–40. Available from: [/pmc/articles/PMC5824754/?report=abstract](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24296389/)
18. Jonathan Roberts 1 RM. Ultrasound-guided radial artery access by a non-ultrasound trained interventional cardiologist improved first-attempt success rates and shortened time for successful radial artery cannulation - PubMed [Internet]. *Journal of Invasive Cardiology*. 2013 [cited 2020 Nov 15]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24296389/>
  19. Seto AH, Roberts JS, Abu-Fadel MS, Czak SJ, Latif F, Jain SP, et al. Real-time ultrasound guidance facilitates transradial access: RAUST (Radial Artery Access with Ultrasound Trial). *JACC Cardiovasc Interv*. 2015 Feb 1;8(2):283–91.
  20. Ueda K, Bayman EO, Johnson C, Odum NJ, Lee JJY. A randomised controlled trial of radial artery cannulation guided by Doppler vs palpation vs ultrasound. *Anaesthesia* [Internet]. 2015 Sep 1 [cited 2020 Nov 15];70(9):1039–44. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25857597/>
  21. Tang L, Wang F, Li Y, Zhao L, Xi H, Guo Z, et al. Ultrasound guidance for radial artery catheterization: An updated meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS One* [Internet]. 2014 Nov 6 [cited 2020 Nov 15];9(11). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25375152/>
  22. Goldsmit A, Kiemeneij F, Gilchrist IC, Kantor P, Kedev S, Kwan T, et al. Radial artery spasm associated with transradial cardiovascular procedures: Results from the RAS registry. *Catheter Cardiovasc Interv* [Internet]. 2014 Jan 1 [cited 2020 Nov 15];83(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23785005/>
  23. Anthony C Camuglia 1, Malak Majed, Shane D Preston SL. Ultrasound guidance for vascular access in patients undergoing coronary angiography via the transradial approach - PubMed [Internet]. *Journal of Invasive Cardiology*. 2015 [cited 2020 Nov 15]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25740970/>
  24. Selvaraj V, Buhari FS. Ultrasound evaluation of effect of different degree of wrist extension on radial artery dimension at the wrist joint. *Ann Card Anaesth* [Internet]. 2016 Jan 1 [cited 2020 Nov 15];19(1):63–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26750676/>
  25. Naveen Garg 1, B K Madan, Roopali Khanna, Archana Sinha, Aditya Kapoor, Satendra Tewari, Sudeep Kumar PKG. Incidence and predictors of radial artery occlusion after transradial coronary angioplasty: Doppler-guided follow-up study - PubMed [Internet]. *Journal of Invasive Cardiology*. 2015 [cited 2020 Nov 15]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25661763/>
  26. Mattea V, Salomon C, Menck N, Lauten P, Malur FM, Schade A, et al. Low rate of access site complications after transradial coronary catheterization: A prospective ultrasound study. *IJC Hear Vasc* [Internet]. 2017 Mar 1 [cited 2020 Nov 15];14:46–52. Available from: [/pmc/articles/PMC5454178/?report=abstract](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27144444/)



27. Uhlemann M, Möbius-Winkler S, Mende M, Eitel I, Fuernau G, Sandri M, et al. The Leipzig prospective vascular ultrasound registry in radial artery catheterization: Impact of sheath size on vascular complications. *JACC Cardiovasc Interv* [Internet]. 2012 Jan [cited 2020 Nov 15];5(1):36–43. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22230148/>
28. Zhang BB, Zhou YJ, Du J, Yang SW, Wang ZJ, Shen H, et al. Comparison of very-high-frequency ultrasound assessment of radial arterial wall layers after first and repeated transradial coronary procedures. *J Geriatr Cardiol* [Internet]. 2017 [cited 2020 Nov 15];14(4):245–53. Available from: </pmc/articles/PMC5483593/?report=abstract>
