



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 ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΥΠΕΡΗΧΟΤΟΜΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΗΣ ΘΕΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ
ΑΡΤΗΡΙΟΦΛΕΒΙΚΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΓΙΑ ΑΙΜΟΚΑΘΑΡΣΗ”**

υπό

ΙΩΑΝΝΗ Ν. ΧΡΙΣΤΟΦΙΔΗ

Ειδικευόμενου Ιατρού Ακτινολογίας

Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των
απαιτήσεων για την απόκτηση του
Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών
«Υπερηχογραφική Λειτουργική Απεικόνιση για την πρόληψη &
διάγνωση των αγγειακών παθήσεων»

Λάρισα, 2022



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 ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΥΠΕΡΗΧΟΤΟΜΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΗΣ ΘΕΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ
ΑΡΤΗΡΙΟΦΛΕΒΙΚΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΓΙΑ ΑΙΜΟΚΑΘΑΡΣΗ”**

υπό

ΙΩΑΝΝΗ Ν. ΧΡΙΣΤΟΦΙΛΗ

Ειδικευόμενου Ιατρού Ακτινολογίας

Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των
απαιτήσεων για την απόκτηση του
Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών
*«Υπερηχογραφική Λειτουργική Απεικόνιση για την πρόληψη &
διάγνωση των αγγειακών παθήσεων»*

Λάρισα, 2022

Επιβλέπων:

Ανδρέας Μ. Λάζαρης, Καθηγητής Αγγειοχειρουργικής, Ιατρική Σχολή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθήνας

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

1. Γεώργιος Κούβελος, Επ. Καθηγητής Αγγειοχειρουργικής-Ενδοαγγειακής Χειρουργικής, Τμήμα Ιατρικής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
2. Σταύρος Κάκκος, Καθηγητής Αγγειοχειρουργικής, Τμήμα Ιατρικής, Πανεπιστήμιο Πατρών
3. Μιλτιάδης Λαζαρίδης, Ομότιμος Καθηγητής Αγγειοχειρουργικής, Τμήμα Ιατρικής, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

Τίτλος εργασίας στα αγγλικά:

The contribution of ultrasound examination in the selection of a suitable site for the establishment of arteriovenous fistula for dialysis

Ευχαριστίες

Θα ήθελα πρώτα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή Αγγειοχειρουργικής της Ιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και υπεύθυνο του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών, κύριο Αθανάσιο Γιαννούκα για την ευκαιρία που μου έδωσε να συμμετέχω στο συγκεκριμένο πρόγραμμα και να εμπλουτίσω τις γνώσεις μου στο δύσκολο και συνάμα πολύ ενδιαφέρον αντικείμενο της υπερηχοτομογραφικής μελέτης των αγγειακών παθήσεων. Επίσης θέλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της εργασίας μου, Καθηγητή της Ιατρικής Σχολής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, κύριο Ανδρέα Λάζαρη για την άρτια συνεργασία που είχαμε και τις πολύτιμες κατευθυντήριες οδηγίες και συμβουλές που μου έδωσε για τη συγγραφή αυτής της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας (ΜΔΕ).

Ιωάννης Ν. Χριστοφίλης

Περίληψη

Εισαγωγή: Η αρτηριοφλεβική αναστόμωση ή αλλιώς αρτηριοφλεβική επικοινωνία χρησιμοποιείται συχνά για τη δημιουργία αγγειακής προσπέλασης σε νεφροπαθείς ασθενείς τελικού σταδίου που χρήζουν αιμοκάθαρσης. Η υπερηχοτομογραφία αποτελεί μια ευρέως αποδεκτή μέθοδο για τη χαρτογράφηση του αγγειακού δικτύου προκειμένου να επιλεχθεί η κατάλληλη θέση στην οποία θα πραγματοποιηθεί η επικοινωνία.

Σκοπός της μελέτης: Να ανασκοπηθεί η ήδη υπάρχουσα βιβλιογραφία σχετικά με τη συμβολή της υπερηχοτομογραφικής μεθόδου στην επιλογή της κατάλληλης θέσης για τη δημιουργία αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας για αιμοκάθαρση. Επιπρόσθετα, να συγκριθεί η αποτελεσματικότητα της μεθόδου με την αντίστοιχη της φυσικής εξέτασης καθώς και άλλων απεικονιστικών μεθόδων, όπως της αγγειογραφίας και της μαγνητικής αγγειογραφίας.

Μεθοδολογία: Πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική αναζήτηση στην ηλεκτρονική βάση δεδομένων PubMed, σχετικά με τη συμβολή της έγχρωμης Doppler υπερηχοτομογραφίας, της φυσικής εξέτασης, της αγγειογραφίας και της μαγνητικής αγγειογραφίας στην προεγχειρητική χαρτογράφηση του αγγειακού δικτύου. Παρουσιάζονται τα πρωτόκολλα κι οι τεχνικές προεγχειρητικής αγγειακής χαρτογράφησης των παραπάνω μεθόδων, καθώς και τα καταληκτικά σημεία της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας.

Αποτελέσματα: Σύμφωνα με την υπάρχουσα βιβλιογραφία, η προεγχειρητική υπερηχοτομογραφική αγγειακή χαρτογράφηση οδηγεί στη δημιουργία περισσότερων αρτηριοφλεβικών επικοινωνιών, με μικρότερα ποσοστά άμεσης αποτυχίας, καλύτερα ποσοστά πρωτογενούς βατότητας και χωρίς αύξηση στο τελικό κόστος. Η φυσική εξέταση αποτελεί μια πρώτη εκτίμηση των αγγείων, αλλά έχει πολλούς περιορισμούς όπως το σωματότυπο του ασθενούς. Η αγγειογραφία χρησιμοποιείται όταν υπάρχει υποψία κεντρικής φλεβικής στένωσης.

Συμπεράσματα: Σε έναν ολοένα και πιο ηλικιωμένο και με συννοσηρότητες αιμοκαθαιρόμενο πληθυσμό, η υπερηχοτομογραφία βοηθά ουσιαστικά στον καθορισμό της κατάλληλης θέσης για τη δημιουργία της αρτηριοφλεβικής

επικοινωνίας, ως προεγχειρητική μέθοδος αγγειακής χαρτογράφησης, επιπρόσθετα της φυσικής εξέτασης, με τη φλεβογραφία να χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις χειρισμών σε κεντρικές φλέβες, ενώ νεότερες τεχνικές, όπως η μαγνητική φλεβογραφία είναι υψηλού κόστους κι όχι άμεσα διαθέσιμες.

Λέξεις- Κλειδιά

Αρτηριοφλεβική επικοινωνία, Χρόνια νεφρική νόσος, Υπερηχοτομογραφία, Προεγχειρητικά, Φυσική εξέταση, Ψηφιακή αφαιρετική αγγειογραφία, Μαγνητική αγγειογραφία

Abstract

Introduction: Arteriovenous fistula is often used to create vascular access to end-stage renal disease patients in need of dialysis. Ultrasound examination is a widely accepted method for vascular mapping in order to choose the appropriate site where an arteriovenous fistula will be created.

Aim: To review the existing literature on the contribution of ultrasound examination in choosing the appropriate site for the establishment of arteriovenous fistula for dialysis. In addition, to compare the effectiveness of this method with the physical examination as well as other imaging methods, such as angiography and magnetic resonance angiography.

Methods: A bibliographic search was carried out in the online database of PubMed regarding the contribution of the colour doppler ultrasound, physical examination, angiography and magnetic resonance angiography in preoperative vascular mapping. The protocols and techniques of preoperative vascular mapping of the above methods are presented, as well as arteriovenous fistula end points.

Results: According to the existing literature, preoperative ultrasound vascular mapping leads to creation of more arteriovenous fistulas, with lower rates of immediate failure, better rates of primary patency, without increasing the final cost. Physical examination is a first tool for assessment of the vessels, but it has many limitations such as the patient's habitus. Angiography is used when suspected central venous stenosis

Conclusions: In an increasingly older and with comorbidities, haemodialysis population, ultrasound is essentially helping to determine the appropriate site for the creation of arteriovenous fistula as a preoperative method of vascular mapping, in addition to physical examination. Venography is used in cases of interventions in central veins, while newer techniques such as magnetic venography are high cost rather than readily available.

Key Words

Arteriovenous Fistula (AVF), Chronic Renal Failure (CRF), Duplex Doppler Ultrasonography (DDU), Preoperatively, Physical Examination, Digital Subtraction Angiography (DSA), Magnetic Resonance Angiography (MRA)

Πίνακας Περιεχομένων

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή/ Introduction.....	10
1.1 Νεφρική νόσος τελικού σταδίου και μέθοδοι υποκατάστασης νεφρικής λειτουργίας.....	10
1.2 Αρτηριοφλεβική επικοινωνία (AVF) κατά Brescia-Cimino.....	10
1.3 Ο ρόλος της προεγχειρητικής υπερηχοτομογραφικής μεθόδου σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες.....	12
Κεφάλαιο 2 Σκοπός της μελέτης/ Aim.....	13
Κεφάλαιο 3 Μεθοδολογία/ Methods.....	13
3.1 Κριτήρια επιλογής δημοσιευμένων μελετών.....	13
3.2 Πρωτόκολλα διεξαγωγής των χρησιμοποιούμενων απεικονιστικών μεθόδων προεγχειρητικής αγγειακής χαρτογράφησης.....	13
3.2.1 Τεχνική υπερηχοτομογραφικής μεθόδου.....	14
3.2.2 Κλινικό ιστορικό και Τεχνική φυσικής εξέτασης.....	19
3.2.3 Τεχνική Αγγειογραφίας.....	20
3.2.4 Εναλλακτικές τεχνικές.....	23
3.3 Ορισμοί έκβασης της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας.....	24
3.3.1 Πρωτογενές καταληκτικό σημείο- πρόωπη έκβαση της επικοινωνίας.....	25
3.3.2 Δευτερογενές καταληκτικό σημείο- μακροχρόνια έκβαση της επικοινωνίας.....	25
Κεφάλαιο 4 Αποτελέσματα/ Results.....	26
Κεφάλαιο 5 Συζήτηση/ Discussion.....	32
Συμπεράσματα.....	39
Βιβλιογραφία.....	41

1. Εισαγωγή/ Introduction

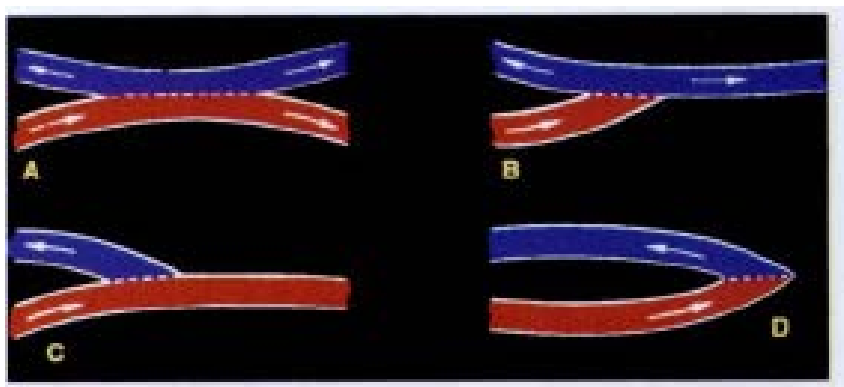
1.1 Νεφρική νόσος τελικού σταδίου και μέθοδοι υποκατάστασης νεφρικής λειτουργίας

Η νεφρική νόσος τελικού σταδίου συνεχίζει να αποτελεί κύριο πρόβλημα υγείας παγκοσμίως, με τους ασθενείς να υποβάλλονται σε συνεδρίες αιμοκάθαρσης. Η διαδικασία της αιμοκάθαρσης χρησιμοποιείται τόσο σε ασθενείς με χρόνια νεφρική νόσο τελικού σταδίου, όσο και σε περιπτώσεις ασθενών με σοβαρή οξεία νεφρική βλάβη. Ενώ η σοβαρού βαθμού οξεία νεφρική βλάβη με απώλεια της νεφρικής λειτουργίας συνήθως αντιμετωπίζεται με τοποθέτηση κεντρικού φλεβικού καθετήρα, η χρόνια νεφρική νόσος τελικού σταδίου ιδανικά αντιμετωπίζεται με μόνιμη αγγειακή προσπέλαση με αρτηριοφλεβική αναστόμωση ή χρήση μοσχεύματος. Έτσι, η αυτόλογη αρτηριοφλεβική επικοινωνία, το μόσχευμα (κυρίως PTFE) και ο κεντρικός φλεβικός καθετήρας αποτελούν τους κύριους τρόπους υποκατάστασης της νεφρικής λειτουργίας σε νεφροπαθείς ασθενείς [1]. Οι κεντρικοί φλεβικοί καθετήρες μολονότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν άμεσα και σε επείγουσα βάση, έχουν περιορισμένο χρόνο ζωής, ενώ οι αρτηριοφλεβικές αναστομώσεις και τα μοσχεύματα παρουσιάζουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, με τις πρώτες δε να εμφανίζουν λιγότερες επιπλοκές και να έχουν καλύτερα συνολικά ποσοστά επιβίωσης [2,3,4]. Επιπρόσθετα, το κόστος της επικοινωνίας για αιμοκάθαρση είναι πολύ μικρότερο όταν πρόκειται για αυτόλογη αρτηριοφλεβική επικοινωνία, παρά για καθετήρα ή μόσχευμα [5].