29. Seto A. Radial Artery Occlusion: If a Tree Falls in the Forest.... *JACC Cardiovasc Interv* [Internet]. 2012 May [cited 2020 Nov 15];5(5):593. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S193687981200252X>
30. Rashid M, Kwok CS, Pancholy S, Chugh S, Kedev SA, Bernat I, et al. Radial artery occlusion after transradial interventions: A systematic review and meta-analysis. *J Am Heart Assoc* [Internet]. 2016 Jan 1 [cited 2020 Nov 15];5(1). Available from: </pmc/articles/PMC4859386/?report=abstract>
31. Lisowska A, Knapp M, Tycińska A, Sielatycki P, Sawicki R, Kralisz P, et al. Radial access during percutaneous interventions in patients with acute coronary syndromes: should we routinely monitor radial artery patency by ultrasonography promptly after the procedure and in long-term observation? *Int J Cardiovasc Imaging* [Internet]. 2014 [cited 2020 Nov 15];31(1):31–6. Available from: </pmc/articles/PMC4297298/?report=abstract>
32. Jirous S, Bernat I, Slezak D, Miklik R, Rokyta R. Post-procedural radial artery occlusion and patency detection using duplex ultrasound vs. the reverse Barbeau test. *Eur Hear J Suppl* [Internet]. 2020 Jul 1 [cited 2020 Nov 15];22(Supplement\_F):F23–9. Available from: </pmc/articles/PMC7361668/?report=abstract>
33. Takeshita S, Asano H, Hata T, Hibi K, Ikari Y, Kan Y, et al. Comparison of frequency of radial artery occlusion after 4fr versus 6fr transradial coronary intervention (from the novel angioplasty using coronary accessor trial). *Am J Cardiol* [Internet]. 2014 Jun 15 [cited 2020 Nov 15];113(12):1986–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24786357/>
34. Polimeni A, Passafaro F, De Rosa S, Sorrentino S, Torella D, Spaccarotella C, et al. Clinical and procedural outcomes of 5-French versus 6-French sheaths in transradial coronary interventions. *Med (United States)* [Internet]. 2015 [cited 2020 Nov 15];94(52). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26717360/>
35. Saito S, Ikei H, Hosokawa G, Tanaka S. Influence of the ratio between radial artery inner diameter and sheath outer diameter on radial artery flow after transradial coronary intervention. *Catheter Cardiovasc Interv* [Internet]. 1999 [cited 2020 Nov 15];46(2):173–8. Available from:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10348538/>

36. Hahalis G, Aznaouridis K, Tsigkas G, Davlouros P, Xanthopoulou I, Koutsogiannis N, et al. Radial artery and ulnar artery occlusions following coronary procedures and the impact of anticoagulation: ARTEMIS (radial and ulnar artery occlusion meta-analysis) systematic review and meta-analysis [Internet]. Vol. 6, *Journal of the American Heart Association*. John Wiley and Sons Inc.; 2017 [cited 2020 Nov 15]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28838915/>
37. Spaulding C, Lefèvre T, Funck F, Thébault B, Chauveau M, Hamda K Ben, et al. Left radial approach for coronary angiography: Results of a prospective study. *Cathet Cardiovasc Diagn* [Internet]. 1996 Dec [cited 2020 Nov 15];39(4):365–70. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8958424/>
38. Bernat I, Bertrand OF, Rokyta R, Kacer M, Pesek J, Koza J, et al. Efficacy and safety of transient ulnar artery compression to recanalize acute radial artery occlusion after transradial catheterization. *Am J Cardiol* [Internet]. 2011 Jun 1 [cited 2020 Nov 15];107(11):1698–701. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21439528/>
39. Roghani F, Shirani B, Hashemifard O. The effect of low dose versus standard dose of arterial heparin on vascular complications following transradial coronary angiography: Randomized controlled clinical trial. *ARYA Atheroscler* [Internet]. 2016 Jan [cited 2020 Nov 15];12(1):10–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27114732>