1.2 Αρτηριοφλεβική επικοινωνία (AVF) κατά Brescia-Cimino

Η αρτηριοφλεβική αναστόμωση ή αλλιώς αρτηριοφλεβική επικοινωνία (AVF) κατά Brescia-Cimino συστήνεται ως η προτιμώμενη μέθοδος για τη δημιουργία αγγειακής προσπέλασης για αιμοκάθαρση στους νεφροπαθείς ασθενείς, στους οποίους η νεφρική νόσος τελικού σταδίου αποτελεί σημαντικό παράγοντα νοσηρότητας και θνητότητας [1]. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, μια επιτυχημένη επικοινωνία μπορεί να διαρκέσει πολλά χρόνια. Επίσης, παρουσιάζει υψηλές ροές μέσω μιας επιπολής φλέβας που μπορεί να παρακεντάται επαναλαμβανόμενα και εμφανίζει μικρότερη πιθανότητα για λοίμωξη ή επιπλοκές, όπως η θρόμβωση. Μειονεκτήματά

της αποτελούν η πρόιμη θρόμβωση, η μεγάλη χρονική περίοδος ωρίμανσης ή κι η πιθανή αποτυχία ωρίμανσης της επικοινωνίας σε ποσοστό 20-57% των ασθενών, όπως αναφέρουν διάφοροι συγγραφείς, λόγω άλλων προβλημάτων υγείας των ασθενών όπως ο σακχαρώδης διαβήτης [2,6,7]. Ο Brescia και συνεργάτες το 1966 αναφέρθηκαν αναλυτικά στην αναστόμωση της κερκιδικής αρτηρίας με την κεφαλική φλέβα στην περιοχή του αντιβραχίου. Σύμφωνα με την αρτηριοφλεβική επικοινωνία κατά Brescia-Cimino, στο μη επικρατές άνω άκρο διενεργείται αναστόμωση στο αντιβράχιο λίγο κεντρικότερα της πηχεοκαρπικής άρθρωσης μέσω συνένωσης της κερκιδικής αρτηρίας με την κεφαλική φλέβα [8]. Η επικοινωνία από τεχνικής άποψης μπορεί να είναι πλαγιο-πλάγια, τελικο-πλάγια της αρτηρίας προς τη φλέβα, τελικο-πλάγια της φλέβας προς την αρτηρία (η πιο συχνή) και τελικο-τελική (**Εικόνα 1**) [1].



Εικόνα 1. Τα διαγράμματα απεικονίζουν τους τύπους των αρτηριοφλεβικών αναστομώνσεων, με την κερκιδική αρτηρία και την κεφαλική φλέβα στον καρπό να αποτελούν τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα αγγεία. Τα βέλη υποδεικνύουν την κατεύθυνση της ροής. Α. πλαγιο-πλάγια Β. τελικο-πλάγια, της αρτηρίας προς τη φλέβα C. Τελικο-πλάγια, της φλέβας προς την αρτηρία (η πιο κοινή αναστόμωση) D. τελικο-τελική. (Ανατύπωση από: Finlay DE, Longley DG, Foshager MC, Letourneau JG. Duplex and color Doppler sonography of hemodialysis arteriovenous fistulas and grafts. Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc. 1993;13(5):983-9.)

Επίσης, η επικοινωνία χρησιμοποιείται και σήμερα γιατί έχει μεγάλη διάρκεια ζωής κι εμφανίζει τις λιγότερες επιπλοκές, όπως θρόμβωση, στένωση, λοίμωξη, αρτηριακή υποκλοπή, ανεύρυσμα ή ψευδοανεύρυσμα [1,7]. Ακόμα, αποτελεί την πρώτη επιλογή όσον αφορά τη θέση, ώστε σε περίπτωση αποτυχίας να υπάρχουν επιλογές σε κεντρικότερη θέση. Έτσι, όταν δεν υπάρχει ικανοποιητική βατότητα της κερκιδικής

αρτηρίας και της κεφαλικής φλέβας, μπορεί να αναστομωθεί η ωλένιος αρτηρία με τη βασιλική φλέβα, το κεντρικότερο τμήμα της κερκιδικής αρτηρίας με την επιφανειοποιημένη βασιλική φλέβα, η βραχιόνιος αρτηρία με την κεφαλική φλέβα και η βραχιόνιος αρτηρία με τη βασιλική φλέβα [1].

Ιδανικά, το φλεβικό κι αρτηριακό τμήμα μιας πρόσφατα κατασκευασμένης επικοινωνίας διατείνονται σε απάντηση στην αυξημένη αιματική ροή, διαμέσου μιας νέας οδού χαμηλών αντιστάσεων, όπου αρτηριοποιείται το τμήμα αυτό της φλέβας, αναπτύσσει δηλαδή υπερτροφικά τοιχώματα, ώστε να είναι κατάλληλο για παρακέντηση για τη διενέργεια συνεδριών αιμοκάθαρσης [9]. Επίσης, ιδανική επικοινωνία θα ήταν αυτή που είναι άμεσα διαθέσιμη για χρήση συνεχώς και παρέχει αξιόπιστα επαρκή ροή για αιμοκάθαρση κι έχει μακροχρόνια βατότητα, με τις ελάχιστες δυνατές επιπλοκές [10].

1.3 Ο ρόλος της προεγχειρητικής υπερηχοτομογραφικής μεθόδου σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες

Για τη δημιουργία μιας επιτυχούς και λειτουργικής επικοινωνίας, είναι πολύ σημαντική η προεγχειρητική εξέταση και χαρτογράφηση του αγγειακού δικτύου του άνω άκρου, των αρτηριών δηλαδή και φλεβών. Για το λόγο αυτό μπορούν να χρησιμοποιηθούν πολλές μέθοδοι, όπως η φυσική εξέταση, η Duplex Doppler υπερηχοτομογραφία, η αγγειογραφία (φλεβογραφία και/ή αρτηριογραφία), η μαγνητική αγγειογραφία (MRA) κα. Παλαιότερες κατευθυντήριες οδηγίες σχετικά με τη δημιουργία αγγειακής προσπέλασης, των National Kidney Foundation, (The Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (KDOQI-2006)), των European Best Practice και Society for Vascular Surgery, συνιστούν τη χρήση της υπερηχοτομογραφίας ως προεγχειρητικής εξέτασης ρουτίνας για την αγγειακή χαρτογράφηση του άνω άκρου και την κεντρική φλεβική εκτίμηση σε περίπτωση κεντρικού φλεβικού καθετήρα ή βηματοδότη [11,12,13]. Μέχρι σήμερα έχουν διεξαχθεί πολλές μελέτες και με διάφορα αποτελέσματα, σχετικά με τη σημασία της μεθόδου αυτής στον καθορισμό της θέσης της επικοινωνίας για αιμοκάθαρση, με πολλούς ερευνητές να τη συγκρίνουν με τις προαναφερθείσες τεχνικές. Σύμφωνα με τις πρόσφατες κατευθυντήριες οδηγίες του National Kidney Foundation (KDOQI-2019 Update), η σημασία της υπερηχοτομογραφίας ως εξέτασης ρουτίνας προεγχειρητικά, διαφοροποιείται σχετικά [14]. Τα δεδομένα αυτά θα παρατεθούν παρακάτω αναλυτικότερα.

2. Σκοπός της μελέτης/ Aim

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανασκόπηση της ήδη υπάρχουσας βιβλιογραφίας σχετικά με τη συμβολή της υπερηχοτομογραφικής μεθόδου στην επιλογή της κατάλληλης θέσης για τη δημιουργία αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας για αιμοκάθαρση. Επιπρόσθετα, θα συγκριθεί η αποτελεσματικότητα της μεθόδου με την αντίστοιχη της φυσικής εξέτασης καθώς και άλλων απεικονιστικών μεθόδων, όπως η αγγειογραφία, ως προεγχειρητικές μέθοδοι αγγειακής χαρτογράφησης.

3. Μεθοδολογία/ Methods

3.1 Κριτήρια επιλογής δημοσιευμένων μελετών

Πραγματοποιήθηκε ανασκόπηση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας σχετικά με τη συμβολή της υπερηχοτομογραφικής μεθόδου στην επιλογή της κατάλληλης θέσης για τη δημιουργία αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας για αιμοκάθαρση. Για τη βιβλιογραφική αναζήτηση χρησιμοποιήθηκαν στην ηλεκτρονική βάση δεδομένων PubMed οι εξής λέξεις-κλειδιά: Arteriovenous Fistula (AVF), Chronic Renal Failure (CRF), Duplex Doppler Ultrasonography (DDU), Preoperatively, Physical Examination, Digital Subtraction Angiography (DSA), Magnetic Resonance Angiography (MRA). Ελήφθησαν υπόψιν μόνο αναδρομικές και προοπτικές μελέτες που είχαν διενεργηθεί την τελευταία 25ετία και που επικεντρώνονταν στην αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της προεγχειρητικής υπερηχοτομογραφίας και στη σύγκρισή της με τις προαναφερθείσες μεθόδους. Τέλος, από την παρούσα διπλωματική εργασία αποκλείστηκαν μελέτες με μικρό δείγμα ασθενών, καθώς και δημοσιεύσεις μεμονωμένων ενδιαφερόντων περιστατικών.

3.2 Πρωτόκολλα διεξαγωγής των χρησιμοποιούμενων απεικονιστικών μεθόδων προεγχειρητικής αγγειακής χαρτογράφησης

Παρακάτω περιγράφονται το πρωτόκολλο κι η τεχνική διεξαγωγής των διάφορων απεικονιστικών μεθόδων, όπως της υπερηχοτομογραφίας, της φυσικής εξέτασης, της αγγειογραφίας, στην προεγχειρητική αγγειακή χαρτογράφηση για την κατασκευή αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας, ενώ σημειώνονται τα αξιολογικά απεικονιστικά ευρήματα ανά εξέταση.

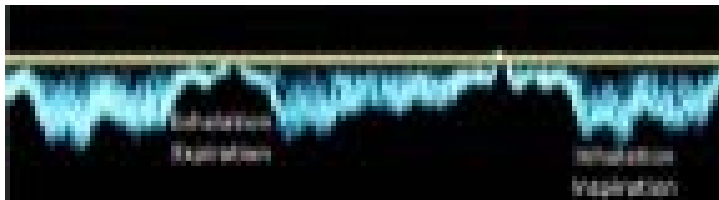
3.2.1 Τεχνική υπερηχοτομογραφικής μεθόδου

Η τεχνική που εφαρμόζεται στην υπερηχοτομογραφία για αγγειακή χαρτογράφηση περιγράφεται αναλυτικά σε διάφορες δημοσιεύσεις και σε κατευθυντήριες οδηγίες [2,11,15,16,17].