40. Rao S V., Tremmel JA, Gilchrist IC, Shah PB, Gulati R, Shroff AR, et al. Best practices for transradial angiography and intervention: A consensus statement from the society for cardiovascular angiography and intervention's transradial working group. *Catheter Cardiovasc Interv* [Internet]. 2014 Feb 1 [cited 2020 Nov 15];83(2):228–36. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24123781/>
41. Pancholy S, Coppola J, Patel T, Roke-Thomas M. Prevention of radial artery occlusion - Patent Hemostasis Evaluation Trial (PROPHET study): A randomized comparison of traditional versus patency documented hemostasis after transradial catheterization. *Catheter Cardiovasc Interv* [Internet]. 2008 Sep 1 [cited 2020 Nov 15];72(3):335–40. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18726956/>
42. Cubero JM, Lombardo J, Pedrosa C, Diaz-Bejarano D, Sanchez B, Fernandez V, et al. Radial compression guided by mean artery pressure versus standard compression with a pneumatic device (RACOMAP). *Catheter Cardiovasc Interv* [Internet]. 2009 Mar 1 [cited 2020 Nov 15];73(4):467–72. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19229978/>
43. Pancholy SB, Bernat I, Bertrand OF, Patel TM. Prevention of Radial Artery Occlusion After Transradial Catheterization: The PROPHET-II Randomized Trial. *JACC Cardiovasc Interv* [Internet]. 2016 Oct 10 [cited 2020 Nov 15];9(19):1992–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27712733/>
44. Pancholy SB, Patel TM. Effect of duration of hemostatic compression on radial artery occlusion after transradial access. *Catheter Cardiovasc Interv* [Internet]. 2012 Jan 1 [cited 2020 Nov 15];79(1):78–81.

Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21584923/>

45. Dharma S, Kedev S, Patel T, Kiemeneij F, Gilchrist IC. A novel approach to reduce radial artery occlusion after transradial catheterization: Postprocedural/prehemostasis intra-arterial nitroglycerin. *Catheter Cardiovasc Interv* [Internet]. 2015 Apr 1 [cited 2020 Nov 15];85(5):818–25. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25179153/>
46. Gorgulu S, Norgaz T, Karaahmet T, Dagdelen S. Incidence and predictors of radial artery spasm at the beginning of a transradial coronary procedure. *J Interv Cardiol* [Internet]. 2013 Apr [cited 2020 Nov 15];26(2):208–13. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23190016/>
47. Rosencher J, Chaib A, Barbou F, Arnould MA, Huber A, Salengro E, et al. How to limit radial artery spasm during percutaneous coronary interventions: The spasmolytic agents to avoid spasm during transradial percutaneous coronary interventions (SPASM3) study. *Catheter Cardiovasc Interv* [Internet]. 2014 Nov 1 [cited 2020 Nov 15];84(5):766–71. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23982995/>
48. Zencirci E, Degirmencioglu A. Can radial artery pulse grading predict radial artery spasm during transradial approach? *Kardiol Pol* [Internet]. 2017 Apr 14 [cited 2020 Nov 15];75(4):360–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28150279/>
49. Ivica Kristić I JL. Radial artery spasm during transradial coronary procedures - PubMed. *J Interv Cardiol* [Internet]. 2011 [cited 2020 Nov 15]; Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22147403/>
50. Surya Dharma 1, Sanjay Shah, Rajnikant Radadiya, Chirayu Vyas, Samir Pancholy TP. Nitroglycerin plus diltiazem versus nitroglycerin alone for spasm prophylaxis with transradial approach - PubMed. *J Invasive Cardiol* [Internet]. 2012 [cited 2020 Nov 15]; Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22388304/>
51. Ezhumalai B, Satheesh S, Jayaraman B. Effects of subcutaneously infiltrated nitroglycerin on diameter, palpability, ease-of-puncture and pre-cannulation spasm of radial artery during transradial coronary angiography. *Indian Heart J*. 2014 Nov 1;66(6):593–7.