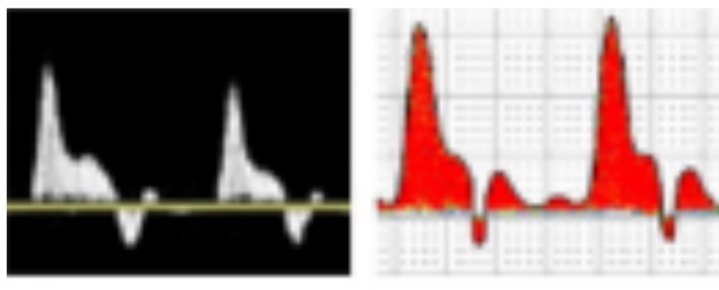
Το μη επικρατές άκρο αξιολογείται πρώτα, εκτός αν υπάρχει γνωστή αντένδειξη στη χρήση του. Χρησιμοποιείται γραμμικός ηχοβολέας υψηλών συχνοτήτων 5-10 MHz και η απεικόνιση των αγγείων γίνεται με τη μέθοδο διαβάθμισης του γκρι (B-mode), το έγχρωμο, καθώς και το φασματικό Doppler. Λαμβάνονται με τον τρόπο αυτό μορφολογικές κι αιμοδυναμικές πληροφορίες για τις αρτηρίες και τις φλέβες. Η αξιολόγηση των προσθιο-οπίσθιων διαμέτρων των αγγείων γίνεται σε εγκάρσιο επίπεδο, χρησιμοποιώντας όπως προαναφέρθηκε γραμμικό ηχοβολέα, ασκώντας την ελάχιστη δυνατή πίεση. Οι φλέβες πρέπει να είναι λεπτοτοιχωματικές, ευπίεστες και η διάμετρός τους να μεταβάλλεται με την αναπνοή και να αυξάνει με την περιφερική συμπίεση (**Εικόνα 2**) [18]. Πρώτα εξετάζεται η κερκιδική αρτηρία στο ύψος του καρπού με τον ασθενή σε ημικαθιστή θέση και το άνω άκρο χαλαρό και σε γωνία 45° με το σώμα. Η εσωτερική διάμετρος του αυλού μετριέται στο σημείο της επικείμενης αναστόμωσης, ενώ σημειώνονται τυχόν αρτηριακές επασβεστώσεις κι εκτιμώνται οι φασματικές κυματομορφές για πιθανά σημεία ενδοαυλικής νόσου [10,19]. Η κερκιδική αρτηρία πρέπει να έχει τριφασική κυματομορφή Doppler και διάμετρο μεγαλύτερη από 2mm (**Εικόνα 3**). Επίσης ελέγχεται για τυχόν αποτιτανώσεις. Εάν η διάμετρος είναι μικρότερη από 2mm, εξετάζεται η ωλένιος αρτηρία, που πρέπει κι αυτή να έχει διάμετρο μεγαλύτερη από 2mm. Εάν ούτε αυτό το κριτήριο πληρείται, η επόμενη θέση μελέτης είναι στο βραχίονα. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων καταγράφονται σε διαγράμματα (**Εικόνα 4**)[20]. Επιπρόσθετες παράμετροι όπως ο όγκος ροής της κερκιδικής αρτηρίας και οι μεγιστοσυστολικές ταχύτητες πριν ή κατά τη διάρκεια αντιδραστικής υπεραιμίας, έχουν επίσης αναφερθεί να είναι παράγοντες ωρίμανσης της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας (**Εικόνα 5**). Επί αποφρακτικού τύπου κυματομορφής Doppler στην κερκιδική ή την ωλένιο αρτηρία, πρέπει να μελετηθεί όλο το αρτηριακό δένδρο για να διευκρινισθεί αν υπάρχει στένωση κεντρικότερα και μη ικανοποιητική αρτηριακή παροχή αίματος. Εφόσον τα κριτήρια διαμέτρου και ροής ικανοποιούνται, μετριέται η διάμετρος της κεφαλικής φλέβας στο ύψος του καρπού. Πρέπει να έχει διάμετρο μεγαλύτερη ή ίση με 2,5mm. Μετριέται δειγματοληπτικά η εσωτερική διάμετρος της κεφαλικής φλέβας στο αντιβράχιο σε εγκάρσιο επίπεδο, ενώ από τις

πολλαπλές λήψεις διαμέτρου, ως τελική διάμετρος καταγράφεται η μικρότερη [18]. Σημασία έχει η παρουσία ενδοτοιχωματικών αλλοιώσεων, όπως διαφραγματίων, θρόμβων, παχυσμένου τοιχώματος ή ανατομικών παραλλαγών διπλασιασμού. Για το λόγο αυτό ελέγχεται η συμπιεστότητα κι η ηχογένεια του αυλού, καθώς κι η απόσταση της φλέβας από το δέρμα και την αρτηρία, αποφεύγοντας πάντα την υπερβολική πίεση με τον ηχοβολέα. Προαιρετικά, χρησιμοποιείται περιχειρίδα στη μεσότητα του αντιβραχίου, που φουσκώνεται σε 50mmHg και στη συνέχεια μετριέται πάλι η κεφαλική φλέβα, η οποία με τον τρόπο αυτό μπορεί να αυξηθεί σε διάμετρο κατά 38-50% [10]. Εναλλακτικά, μπορεί να γίνει χρήση σφυγμανόμετρων, θερμής γέλης ή εμβύθιση του άκρου σε ζεστό νερό **(Εικόνα 6)** [10]. Ορισμένοι συγγραφείς έχουν επίσης αξιολογήσει την επίδραση της περιοχικής αναισθησίας, ειδικά με αποκλεισμό του βραχιονίου πλέγματος, ο οποίος προκαλεί αγγειοδιαστολή, μειώνοντας τον συμπαθητικό τόνο και αυξάνοντας τις επιλογές στις θέσεις αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας [21,22]. Στη συνέχεια ελέγχεται η κεφαλική φλέβα έως την εκβολή της στην μασχαλιαία φλέβα. Πάλι ελέγχεται η διάμετρος, η συμπιεστότητα κι η ηχογένεια του αυλού και η απόσταση της φλέβας από το δέρμα και την αρτηρία. Στη συνέχεια τοποθετείται περιχειρίδα στον κεντρικό βραχίονα κι οι μετρήσεις επαναλαμβάνονται. Σε περίπτωση που η διάμετρος της κεφαλικής φλέβας είναι <2,5mm στο βραχίονα, αυτό δεν είναι απαγορευτικό εφόσον εκβάλλει σε βασιλική ή βραχιόνιο φλέβα με ικανοποιητικές διαστάσεις. Εάν τώρα η κεφαλική φλέβα έχει εσωτερική διάμετρο <2,5mm στο αντιβράχιο, ελέγχεται η παρουσία άλλης επιπολής φλέβας στο αντιβράχιο που να εκβάλλει σε φλεβικό δίκτυο βατό και χωρίς στενώσεις [18]. Εάν δε βρεθεί φλέβα με ικανοποιητικές διαστάσεις στο αντιβράχιο, στη συνέχεια εξετάζεται ο βραχίονας. Μετριέται η εγκάρσια διάμετρος της βραχιονίου αρτηρίας, παρατηρούνται τυχόν αποτιτανώσεις, ελέγχεται η κυματομορφή Doppler και η ταχύτητα ροής καθώς και το ύψος διχασμού της βραχιονίου αρτηρίας. Ο υψηλός διχασμός της βραχιονίου αρτηρίας, μια ανατομική παραλλαγή που συναντάται στο 5-10% των ασθενών, εντοπίζεται εύκολα με την υπερηχοτομογραφία [10]. Η διάμετρος της κεφαλικής και βασιλικής φλέβας εξετάζεται πάλι πριν και μετά τη χρήση περιχειρίδας, όπως επίσης και η βατότητα του αυλού με τη συμπιεστότητα, η ηχογένεια του αυλού και η παρουσία πιθανής στένωσης με έγχρωμο και φασματικό Doppler. Εφόσον με τον υπερηχογραφικό έλεγχο απεικονίζεται στο αντιβράχιο κερκιδική αρτηρία διαμέτρου μεγαλύτερης ή ίσης των 2mm και κεφαλική φλέβα μεγαλύτερη ή ίση των 2,5mm μέχρι την εκβολή της στην μασχαλιαία φλέβα, ο αγγειοχειρουργός προχωρά σε κερκιδο-

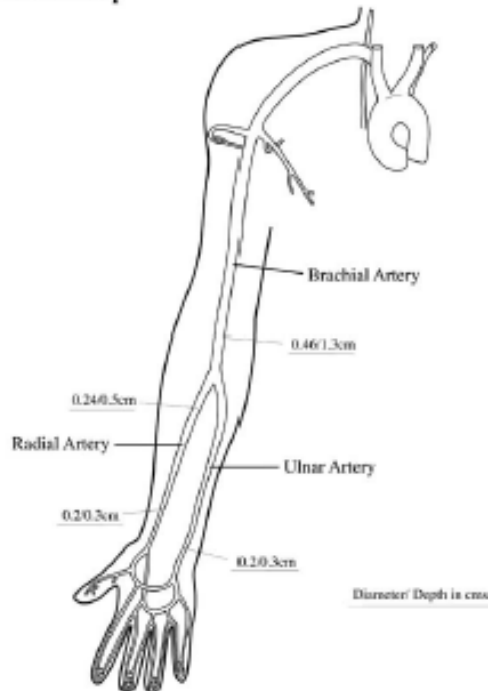
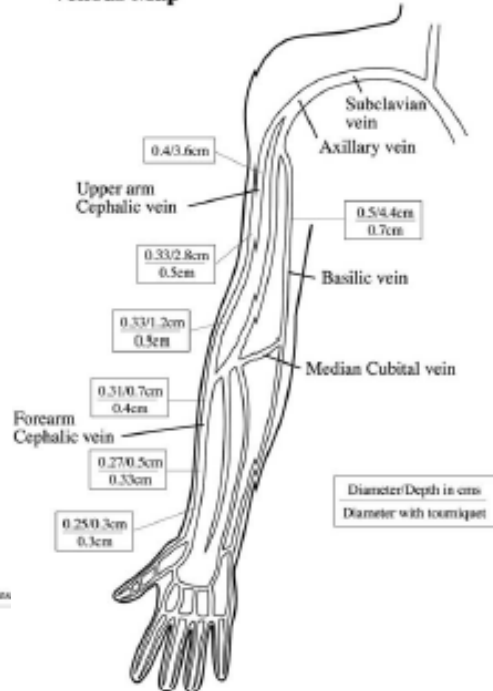
κεφαλική αρτηριοφλεβική επικοινωνία. Εάν δεν είναι δυνατή η κατασκευή αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας στο αντιβράχιο, τότε επόμενη θέση αποτελεί ο βραχίονας. Εφόσον η βραχιόνιος φλέβα έχει ικανοποιητική διάμετρο και η κεφαλική ή βασιλική φλέβα διάμετρο μεγαλύτερη ή ίση με 2,5mm, ο αγγειοχειρουργός προχωρά σε βραχιονο-κεφαλική επικοινωνία ως πρώτη επιλογή ή βραχιονο- βασιλική επικοινωνία με μετάθεση ή αλλιώς επιφανειοποίηση της βασιλικής φλέβας. Τα σημεία και τα μεγέθη οποιονδήποτε μεγάλων κλάδων των φλεβών κοντά στο σημείο της επικείμενης επικοινωνίας μπορούν να επηρεάσουν την ωρίμανσή της και πρέπει να σημειωθούν [10,19].



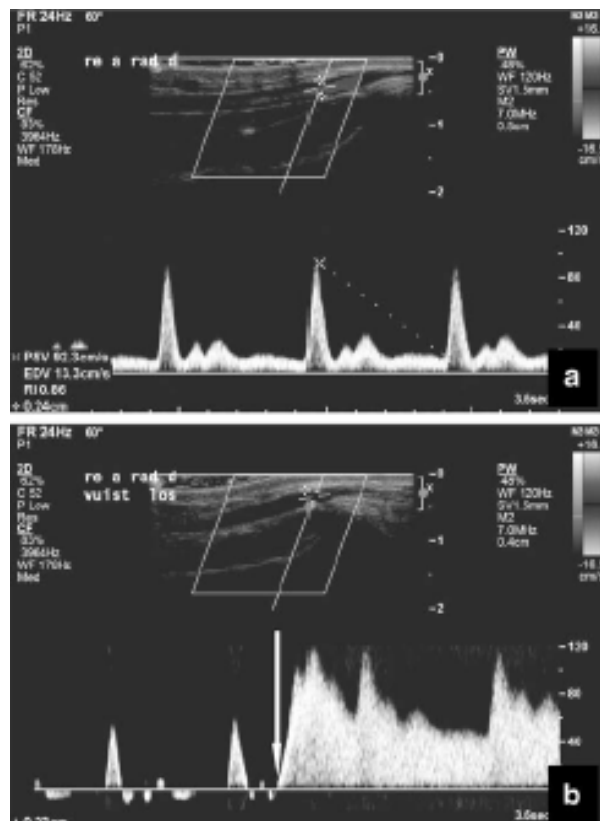
Εικόνα 2. Φυσιολογική φασικότητα των φλεβών του άνω άκρου με τις αναπνοές, λόγω μεταβολών στην ενδοθωρακική πίεση. (Ανατύπωση από: Kim ES, Sharma AM, Scissons R, Dawson D, Eberhardt RT, Gerhard-Herman M, et al. Interpretation of peripheral arterial and venous Doppler waveforms: A consensus statement from the Society for Vascular Medicine and Society for Vascular Ultrasound. Vascular medicine (London, England). 2020;25(5):484-506.)



Εικόνα 3. Φυσιολογική τριφασική κυματομορφή Doppler στην κερκιδική κι ωλένιο αρτηρία. (Ανατύπωση από: Kim ES, Sharma AM, Scissons R, Dawson D, Eberhardt RT, Gerhard-Herman M, et al. Interpretation of peripheral arterial and venous Doppler waveforms: A consensus statement from the Society for Vascular Medicine and Society for Vascular Ultrasound. Vascular medicine (London, England). 2020;25(5):484-506.)

Arterial Map**Venous Map**

Εικόνες 4, 6. Κατάλληλα διαγράμματα για καταγραφή των ευρημάτων κατά τη διάρκεια προεγχειρητικής duplex αρτηριακής και φλεβικής υπερηχογραφικής εξέτασης, αντίστοιχα. (Ανατύπωση από: Brown PW. Preoperative radiological assessment for vascular access. European journal of vascular and endovascular surgery : the official journal of the European Society for Vascular Surgery. 2006;31(1):64-9.)



Εικόνα 5. Duplex υπερηχοτομογραφική εκτίμηση της ροής στην κερκιδική αρτηρία στην ηρεμία (a), κατά τη διάρκεια γροθιάς της παλάμης (b) και κατά τη διάρκεια υπεραιμίας όταν η γροθιά έχει ελευθερωθεί σε έναν υγιή εθελοντή. Το βέλος υποδηλώνει τη στιγμή απελευθέρωσης της γροθιάς. Απουσία ή μειωμένη αλλαγή στη ροή της κερκιδικής αρτηρίας, σχετίζεται με υψηλότερο κίνδυνο πρώιμης αποτυχίας και μη ωρίμανσης της αγγειακής επικοινωνίας. (Ανατύπωση από: Planken RN, Tordoir JH, Duijm LE, de Haan MW, Leiner T. Current techniques for assessment of upper extremity vasculature prior to hemodialysis vascular access creation. *European radiology*. 2007;17(11):3001-11.)