52. Bochenek T, Lelek M, Kowal-Kałamajka M, Kusz B, Szczogiel J, Jaklik A, et al. Coronary interventions via radial artery without pre-procedural routine use of spasmolytic agents. *Postep w Kardiol Interwencyjnej* [Internet]. 2020 [cited 2020 Nov 15];16(2):138–44. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32636897/>
53. Marc Trilla, Xavier Freixa 1, Ander Regueiro, Diego Fernández-Rodríguez, Salvatore Brugaletta, Victoria Martin-Yuste, Marcelo Jiménez, Amadeo Betriu, Manel Sabaté MM. Impact of Aging on Radial Spasm During Coronary Catheterization - PubMed. *J Invasive Cardiol* [Internet]. 2015 [cited 2020 Nov 15]; Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26630646/>

54. Rathore S, Stables RH, Pauriah M, Hakeem A, Mills JD, Palmer ND, et al. Impact of length and hydrophilic coating of the introducer sheath on radial artery spasm during transradial coronary intervention: A randomized study. *JACC Cardiovasc Interv* [Internet]. 2010 [cited 2020 Nov 15];3(5):475–83. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20488402/>
55. Hizoh I, Majoros Z, Major L, Gulyas Z, Szabo G, Kerecsen G, et al. Need for prophylactic application of verapamil in transradial coronary procedures: a randomized trial. The VITRIOL (is Verapamil In TransRadial Interventions OmittabLe?) trial. *J Am Heart Assoc* [Internet]. 2014 [cited 2020 Nov 15];3(2). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24732918/>
56. Alerhand S. Radial artery pseudoaneurysm diagnosed by point-of-care ultrasound five days after transradial catheterization: A case report. *World J Emerg Med* [Internet]. 2018 [cited 2020 Nov 15];9(3):223. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29796148/>
57. Kongunattan V, Ganesh N. Radial artery pseudoaneurysm following cardiac catheterization: A nonsurgical conservative management approach. *Hear Views* [Internet]. 2018 [cited 2020 Nov 15];19(2):67. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30505398/>
58. Paxiuta J, Lobaõ MJ, Carvalho L. Radial artery pseudoaneurysm: Rare complication of a frequent procedure [Internet]. Vol. 2017, *BMJ Case Reports*. BMJ Publishing Group; 2017 [cited 2020 Nov 15]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28073876/>
59. Tahir Hamid 1, Luke Harper JM. Radial artery pseudoaneurysm following coronary angiography in two octogenarians - PubMed. *Exp Clin Cardiol* [Internet]. 2012 [cited 2020 Nov 15]; Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23592950/>
60. Korabathina R, Eckstein D, Coppola JT. Delayed occurrence of radial artery pseudoaneurysm following transradial percutaneous coronary intervention. *J Cardiol Cases* [Internet]. 2015 Apr 1 [cited 2020 Nov 15];11(4):117–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30546545/>
61. Reza Ghanavati 1, Mehran Arab Ahmadi 2 BB. Successful Nonsurgical Treatment of a Radial Artery Pseudoaneurysm Following Transradial Coronary Angiography - PubMed. *J Tehran Heart Cent* [Internet]. 2017 [cited 2020 Nov 15]; Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28828023/>
62. Gallinoro E, Natale F, D'Elia S, Golino P, Cimmino G. Radial pseudoaneurysm in elderly: A rare event with undefined therapeutical approach. A case report and literature review. *Monaldi Arch Chest Dis* [Internet]. 2019 [cited 2020 Nov 15];89(3). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31505916/>
63. Kwac MS, Yoon SJ, Oh SJ, Jeon DW, Kim DH, Yang JY. A rare case of radial arteriovenous fistula after coronary angiography. *Korean Circ J* [Internet]. 2010 Dec [cited 2020 Nov 15];40(12):677–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21267392/>
64. Na KJ, Kim MA, Moon HJ, Lee JS, Choi JS. Radial arteriovenous fistula developed late after coronary

- angiography: A case report. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg* [Internet]. 2012 [cited 2020 Nov 15];45(6):421–3. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23275929/>
65. de Oliveira AF, Ribeiro AD, Ávila MCS. Arteriovenous fistula after radial catheterization with cardiopulmonary repercussions. *J Vasc Bras* [Internet]. 2019 [cited 2020 Nov 15];18. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31191628/>
66. Azzalini L, Tosin K, Chabot-Blanchet M, Avram R, Ly HQ, Gaudet B, et al. The Benefits Conferred by Radial Access for Cardiac Catheterization Are Offset by a Paradoxical Increase in the Rate of Vascular Access Site Complications with Femoral Access: The Campeau Radial Paradox. *JACC Cardiovasc Interv* [Internet]. 2015 Dec 21 [cited 2020 Nov 16];8(14):1854–64. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26604063/>