Συνοπτικά, τα κριτήρια καταλληλότητας των αγγείων που χρησιμοποιούνται προεγχειρητικά είναι τα παρακάτω: 1) Η τροφοφόρος αρτηρία πρέπει να έχει εγκάρσια διάμετρο μεγαλύτερη ή ίση με 2mm και φυσιολογική τριφασική κυματομορφή Doppler (απουσία αξιολογής αιμοδυναμικής στένωσης). Η μεγιστοσυστολική ταχύτητα πρέπει να είναι >50cm/sec. 2) Η επιπολής φλέβα του αντιβραχίου ή του βραχίονα να είναι μεγαλύτερη ή ίση με 2,5mm. 3) Οι απάγουσες φλέβες και το εν τω βάθει φλεβικό δίκτυο να είναι βατές και χωρίς στενώσεις [23].

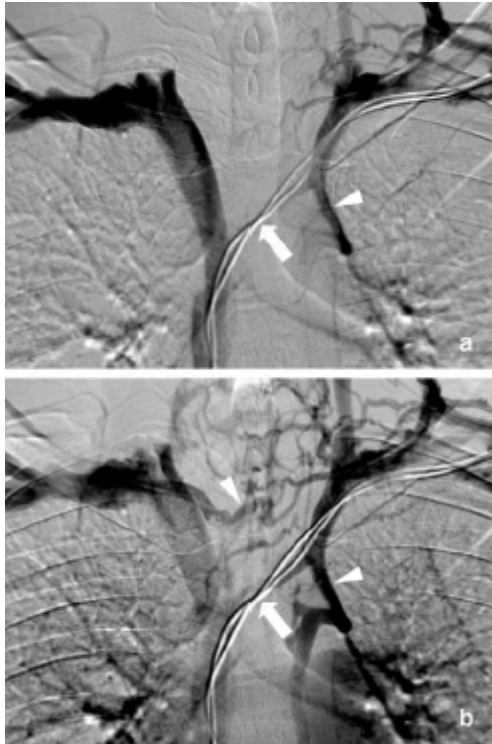
Οι πιο πρόσφατες κατευθυντήριες οδηγίες των National Kidney Foundation (KDOQI-2019 Update), αναφέρουν πως το κατώφλι διαμέτρου 2,5mm του αυλού της φλέβας και 2mm του αυλού της αρτηρίας, δεν έχουν κατοχυρωθεί. Ως εκ τούτου, θεωρείται φυσιολογικό πως ενώ δεν υπάρχει ελάχιστο κατώφλι διαμέτρου για να δημιουργηθεί η αρτηριοφλεβική επικοινωνία, αρτηρίες και φλέβες διαμέτρου <2mm, πρέπει να εξεταστούν προσεκτικά για τη δυνατότητα και την ποιότητα δημιουργίας μιας λειτουργικής AVF. Ακόμα, θεωρείται λογική η εκτίμηση πολλαπλών χαρακτηριστικών της ποιότητας των αγγείων για τη δημιουργία της επικοινωνίας, συμπεριλαμβανομένων του μεγέθους, της διατασιμότητας, της ροής κα. [14].

3.2.2 Κλινικό ιστορικό και Τεχνική φυσικής εξέτασης

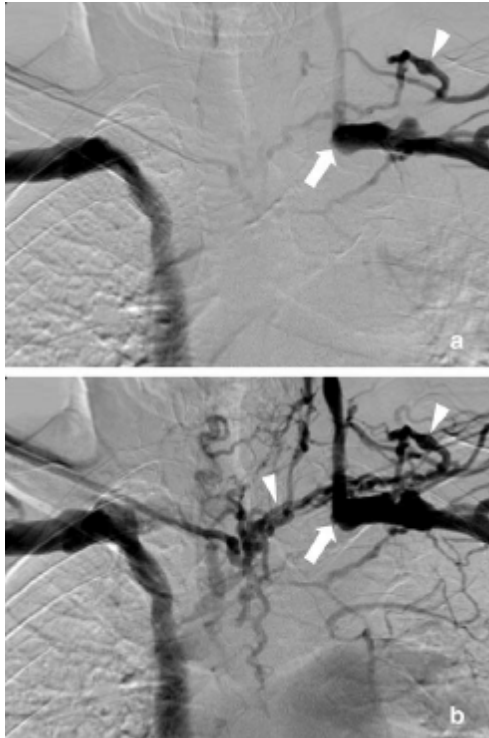
Το αρχικό βήμα πριν από κάθε απεικόνιση περιλαμβάνει λεπτομερές ιστορικό και φυσική εξέταση, που εστιάζουν σε προηγούμενες επεμβάσεις επικοινωνίας, πιθανό λεμφαδενικό καθαρισμό, κεντρικούς καθετήρες ή συσκευές καρδιακού ρυθμού και την εξέταση του θώρακα και των άνω άκρων για οίδημα ή παράπλευρες φλέβες, που μπορεί να υποδεικνύουν κεντρική φλεβική στένωση [10]. Το καλό κλινικό ιστορικό είναι απαραίτητο, προκειμένου να εκτιμηθούν οι παράγοντες κινδύνου για την ωρίμανση της επικοινωνίας [24]. Η φυσική εξέταση αποτελεί μέθοδο που μπορεί να διενεργηθεί γρήγορα, παρά την κλίνη του ασθενούς, χωρίς κόστος ή ανάγκη για εξοπλισμό. Μολονότι μπορεί να είναι πολύ αποκαλυπτική, είναι ανεπαρκής σ ένα μεγάλο μέρος του πληθυσμού κι ειδικά στους παχύσαρκους ασθενείς. Ελέγχονται για οίδημα τα άνω άκρα, ο τράχηλος, ο μαστός και το πρόσωπο, καθώς και για ουλές από προηγούμενη τοποθέτηση κεντρικών φλεβικών καθετήρων. Ακόμα, η παρουσία παράπλευρων φλεβών είναι ενδεικτική κεντρικής φλεβικής στένωσης. Στη συνέχεια, επισκοπούνται οι φλέβες ύστερα από τοποθέτηση περιχειρίδας. Εξετάζεται, στο βαθμό που είναι εφικτό, η διάμετρος, το μήκος, η ελίκωση κι η απόσταση απ' την επιφάνεια του δέρματος. Ιδανική φλέβα αποτελεί αυτή που είναι επιμήκης, ομαλή κι επιφανειακή για εύκολο καθετηριασμό. Έπειτα, μετριέται η αρτηριακή πίεση στα άνω άκρα και ελέγχεται πιθανή ασυμμετρία στις σφύξεις. Διενεργείται Allen test για να εκτιμηθεί η βατότητα του παλαμιαίου τόξου. Μη φυσιολογικό ορίζεται αυτό στο οποίο ο χρόνος επαναιμάτωσης είναι >10sec, που μεταφράζεται σε απουσία παράπλευρου δικτύου στην παλάμη. Γενικά, η φυσική εξέταση παρέχει περισσότερες πληροφορίες για την αρτηριακή, παρά για τη φλεβική κυκλοφορία.

3.2.3 Τεχνική Αγγειογραφίας

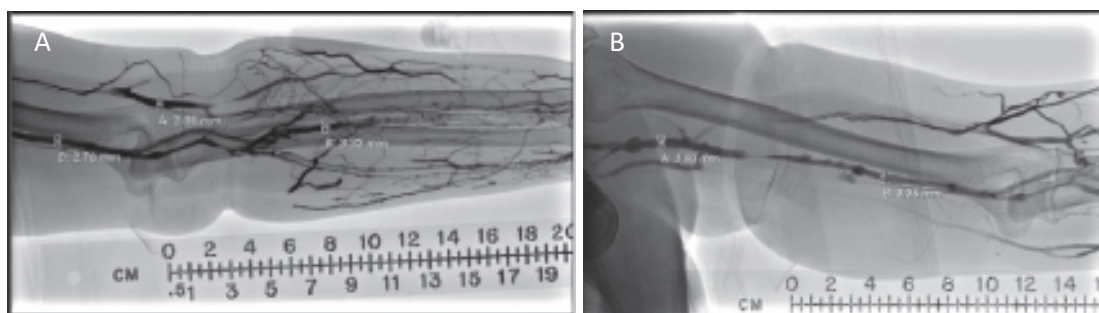
Παρόλο που η αγγειογραφία είναι η μέθοδος εκλογής για την εκτίμηση της αγγειακής ανατομίας, έχει διάφορους περιορισμούς, συμπεριλαμβανομένων της επεμβατικής της φύσης, τον κίνδυνο αλλεργικής αντίδρασης, τη νεφροτοξικότητα απ' το χορηγούμενο σκιαγραφικό μέσο, καθώς και το κόστος [24]. Οι κατευθυντήριες οδηγίες προτείνουν την αγγειογραφία όταν υπάρχει ιστορικό ομόπλευρου κεντρικού φλεβικού καθετηριασμού (ειδικά της υποκλειδίου φλέβας), ανάπτυξη παράπλευρου φλεβικού δικτύου, οίδημα ή μη ομότιμο μέγεθος του άκρου, καθώς αυτά τα ευρήματα είναι ενδεικτικά κεντρικής φλεβικής στένωσης ή απόφραξης **(Εικόνα 6,7)**. Διενεργείται με ενδοφλέβια χορήγηση χαμηλής δόσης ισοωσμωτικού σκιαγραφικού μέσου διαλυμένου με φυσιολογικό ορό και παρακολουθείται με τη μέθοδο της ακτινοσκόπησης. Συνήθως καθετηριάζεται περιφερική φλέβα στη ραχιαία επιφάνεια της παλάμης. Τα ανατομικά κριτήρια που χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό της κατάλληλης φλέβας προεγχειρητικά, για τη δημιουργία αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας, είναι παρόμοια με αυτά της υπερηχοτομογραφικής μεθόδου, όπως και η τεχνική που χρησιμοποιείται [10,23]. Πρώτα εκτιμάται το μη επικρατές άκρο κι οι φλέβες εξετάζονται από περιφερικά προς κεντρικά. Όσον αφορά το φλεβικό σύστημα, η διάμετρος της φλέβας να είναι $\geq 2,5\text{mm}$, ένα ευθύ τμήμα καθετηριασμού 6cm, και βατές απάγουσες και κεντρικές φλέβες. Τοποθετείται ενδοφλέβιος καθετήρας στη ραχιαία επιφάνεια της άκρας χείρας, μέσω του οποίου ενίεται διαλυμένο σκιαγραφικό μέσο. Διαδοχικές εφαρμογές συμπίεσης με περιχειρίδα εφαρμόζονται κάτω από τον αγκώνα και στο ανώτερο τμήμα του άκρου, κοντά στη μασχάλη. Εικόνες λαμβάνονται καθ' όλο το μήκος των φλεβών, χρησιμοποιώντας μετρήσεις με ακτινοσκόπηση **(Εικόνα 8)**.



Εικόνα 6. Δύο διαδοχικές εικόνες που ελήφθησαν με ψηφιακή αγγειογραφία, ενδεικτικές κεντρικής φλεβικής απόφραξης (βέλος), εξαιτίας καλωδίων βηματοδότη. Οι κεφαλές των βελών δείχνουν παράπλευρες απάγουσες φλέβες. (Ανατύπωση από: Planken RN, Tordoir JH, Duijm LE, de Haan MW, Leiner T. Current techniques for assessment of upper extremity vasculature prior to hemodialysis vascular access creation. *European radiology*. 2007;17(11):3001-11.)



Εικόνα 7. Δύο διαδοχικές εικόνες που ελήφθησαν με ψηφιακή αγγειογραφία, ενδεικτικές κεντρικής φλεβικής απόφραξης (βέλος), εξαιτίας χρήσης κεντρικού φλεβικού καθετήρα. Οι κεφαλές των βελών δείχνουν παράπλευρες απόγονες φλέβες. (Ανατύπωση από: Planken RN, Tordoir JH, Duijm LE, de Haan MW, Leiner T. Current techniques for assessment of upper extremity vasculature prior to hemodialysis vascular access creation. *European radiology*. 2007;17(11):3001-11.)

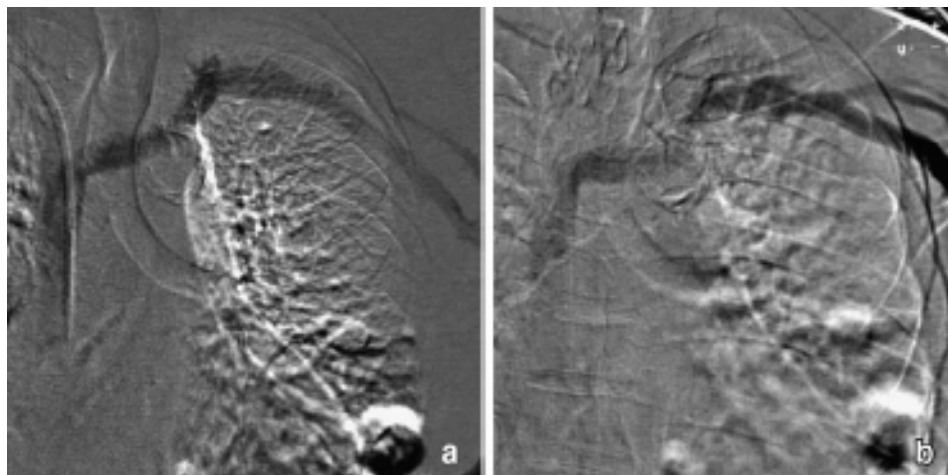


Εικόνα 8. (Α και Β) Φλεβογραφία άνω άκρου χρησιμοποιώντας διαδοχικές τοποθετήσεις περιχειρίδας για αύξηση της φλεβικής διαμέτρου. (Ανατύπωση από: Niyyar VD, Wasse H. Vessel Mapping for Dialysis Access Planning. *Seminars in dialysis*. 2017;30(4):305-8.)

Όσον αφορά το αρτηριακό σύστημα, οι αρτηρίες να είναι διαμέτρου $\geq 2\text{mm}$, με βατό παλαμιαίο τόξο. Η αγγειογραφία, σε αντίθεση με την υπερηχοτομογραφία, δεν παρέχει πληροφορίες σχετικά με λειτουργικά χαρακτηριστικά του αγγείου ή το βάθος αυτού. Συγκεκριμένα, η ίνωση, η διατασιμότητα κι η αιματική ροή του αγγείου δε μπορούν να εκτιμηθούν με την αγγειογραφία.

3.2.4 Εναλλακτικές τεχνικές

Η φλεβογραφία με διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) εμφανίζεται ως ασφαλής εναλλακτική της κλασικής φλεβογραφίας με ιωδιούχο σκιαγραφικό. Η τεχνική διαφέρει ελαφρώς απ' τη χορήγηση του ιωδιούχου σκιαγραφικού. Πριν από το διοξείδιο του άνθρακα ενίονται $0,1\text{mg}$ νιτρογλυκερίνης για να εμποδίσουν τον αγγειόσπασμο, ενώ οι περιχειρίδες δε χρησιμοποιούνται ως ρουτίνα [10]. Οι αγγειογραφίες αυτές λαμβάνονται χρησιμοποιώντας εγχυτή διοξειδίου του άνθρακα. Οι ενιόμενοι όγκοι είναι χαμηλοί αρχικά για να επιτρέψουν στον ασθενή να συνηθίσει την αίσθηση και στη συνέχεια αυξάνονται για να επιτρέψουν τη σκιαγράφιση των περιφερικών και κεντρικών φλεβών (**Εικόνα 9**).



Εικόνα 9. Παραδείγματα φλεβογραφιών που αποκτήθηκαν από έναν ασθενή με CO_2 φλεβογραφία (a) και με συμβατική φλεβογραφία με ιωδιούχο σκιαγραφικό μέσο (b). (Ανατύπωση από: Planken RN, Tordoir JH, Duijm LE, de Haan MW, Leiner T. Current techniques for assessment of upper extremity vasculature prior to hemodialysis vascular access creation. European radiology. 2007;17(11):3001-11. Images were kindly

provided by Dr. S. Heye, from the department of radiology, University Hospitals Gasthuisberg, Leuven, Belgium)

Δεύτερη εναλλακτική αποτελεί η μαγνητική φλεβογραφία (MRV). Καθώς η χρήση γαδολινίου ως σκιαγραφικού μέσου είναι προβληματική σε ασθενείς με χρόνια νεφρική νόσο σταδίου 4/5, η μαγνητική φλεβογραφία χωρίς σκιαγραφικό, με ακολουθίες “time of flight” (ToF), έχει επίσης επιτυχώς μελετηθεί ως εναλλακτική για τη χαρτογράφηση των φλεβών του περιφερικού άνω άκρου, του αντιβραχίου και του αγκώνα, με απεικόνιση των φλεβών διαμέτρου $>2\text{mm}$ [24].

Οι βιοδείκτες μπορεί να έχουν μελλοντική αξία στην πρόβλεψη της ωρίμανσης της AVF, αλλά είναι υψηλού κόστους κι όχι χρήσιμοι τώρα. Μπορεί να αποτελέσουν ένα πολύ σημαντικό πρόσθετο στα χρόνια που έρχονται [24].

3.3 Ορισμοί έκβασης της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας

Ιδανικά, μια επαρκής και λειτουργικά ώριμη αρτηριοφλεβική επικοινωνία αντιστοιχεί στον κανόνα του έξι (6), δηλαδή χρειάζονται 6 εβδομάδες ύστερα απ' τη δημιουργία της αναστόμωσης, βάθος όχι περισσότερο από 6mm απ' το δέρμα, διάμετρος επικοινωνίας 6mm, ρυθμός ροής 600ml/min και μήκος επικοινωνίας 6cm, για επιτυχή αιμοκάθαρση με δύο βελόνες [25]. Οι πιο συχνές επιπλοκές της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας είναι η έλλειψη βατότητας, η αποτυχία ωρίμανσης και η ανεπαρκής ροή κατά τη διάρκεια της αιμοκάθαρσης.

3.3.1 Πρωτογενές καταληκτικό σημείο- πρόωμη έκβαση της επικοινωνίας

Άμεση αποτυχία της επικοινωνίας: είναι η θρόμβωση της επικοινωνίας την ημέρα του χειρουργείου, οριζόμενη ως απουσία ροΐζου ή ανεπαρκούς φλέβας που βρέθηκε στο χειρουργείο. Η πρωτογενής αποτυχία: περιλαμβάνει όλες τις επικοινωνίες που δεν ήταν ποτέ επαρκείς για αιμοκάθαρση, συμπεριλαμβανομένων της άμεσης αποτυχίας την ημέρα του χειρουργείου, της πρόωμης θρόμβωσης και της αποτυχίας ωρίμανσης [2,26]

3.3.2 Δευτερογενές καταληκτικό σημείο- μακροχρόνια έκβαση της επικοινωνίας

Πρωτογενής βατότητα: είναι το διάστημα από το χρόνο δημιουργίας της επικοινωνίας, έως οποιαδήποτε παρέμβαση που στοχεύει να διατηρήσει ή να επανεγκαταστήσει τη βατότητα, τη θρόμβωση της επικοινωνίας, ή το χρόνο μέτρησης της βατότητας [26]. Υποβοηθούμενη πρωτογενής βατότητα: είναι το διάστημα απ' το χρόνο δημιουργίας της επικοινωνίας, μέχρι τη θρόμβωση της επικοινωνίας, ή το χρόνο μέτρησης της βατότητας, συμπεριλαμβανομένων επεμβατικών χειρισμών (χειρουργικών ή ενδοαγγειακών επεμβάσεων) που στοχεύουν να διατηρήσουν τη λειτουργικότητα μιας βατής επικοινωνίας [26]. Δευτερογενής βατότητα: είναι το διάστημα από τη δημιουργία της επικοινωνίας, μέχρι την εγκατάλειψη της επικοινωνίας, τη θρόμβωση ή τη μέτρηση της βατότητας, συμπεριλαμβανομένων επεμβατικών χειρισμών (χειρουργικών ή ενδοαγγειακών επεμβάσεων) που στοχεύουν να επανεγκαταστήσουν τη λειτουργικότητα μιας θρομβωμένης επικοινωνίας. Εάν εγκαταλειφθεί η αρτηριοφλεβική επικοινωνία επειδή είναι μη λειτουργική, τότε η δευτερογενής βατότητα ονομάζεται δευτερογενής λειτουργική βατότητα [26].

4. Αποτελέσματα/ Results

Τα αποτελέσματα των μελετών δείχνουν πως ακόμα δεν υπάρχει ευρέως αποδεκτή εφαρμογή όσον αφορά το κατώφλι στη διάμετρο των αγγείων ή τις μετρήσεις διατασιμότητας και μηχανικής των αγγείων [27]. Παλαιότερες κατευθυντήριες οδηγίες σχετικά με τη δημιουργία αγγειακής προσπέλασης, των National Kidney Foundation, (The Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (KDOQI-2006)), και European Best Practice συστήνουν την υπερηχοτομογραφία ως εξέταση ρουτίνας για τον προεγχειρητική χαρτογράφηση του αγγειακού δικτύου [11,12]. Παρολαυτά, παραμένει αμφιλεγόμενο μεταξύ των συγγραφέων το όφελος της προεγχειρητικής υπερηχοτομογραφίας ρουτίνας, συγκριτικά με την παραδοσιακή κλινική εξέταση ή την επιλεκτική χρήση υπερηχοτομογραφίας. Έτσι, υπάρχουν ορισμένες μελέτες που υποστηρίζουν πως δεν υπάρχει σαφές πλεονέκτημα από τη χρήση της υπερηχοτομογραφίας, ενώ άλλες θεωρούν πως η φυσική εξέταση ή η αγγειογραφία προσφέρουν καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά την έκβαση της επικοινωνίας, ως προεγχειρητικές μέθοδοι.

Από τέσσερις τυχαιοποιημένες μελέτες ελέγχου (Randomised Controlled Trials-RCTs), που εξέτασαν τη χρήση της υπερηχοτομογραφίας ως ρουτίνας προεγχειρητικά, συγκριτικά με τη φυσική εξέταση μόνο, οι τρεις υποστηρίζουν τη χρήση της υπερηχοτομογραφίας, ενώ η μία όχι. Ο Mihmanli και συνεργάτες, σε μια προοπτική μελέτη, εκτίμησαν 124 ασθενείς και βρήκαν ποσοστό άμεσης αποτυχίας της επικοινωνίας 25% στην κλινική ομάδα, έναντι 5,6% στην ομάδα της υπερηχοτομογραφίας ($p=0,002$), υποστηρίζοντας πως η υπερηχοτομογραφία είναι μια πολύ χρήσιμη μη επεμβατική διαδικασία προεγχειρητικής αγγειακής εκτίμησης, παρόλο που ακόμα σε πολλά κέντρα κατασκευάζονται αρτηριοφλεβικές επικοινωνίες χωρίς τη χρήση της [28]. Όμοια, ο Zhang και συνεργάτες μελέτησαν 68 ασθενείς, με 20% ποσοστό αντίστοιχης αποτυχίας στην κλινική ομάδα, έναντι 9,7% στην ομάδα της υπερηχοτομογραφίας, υποστηρίζοντας τη χρήση της [29]. Επίσης ο Ferring και συνεργάτες που εξέτασαν 218 ασθενείς, βρήκαν στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα υπέρ της υπερηχοτομογραφίας, με 11% άμεση αποτυχία στην κλινική ομάδα, έναντι 4% στην ομάδα της υπερηχοτομογραφίας ($p=0,028$), υποστηρίζοντας ότι η προεγχειρητική υπερηχοτομογραφία (επιπρόσθετα της κλινικής εξέτασης) βελτιώνει τα

αποτελέσματα της επικοινωνίας όσον αφορά τη βατότητα και τη χρήση της για αιμοκάθαρση [30]. Αντίθετα, ο Nursal και συνεργάτες δε βρήκαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ υπερηχοτομογραφίας και φυσικής εξέτασης σε ένα δείγμα 70 ασθενών με 42,2% αποτυχία στην κλινική ομάδα, έναντι 25% στην ομάδα της υπερηχοτομογραφίας ($p=0,164$). Ως εκ τούτου, αναφέρουν πως η υπερηχοτομογραφία δεν υπερτερεί της φυσικής εξέτασης όταν υπάρχει ευνοϊκή ανατομία αγγείων του άνω άκρου, ενώ δε συστήνεται η προεγχειρητική χρήση της ως ρουτίνας όταν τα ευρήματα από τη φυσική εξέταση είναι ευνοϊκά [31]. Ο Smith και συνεργάτες εκτίμησαν τη χρήση της υπερηχοτομογραφίας ως ρουτίνας, έναντι της επιλεκτικής υπερηχοτομογραφίας σε μελέτη 94 ασθενών, όπου βρήκαν 36% ποσοστό αποτυχίας στην ομάδα επιλεκτικής υπερηχοτομογραφίας, έναντι 21% στην ομάδα ρουτίνας ($p=0,14$). Το αποτέλεσμα ήταν στατιστικά μη σημαντικό και δε συστήνουν τη χρήση της υπερηχοτομογραφίας ως ρουτίνας [32]. Ο Parmley και συνεργάτες ανέφεραν καλά αποτελέσματα της επικοινωνίας (98% αυτόλογη αρτηριοφλεβική επικοινωνία απ' όλες τις επεμβάσεις επικοινωνίας, 94% λειτουργική πρωτογενής βατότητα σ' ένα χρόνο) με τη χρήση της υπερηχοτομογραφίας σ' επιλεγμένη ομάδα 47 ασθενών, με αμφιλεγόμενα ευρήματα κατά τη φυσική εξέταση [33]. Ο Silva και συνεργάτες, βρήκαν ότι η προεγχειρητική χρήση ως ρουτίνας της υπερηχοτομογραφίας αύξησε την υπεροχή στη δημιουργία αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας από 14% σε 63% ($p<0,05$). Το ποσοστό πρώιμης αποτυχίας της επικοινωνίας επίσης μειώθηκε από 36% σε 8% κι η πρωτογενής βατότητα στον ένα χρόνο αυξήθηκε από 48% σε 83% [23]. Όμοια, ο Allon και συνεργάτες βρήκαν ότι το ποσοστό δημιουργίας επικοινωνίας αυξήθηκε από 34% σε 64%, έπειτα από υιοθέτηση προεγχειρητικής υπερηχοτομογραφίας ρουτίνας [34]. Στη αναδρομική μελέτη του Ilhan και συνεργατών, φάνηκε ότι η δημιουργία της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας αυξήθηκε σημαντικά από 75% σε 97% ($p=0.001$) με την προεγχειρητική υπερηχοτομογραφική χαρτογράφηση, ενώ το ποσοστό βατότητας στους 6 μήνες αυξήθηκε από 81% σε 93% [15]. Ακόμα, ο Robbin και συνεργάτες τόνισαν ότι κανένας ασθενής δεν υποβλήθηκε σε μη απαραίτητη επέμβαση ύστερα από προεγχειρητική αγγειακή χαρτογράφηση με υπερηχοτομογραφία [16]. Σύμφωνα με την προοπτική μελέτη του Hui και συνεργατών, 65 ασθενείς χαρτογραφήθηκαν με προεγχειρητική και διεγχειρητική υπερηχοτομογραφία, έπειτα από χορήγηση περιοχικής αναισθησίας και αποκλεισμό του βραχιονίου πλέγματος. Η περιοχική αναισθησία αυξάνει τη διάμετρο των επιφανειακών φλεβών, λόγω της επαγόμενης φλεβοδιαστολής, μέσω αποκλεισμού του συμπαθητικού νευρικού συστήματος. Η

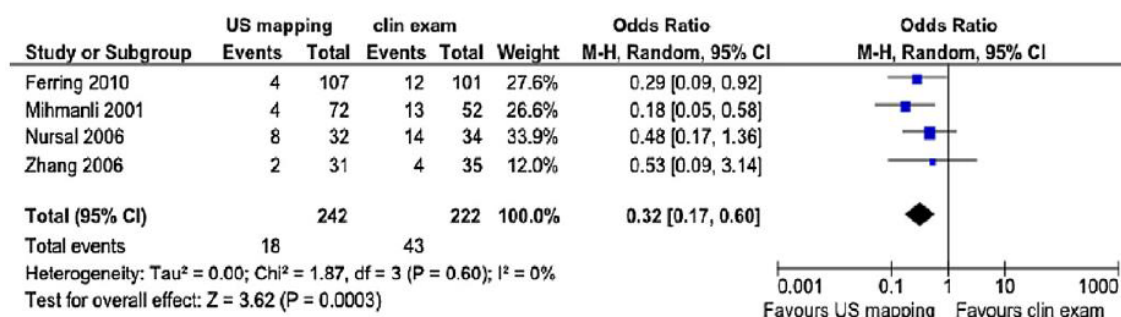
διάμετρος της κεφαλικής φλέβας αυξήθηκε σημαντικά στο μέσο κι άπω αντιβράχιο, συγκριτικά με τις προεγχειρητικές μετρήσεις. Ως αποτέλεσμα, υπήρξε μεγαλύτερη από δύο φορές σημαντική αύξηση στις επεμβάσεις που βασίστηκαν στην κερκιδική αρτηρία, ενώ μειώθηκαν οι βραχιονοκεφαλικές και βραχιονοβασιλικές επεμβάσεις. Συνολικά το ποσοστό λειτουργικής επικοινωνίας ήταν 63% και τα ποσοστά βατότητας ήταν συγκρίσιμα με αυτά που αναφέρονται στη βιβλιογραφία [21]. Όμοια, στη μονοκεντρική αναδρομική μελέτη του McGlynn και συνεργατών, σε πληθυσμό 323 ασθενών, βρέθηκε πως έπειτα από χορήγηση περιοχικής αναισθησίας, έγιναν περισσότερες αλλαγές στο πλάνο της επέμβασης και δημιουργήθηκαν περισσότερες προτιμώμενες επικοινωνίες στο αντιβράχιο ($p=0,03$), με διατήρηση των ποσοστών ωρίμανσης και βατότητας της επικοινωνίας. [22]. Τον υπερηχογραφικά καθοδηγούμενο υποκλείδιο αποκλεισμό του βραχιονίου πλέγματος ύστερα από περιοχική αναισθησία, για βελτίωση της μετεγχειρητικής αιματικής ροής στην αρτηριοφλεβική επικοινωνία, συστήνει και ο Sahin και συνεργάτες [35]. Στην αναδρομική μελέτη του Hossain και συνεργατών, εξετάστηκαν συνολικά 316 ασθενείς και φάνηκε ότι οι επικοινωνίες που κατασκευάστηκαν χωρίς τη χρήση υπερηχοτομογραφίας είχαν 3,56 φορές μεγαλύτερο κίνδυνο αποτυχίας, ενώ η εγκατάλειψη μιας επικοινωνίας ήταν 2,63 φορές μεγαλύτερη όταν δεν χρησιμοποιήθηκε υπερηχοτομογραφία προεγχειρητικά. Ακόμα, ο χρόνος λειτουργικής ωρίμανσης της επικοινωνίας ήταν μικρότερος στην ομάδα της υπερηχοτομογραφίας, όπως κι η δευτερογενής βατότητα ένα χρόνο μετά, ήταν επίσης καλύτερη [36]. Σε μια τυφλή τυχαιοποιημένη μελέτη του Lopes και συνεργατών, σημειώθηκε σημαντικά υψηλότερο ποσοστό πρωτογενούς αποτυχίας της επικοινωνίας στην κλινική ομάδα 13,6%, έναντι 4,4% στην ομάδα της υπερηχοτομογραφίας. Επίσης βρέθηκε στατιστικά σημαντικό υψηλότερο ποσοστό λειτουργικής επικοινωνίας στην ομάδα υπερηχοτομογραφίας συγκριτικά με την κλινική ομάδα, ενώ η καμπύλη Kaplan- Meier έδειξε επίσης σημαντικά υψηλότερη βατότητα στην πρώτη ομάδα. Αναφορικά με τη σχέση κόστους-οφέλους από τη χρήση της προεγχειρητικής υπερηχοτομογραφίας, δεν υπήρχε αύξηση στο τελικό κόστος, συγκριτικά με τη φυσική εξέταση, εξαιτίας του ότι η ομάδα της υπερηχοτομογραφίας είχε σημαντικά υψηλότερα ποσοστά πρωτογενούς βατότητας της επικοινωνίας, καθώς και χρόνου χρήσης λειτουργικής αιμοκάθαρσης [37]. Επίσης, στην αναδρομική μελέτη του Cho και συνεργατών, μελετήθηκαν 299 ασθενείς και βρέθηκε πως η ενδεδειγμένη προεγχειρητική υπερηχοτομογραφία είναι σημαντική για να βρεθούν ανεπαρκή αγγεία για την επικείμενη αρτηριοφλεβική

επικοινωνία και για να καθορισθεί η θέση της επικοινωνίας [38]. Αντίθετα, στην αναδρομική μελέτη του Lee και συνεργατών, που εξέτασαν 708 ασθενείς, βρέθηκε ότι το ποσοστό ωρίμανσης της επικοινωνίας, με και χωρίς φλεβική προεγχειρητική χαρτογράφηση ήταν 72,2% και 82,4% αντίστοιχα. Έτσι, συμπεραίνεται πως η αρτηριοφλεβική επικοινωνία μπορεί να δημιουργηθεί επιτυχώς στους περισσότερους ασθενείς, ενώ η χρήση ρουτίνας της προεγχειρητικής φλεβικής υπερηχοτομογραφικής χαρτογράφησης, δεν είναι απαραίτητη αν οι φλέβες είναι κατάλληλες μόνο με τη φυσική εξέταση, ενώ διάμετρος φλεβών μικρότερη των 2mm, δε σχετίζεται με χαμηλότερα ποσοστά ωρίμανσης της επικοινωνίας [39]. Επίσης, σε μια αναδρομική μελέτη 539 ασθενών, του Kim και συνεργατών, αναφέρεται πως η χρήση της υπερηχοτομογραφίας ως μεθόδου ρουτίνας δεν είναι απαραίτητη όταν η φυσική εξέταση είναι ικανοποιητική. Αναφέρεται ακόμα, ότι το γυναικείο φύλο κι ο σακχαρώδης διαβήτης σχετίζονται σημαντικά με πρωτογενή αποτυχία της επικοινωνίας, η υπερηχοτομογραφία μπορεί να έχει ειδικό όφελος σ' αυτές τις υποομάδες ασθενών με μη ικανοποιητική φυσική εξέταση, αυξάνοντας τη χρήση των επικοινωνιών για αιμοκάθαρση και μειώνοντας τις μη απαραίτητες επεμβάσεις [40]. Αντίθετα, στην αναδρομική μονοκεντρική μελέτη 129 ασθενών, του Persic και συνεργατών, φάνηκε ότι η δημιουργία αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας είναι δυνατή στην πλειοψηφία των ηλικιωμένων ασθενών και σε περισσότερους από τους μισούς σε πολλαπλές θέσεις, χωρίς σημαντική διαφορά όσον αφορά το φύλο ή την ύπαρξη σακχαρώδους διαβήτη. Ένας από τους λόγους είναι ο καθορισμός κατάλληλων φλεβών με την υπερηχοτομογραφία, που δε μπορούν να εντοπισθούν με τη φυσική εξέταση μόνο [41]. Στη μετα-ανάλυση του Glass και συνεργατών συμπεριλήφθηκαν 433 ασθενείς, οι οποίοι υποβλήθηκαν σε υπερηχοτομογραφία ως μέρος της προεγχειρητικής εκτίμησης. Τα ευρήματα έδειξαν ότι η υπερηχοτομογραφία όχι μόνο αποκάλυψε τις καλύτερες διαμέτρους για τις αρτηρίες και τις φλέβες, αλλά επίσης εντόπισε ανατομικές παραλλαγές, τη συμπίεστικότητα και την ταχύτητα ροής, που οδήγησαν σχεδόν σε διπλασιασμό του ποσοστού επιτυχούς δημιουργίας της επικοινωνίας [42]. Σύμφωνα με τη συστηματική ανασκόπηση και μετα-ανάλυση τυχαιοποιημένων μελετών ελέγχου, του Georgiadis και συνεργατών, που συνέκριναν την προεγχειρητική υπερηχοτομογραφία ρουτίνας, με ασθενείς στους οποίους η απόφαση δημιουργία επικοινωνίας βασίστηκε στη φυσική εξέταση και την επιλεκτική χρήση υπερηχοτομογραφίας, υποστηρίζεται ότι η φυσική εξέταση πρέπει πάντα να συμπληρώνεται υπερηχοτομογραφική χαρτογράφηση ρουτίνας, πριν τη δημιουργία

επικοινωνίας. Αυτή η στρατηγική αποφεύγει τις αρνητικές χειρουργικές επεμβάσεις και μειώνει σημαντικά το ποσοστό άμεσης αποτυχίας της επικοινωνίας (**Πίνακας 1,2**) [43]. Μια συστηματική ανασκόπηση του Wong και συνεργατών συμπέρανε ότι η προεγχειρητική υπερηχοτομογραφία οδήγησε σε θετικά αποτελέσματα και καλύτερα μακροχρόνια ποσοστά βατότητας της επικοινωνίας, χωρίς όμως να φτάνει σε στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα [44]. Άλλη μια συστηματική ανασκόπηση τεσσάρων τυχαιοποιημένων μελετών ελέγχου, του Kosa και συνεργατών, που εξέτασε την επίδραση της υπερηχοτομογραφίας στη δημιουργία της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας, έδειξε μια μέτρια, στατιστικά μη σημαντική αύξηση στους ασθενείς που έλαβαν αγγειακή χαρτογράφηση με υπερηχοτομογραφία, συγκριτικά μ' εκείνους που εξετάστηκαν μόνο κλινικά, καμία απόδειξη αύξησης των επικοινωνιών που χρησιμοποιήθηκαν τελικά για αιμοκάθαρση κι όχι μείωση στη χρήση καθετήρων. Επίσης, ο αριθμός των επεμβάσεων που χρειάστηκε για να διατηρηθεί η λειτουργία της επικοινωνίας, αυξήθηκε [45]. Σε μια μελέτη του Patel και συνεργατών, αναφέρθηκε ακόμα και ότι αυξήθηκε το ποσοστό αποτυχίας της επικοινωνίας που ακολούθησε την προεγχειρητική υπερηχοτομογραφία ρουτίνας, το οποίο αποδόθηκε στη χρήση μη κατάλληλων αγγείων, που δε θα είχαν βρεθεί ή χρησιμοποιηθεί με τη φυσική εξέταση μόνο [46].

Study	Comparison (n)	Forearm fistulae (n)	DUS criteria	Outcome measures
Smith et al. ¹⁵	Routine (47) vs. selective US (47)	Routine (20) Selective (27)	Artery and vein ≥ 2 mm	30 day failure rate
Ferring et al. ¹⁴	Routine (112) vs. selective US (106)	Routine (63) Selective (64)	Artery and vein ≥ 2 mm (≥ 3 mm at elbow)	Immediate and primary failure, 1 year assisted patency
Mihmanli et al. ¹¹	Routine US (72) vs. clinical examination only (52)	Routine (72) Clinical examination (52)	Vessel diameters and other parameters ^a	Immediate success rate
Nursal et al. ¹²	Routine US (35) vs. clinical examination only (35)	Routine (35) Clinical examination (34)	Artery and vein >1.6 mm	Immediate success rate and 30 day patency
Zhang et al. ¹³	Routine US (33) vs. clinical examination only (35)	Routine (33) Clinical examination (35)	Vessel diameters and other parameters ^b	Immediate and 6 month patency

Πίνακας 1. Βασικά χαρακτηριστικά μελετών που συμπεριλήφθηκαν (τυχαιοποιημένες μελέτες ελέγχου). (Ανατύπωση από: Georgiadis GS, Charalampidis DG, Argyriou C, Georgakarakos EI, Lazarides MK. The Necessity for Routine Pre-operative Ultrasound Mapping Before Arteriovenous Fistula Creation: A Meta-analysis. European journal of vascular and endovascular surgery : the official journal of the European Society for Vascular Surgery. 2015;49(5):600-5.)



Πίνακας 2. Το γράφημα Forest plot απεικονίζει την αθροιστική εκτίμηση για το ποσοστό άμεσης αποτυχίας της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας σε ασθενείς με προεγχειρητική υπερηχοτομογραφική χαρτογράφηση ρουτίνας (US), έναντι ασθενών που εκτιμήθηκαν με φυσική εξέταση ή επιλεκτική υπερηχοτομογραφία. (Ανατύπωση από: Georgiadis GS, Charalampidis DG, Argyriou C, Georgakarakos EI, Lazarides MK. The Necessity for Routine Pre-operative Ultrasound Mapping Before Arteriovenous Fistula Creation: A Meta-analysis. European journal of vascular and endovascular surgery : the official journal of the European Society for Vascular Surgery. 2015;49(5):600-5.)

Σχεδόν όλες οι πρόσφατες μελέτες υποστηρίζουν την υπερηχοτομογραφία, έναντι της αγγειογραφίας, ως το καλύτερο εργαλείο στην χαρτογράφηση των περιφερικών αγγείων, κυρίως εξαιτίας της ικανότητάς της στην εκτίμηση τόσο των ανατομικών, όσο και των αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών των αγγείων. Ο ρόλος της φλεβογραφίας έγκειται κυρίως στην απεικόνιση των κεντρικών φλεβών. Για παράδειγμα, στη μελέτη του Lampropoulos και συνεργατών, εξετάσθηκαν 137 ασθενείς και συγκρίθηκε η αξία της προεγχειρητικής υπερηχοτομογραφικής αγγειακής χαρτογράφησης συνδυαστικά με τη φλεβογραφία, σε σύγκριση με τη φυσική εξέταση μόνο. Η υπερηχοτομογραφία άλλαξε το εγχειρητικό πλάνο σε ποσοστό 22,6% των ασθενών (36,7% σε διαβητικούς, έναντι 14,8% σε μη διαβητικούς, $p < 0,001$), ενώ η φλεβογραφία ανέδειξε 18 ασθενείς με κεντρική φλεβική στένωση κι οδήγησε σε αλλαγή της θέσης σε 12 από αυτούς. Η βατότητα της επικοινωνίας στον ένα μήνα ήταν 92,2% [47]. Παρολαυτά, δύο μελέτες που υποστηρίζουν τη φλεβογραφία, του Kulawik και συνεργατών και Huber και συνεργατών, έχουν περιγραφεί [48,49]. Τέλος, μια μελέτη των Salman και συνεργατών, συνέκρινε την αγγειογραφία-αρτηριογραφία, τη μέθοδο εκλογής για την ανίχνευση στένωσης εισροής στην επικοινωνία, με την

υπερηχοτομογραφία. Τα ποσοστά ευαισθησίας, ειδικότητας, θετικής κι αρνητικής προγνωστικής αξίας της υπερηχοτομογραφίας στην ανάδειξη στένωσης ήταν $\geq 90\%$, υποδηλώνοντας τον υψηλό βαθμό ακρίβειας, που συγκρίνεται με αυτόν της αγγειογραφίας [50].

5. Συζήτηση/ Discussion

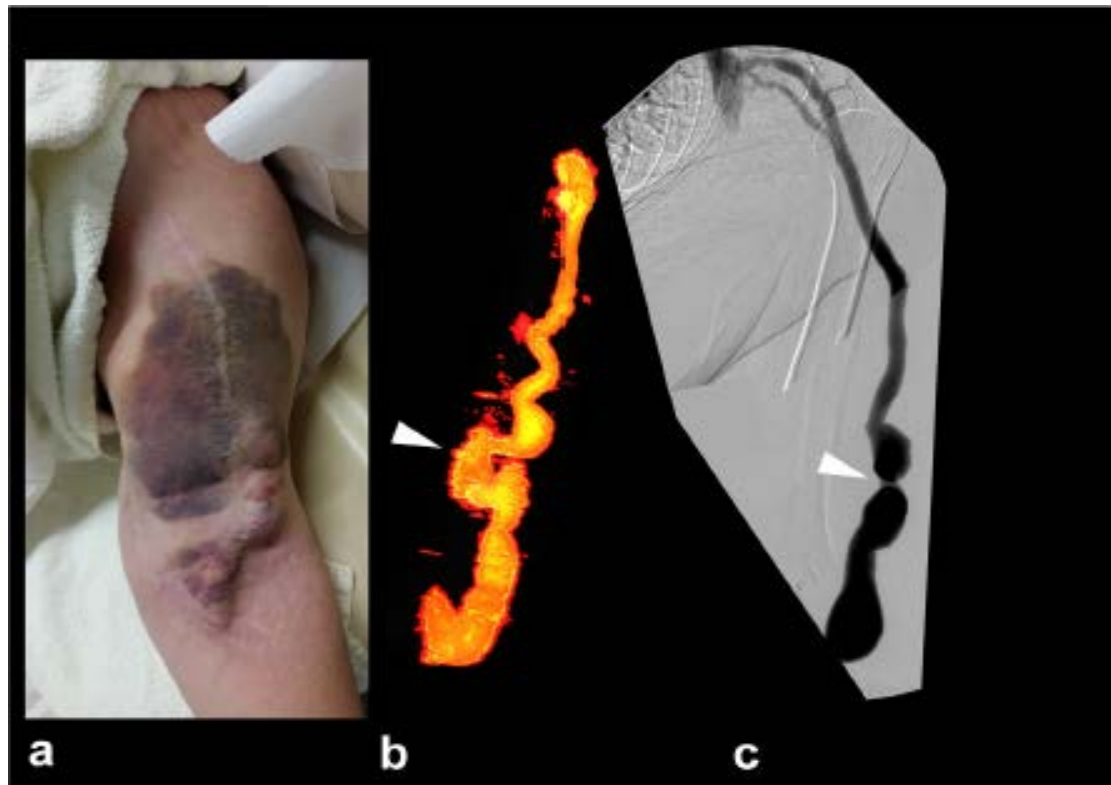
Η αρτηριοφλεβική επικοινωνία είναι ένα δίκτυο που ξεκινά και καταλήγει στην καρδιά. Τα τρία συστατικά του δικτύου είναι η καρδιά, οι αρτηρίες κι οι φλέβες κι είναι εξίσου σημαντικά [51]. Οι αρτηρίες κι φλέβες μπορούν να εκτιμηθούν με τη φυσική εξέταση, την υπερηχοτομογραφία, την αγγειογραφία, τη μαγνητική αγγειογραφία, ενώ κάθε μία απ' αυτές τις μεθόδους έχει τα πλεονεκτήματα, αλλά και τους περιορισμούς της. Οι παλαιότερες κατευθυντήριες οδηγίες του KDOQI-2006 συνιστούσαν τη χρήση της υπερηχοτομογραφίας ως μεθόδου ρουτίνας κατά την προεγχειρητική αγγειακή χαρτογράφηση [11]. Παρολαυτά, ο ρόλος της υπερηχοτομογραφίας στη δημιουργία της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας φαίνεται να είναι λιγότερο ξεκάθαρος, ειδικά σε ασθενείς με κατάλληλες φλέβες κατά τη φυσική εξέταση μόνο και παραμένει αμφιλεγόμενο από ορισμένους συγγραφείς αν θα πρέπει να χρησιμοποιείται ως μέθοδος ρουτίνας ή να χρησιμοποιείται επιλεκτικά [2,27]. Επίσης, με το συνεχώς αυξανόμενο αριθμό ηλικιωμένων ασθενών κι ασθενών με συννοσηρότητες, όπως αγγειακές νόσους και σακχαρώδη διαβήτη στον αιμοκαθαίρομενο πληθυσμό, η δημιουργία κι η διατήρηση μιας βαθιάς και καλά λειτουργικής αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας, έχει αποτελέσει πραγματική πρόκληση για τους νεφρολόγους και τους αγγειοχειρουργούς [52]. Οι πιο πρόσφατες κατευθυντήριες οδηγίες του KDOQI-2019 Update, συστήνουν την επιλεκτική προεγχειρητική υπερηχοτομογραφία σε ασθενείς υψηλού κινδύνου για αποτυχία της επικοινωνίας (ηλικιωμένοι, γυναικείο φύλο, ασθενείς με συννοσηρότητες όπως περιφερική αποφρακτική αρτηριοπάθεια και στεφανιαία νόσο, με περιφερική αγγειακή βλάβη από φλεβοκέντηση ή αγγειίτιδα, με κεντρική φλεβική στένωση, παχυσαρκία, κα) παρά τη χρήση της ως ρουτίνας σε όλους τους ασθενείς (Conditional Recommendation, Low Quality of Evidence) [14]. Επίσης, θεωρείται λογικό να χρησιμοποιηθούν διάφορες απεικονιστικές τεχνικές, εφόσον χρειάζεται, για να εκτιμηθεί η καταλληλότητα των αγγείων για δημιουργία αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας, όπως υπερηχοτομογραφία για τα περιφερικά αγγεία

(συμπεριλαμβανομένης της διεγχειρητικής υπερηχοτομογραφίας) και φλεβογραφία για υποπτευόμενη κεντρική φλεβική απόφραξη, ενώ να ληφθούν υπόψιν οι κλινικές συνθήκες του ασθενούς κι η υπολειπόμενη νεφρική λειτουργία [14].

Η υπερηχοτομογραφική μέθοδος παρέχει μια μη επεμβατική κι αντικειμενική μορφολογική και συνάμα λειτουργική εκτίμηση του περιφερικού αρτηριακού και φλεβικού αγγειακού συστήματος. Αποτελεί ασφαλή τεχνική, άμεσα διαθέσιμη, παρά την κλίνη του ασθενούς και με χαμηλό κόστος. Δίνει τη δυνατότητα μέτρησης της απόστασης των αγγείων από το δέρμα, της διαμέτρου του αυλού, του πάχους του έσω χιτώνα, καθώς και της εκτίμησης της διατασιμότητας, πιθανών επασβεστώσεων, καθώς και της φασματικής ανάλυσης των αγγείων. Απαιτεί όμως ορισμένο χρόνο για τη διενέργειά της, καθώς και την ικανότητα και την εμπειρία του χειριστή. Ο κύριος περιορισμός της είναι η δυσκολία να εκτιμηθεί η βατότητα των κεντρικών φλεβών, ενώ δε μπορεί να επιβεβαιώσει οριστικά κεντρική φλεβική στένωση [20]. Αναφέρεται στη βιβλιογραφία προοδευτική μείωση στην ευαισθησία της υπερηχοτομογραφικής μεθόδου για την ανίχνευση ανωμαλιών στην υποκλείδιο φλέβα (79%), την ανώνυμη φλέβα (75%) και την άνω κοίλη φλέβα (33%), συγκριτικά με την ψηφιακή αγγειογραφία. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι οι φλέβες πορεύονται κάτω από τις οστικές δομές για ένα επαρκές μήκος κι επίσης οι κεντρικές θωρακικές φλέβες είναι σχετικά μη προσβάσιμες με την υπερηχοτομογραφική εξέταση, λόγω της απόστασής τους από τον ηχοβολέα [53]. Η υπερηχοτομογραφία μπορεί να χρησιμοποιηθεί προεγχειρητικά, ενώ ο ασθενής δεν εκτίθεται σε ακτινοβολία ή πιθανή νεφροτοξικότητα από σκιαγραφικά μέσα [10]. Επίσης, βοηθάει στον καθορισμό των φλεβών που δεν είναι εμφανείς στη φυσική εξέταση, ειδικά σε παχύσαρκους ασθενείς, οδηγεί σε καλύτερα ποσοστά περιφερικής αγγειακής πρόσβασης και ως εκ τούτου συστήνεται η χρήση της προεγχειρητικά, επιπρόσθετα της φυσικής εξέτασης [30]. Επίσης, είναι πολύ σημαντική στον καθορισμό της κατάλληλης θέσης που θα δημιουργηθεί η αρτηριοφλεβική επικοινωνία, καθώς βοηθά στην εύρεση κατάλληλων περιφερικών φλεβών που δε θα ανευρίσκονταν με τη φυσική εξέταση, ενώ σε περίπτωση που τα περιφερικά αγγεία δεν πληρούν τα απαραίτητα κριτήρια, η επικοινωνία μπορεί να κατασκευασθεί κεντρικότερα [7,54]. Πέρα από την προεγχειρητική της χρήση, η χρήση της υπερηχοτομογραφίας αμέσως προ του χειρουργείου, πάνω στη χειρουργική κλίνη, το λεγόμενο Point Of Care Ultrasound (POCUS), δίνει πολύ χρήσιμες πληροφορίες, όπως τη δυνατότητα να ελεγχθεί η

απόσταση της αρτηρίας από τη φλέβα, τη μέτρηση της διαμέτρου του αυλού της μεσοκεφαλικής και μεσοβασιλικής φλέβας, οι οποίες ενδέχεται να είναι πολύ μικρές σε διάμετρο και να χρειασθεί να γίνει μια τοπική μετάθεση είτε της κυρίως κεφαλικής είτε της κυρίως βασιλικής φλέβας είτε να πραγματοποιηθεί αναστόμωση της βασιλικής φλέβας με την άνωθεν του αγκώνα βραχιόνιο αρτηρία. Επίσης πολύ χρήσιμη είναι η προεγχειρητική αγγειακή χαρτογράφηση με υπερηχοτομογραφία, προ της κατασκευής της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας, όσον αφορά το γεγονός πως η κεφαλική φλέβα πορεύεται σε μεγάλο βάθος, ώστε στην περίπτωση αυτή να προγραμματισθεί με μεγάλη βεβαιότητα επιφανειοποίηση της κεφαλικής φλέβας πριν καθορισθεί πως είναι κατάλληλη για αιμοκάθαρση. Ακόμα, στη μελέτη του Hui και συνεργατών, η διεγχειρητική χρήση της υπερηχοτομογραφίας έπειτα από περιοχική αναισθησία με αποκλεισμό του βραχιονίου πλέγματος, συστήνεται ως μέθοδος ρουτίνας για τον καθορισμό της βέλτιστης θέσης επικοινωνίας, καθώς προσφέρει επιπρόσθετες επιλογές στη θέση της επικοινωνίας, που δε διαπιστώθηκαν με τη φυσική εξέταση και την προεγχειρητική υπερηχοτομογραφία, οδηγώντας σε μεγαλύτερη διάρκεια ζωής της επικοινωνίας [21]. Γενικά, οι περισσότερες μελέτες που παρατίθενται παραπάνω στα αποτελέσματα, συστήνουν την υπερηχοτομογραφία ως προεγχειρητική εξέταση αγγειακής χαρτογράφησης, καθώς συνεισφέρει στη μείωση της πρωτογενούς αποτυχίας της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας, οδηγώντας σε σημαντικά υψηλότερη πρωτογενή βατότητα και χωρίς αύξηση στο τελικό κόστος. Περιορισμό της υπερηχοτομογραφίας αποτελεί το γεγονός ότι αποτελεί μέθοδο εξαρτώμενη απ' το χειριστή και μπορεί να είναι ανεπαρκής όσον αφορά την επαναληψιμότητά και την αναπαραγωγιμότητά της μεταξύ του ίδιου και διαφορετικών χειριστών αντίστοιχα. Όμως, τα αποτελέσματα της μελέτης του Zonnebeld και συνεργατών έδειξαν ότι σε έμπειρα χέρια, μπορεί να επιτευχθεί εξαιρετική συμφωνία των ευρημάτων μεταξύ του ίδιου και διαφορετικών χειριστών, επομένως η υπερηχοτομογραφία αποτελεί μια αξιόπιστη απεικονιστική τεχνική για τον προεγχειρητικό σχεδιασμό της επικοινωνίας [55]. Πέρα από την προεγχειρητική της χρήση, η υπερηχοτομογραφική μέθοδος χρησιμοποιείται και για την παρακολούθηση της ωρίμανσης και της μακροχρόνιας βατότητας της επικοινωνίας. Αξίζει να σημειωθεί ότι πέρα από τη συμβατική δύο διαστάσεων υπερηχοτομογραφία (2-D US), νέες τεχνικές έρχονται στο προσκήνιο, όπως η τριών διαστάσεων τομογραφική υπερηχοτομογραφία (3-D tUS), η οποία προσφέρει μια εύκολη και γρήγορα εφαρμόσιμη μέθοδο για την απεικόνιση μορφολογικών και παθολογικών αλλαγών της επικοινωνίας, όπως ανευρυσμάτων και

στενώσεων, παρουσιάζοντας εξαιρετική συσχέτιση αποτελεσμάτων τόσο με τη συμβατική δύο διαστάσεων υπερηχοτομογραφία, όσο και με την αγγειογραφία (**Εικόνα 10**) [56]. Τέλος, αποτελεί πολύ χρήσιμη μέθοδο στις αναθεωρήσεις των αρτηριοφλεβικών επικοινωνιών, καθώς πέρα από την κατασκευή είναι πολύ σημαντική και η διατήρησή τους.



Εικόνα 10. Σύγκριση μεταξύ φωτογραφίας (a), 3-D tUS (b) και αγγειογραφίας (c), μιας ανευρυσματικής αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας, με μετά από αιμοκάθαρση αιμάτωμα από μη σωστή τοποθέτηση βελόνων καθετηριασμού. (Ανατύπωση από: Putz FJ, Pfister K, Bergler T, Banas MC, Jung EM, Banas B, et al. Sonographic 3-D Power Doppler Imaging Enhances Rapid Assessment of Morphologic and Pathologic Arteriovenous Fistula Variations. *Ultrasound in medicine & biology*. 2021;47(6):1484-94.)

Η φυσική εξέταση αποτελεί μια γρήγορη, χωρίς κόστος και παρά την κλίνη του ασθενούς πρώτη εκτίμηση του αγγειακού δικτύου του άνω άκρου, όπου πρόκειται να κατασκευαστεί η αρτηριοφλεβική επικοινωνία [10]. Εκτιμά τη βατότητα του παλαμιαίου τόξου, τη διατασιμότητα των επιπολής φλεβών κι ανευρίσκει τους παράγοντες κινδύνου για υποκλινική κεντρική φλεβική στένωση. Σημαντικό είναι το ιστορικό όσον αφορά την προηγούμενη χρήση κεντρικών φλεβικών καθετήρων, την παρουσία συσκευών καρδιακού ρυθμού και πιθανή προηγούμενη μαστεκτομή που

μπορεί να εμποδίζει την κεντρική φλεβική επιστροφή του αίματος. Μολαταύτα, η φυσική εξέταση έχει διάφορους περιορισμούς, όπως το σωματότυπο του ασθενούς, που μπορεί να εμποδίζει την επαρκή εξέταση, καθώς σε παχύσαρκους ασθενείς οι φλέβες μπορεί να μην είναι ορατές. Ακόμα, προηγούμενες επεμβάσεις επικοινωνίας κι η αρτηριακή διατασιμότητα ή αρτηριακές αποτιτανώσεις, παράγοντες που συμβάλλουν καθολικά στη λειτουργική επιτυχία της επικοινωνίας, συχνά εκτιμώνται ανεπαρκώς μόνο με αυτή. Επίσης, κεντρική φλεβική στένωση, λόγω προηγούμενης χρήσης καθετήρων, μπορεί να χαθεί. Έτσι, συχνά χρησιμοποιείται μαζί με άλλες μεθόδους, όπως η υπερηχοτομογραφία. Οι πιο πολλές μελέτες που αναφέρθηκαν προηγουμένως στα αποτελέσματα, τυχαιοποιημένες και μη, αναφέρουν πως η φυσική εξέταση είναι απαραίτητη ως μια αρχική τεχνική αγγειακής εκτίμησης, αλλά χρειάζεται να συνεπικουρείται από την υπερηχοτομογραφία, ώστε να μειωθούν τα ποσοστά αποτυχίας και να αυξηθούν τα ποσοστά βατότητας και λειτουργικής ωρίμανσης της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας. Υπάρχουν, ωστόσο, ορισμένες μελέτες που υποστηρίζουν πως η υπερηχοτομογραφία δεν υπερτερεί της φυσικής εξέτασης, ειδικά όταν ανευρίσκονται κατάλληλες φλέβες μόνο με τη φυσική εξέταση κι έτσι η δημιουργία της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας μπορεί να βασιστεί στην προεγχειρητική φυσική εξέταση, ενώ η υπερηχοτομογραφία να χρησιμοποιείται επιλεκτικά σε ορισμένες πληθυσμιακές ομάδες, όπως σε γυναίκες και σακχαροδιαβητικούς. Είναι γεγονός πως ο συνεχώς αυξανόμενος ηλικιακά πληθυσμός των νεφροπαθών ασθενών με συννοσηρότητες, όπως η αρτηριακή υπέρταση, ο σακχαρώδης διαβήτης, η καρδιακή ανεπάρκεια κι η περιφερική αποφρακτική αρτηριοπάθεια, αλλά κι άλλοι παράγοντες όπως το γυναικείο φύλο, έχουν συσχετισθεί με πτωχά αποτελέσματα όσον αφορά την ωρίμανση της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε διαφορές στη διάμετρο των αγγείων μεταξύ των δύο φύλων, καθώς και πιθανές διαφορές στην αγγειακή αντιδραστικότητα και συσσώρευση των αιμοπεταλίων, έπειτα από αγγειακό τραυματισμό ή μειωμένη ικανότητα των φλεβών να διασταλούν όταν εκτίθενται σε αρτηριακές πιέσεις. Η αρτηριακή υπέρταση σε συνδυασμό με την αρτηριοσκλήρυνση επίσης βλάπτουν το τοίχωμα των αρτηριών, μειώνοντας τη διατασιμότητά του και την αγγειακή ευενδοτότητα. Απ' την άλλη πλευρά, η υπόταση που συμβαίνει σε καταστάσεις όπως η καρδιακή ανεπάρκεια, μειώνει την αιματική ροή στην αρτηριοφλεβική επικοινωνία κι αυξάνει το χρόνο επαφής μεταξύ των αιμοπεταλίων, των παραγόντων πήξης και των ενδοθηλιακών κυττάρων, αυξάνοντας την πιθανότητα θρόμβωσης. Στους διαβητικούς

ασθενείς, η μικρότερη διάμετρος των αγγείων αλλά κι η μεγαλύτερη επίπτωση αγγειακών ασβεστώσεων κι αλλαγών στο αγγειακό τοίχωμα, οδηγεί σε επιταχυνόμενη σκλήρυνση κι απώλεια της αρτηριακής ελαστικότητας, με αποτέλεσμα αυξημένη πιθανότητα για χειρότερη έκβαση της επικοινωνίας. Ο σωματότυπος του ασθενούς και συγκεκριμένα η παχυσαρκία επίσης εμποδίζει τη δημιουργία αλλά και την ωρίμανση της επικοινωνίας.

Η εκτίμηση των απαγουσών ή κεντρικών φλεβών, που μπορούν να εμφανίζουν στένωση ή απόφραξη, πρέπει να γίνεται με αγγειογραφία, αξονική τομογραφία ή μαγνητική τομογραφία, οι οποίες παρέχουν ανώτερη απεικόνιση της ενδοθωρακικής αγγείωσης συγκριτικά με την υπερηχοτομογραφία. Το πλεονέκτημα της αγγειογραφίας είναι ότι οι κεντρικές φλέβες μπορούν να απεικονισθούν άμεσα κι είναι χρήσιμο ειδικά σε ασθενείς με προηγούμενη χρήση κεντρικού φλεβικού καθετήρα, ή συσκευών καρδιακού ρυθμού. Η αγγειογραφία όμως, δεν παρέχει πληροφορίες για τα λειτουργικά χαρακτηριστικά του αγγείου, σε αντίθεση με την υπερηχοτομογραφία. Ακόμα, δε μπορεί να εκτιμηθεί το βάθος των αγγείων από την επιφάνεια του δέρματος, σε μια δυσδιάστατη εικόνα. Επίσης, αποτελεί μια υψηλού κόστους τεχνική, που ενέχει κινδύνους λόγω της επεμβατικής της φύσης, αλλά και της χρήσης ενδοφλέβιου σκιαγραφικού μέσου. Παρόλο που υπάρχει κίνδυνος νεφροτοξικότητας σχετιζόμενης με το σκιαγραφικό μέσο, φαίνεται να είναι χαμηλότερος από αυτόν που αρχικά θεωρούνταν, εάν χρησιμοποιούνται χαμηλές δόσεις σκιαγραφικού [10,24]. Επίσης, επεμβάσεις καθετηριασμού της κερκιδικής αρτηρίας- αρτηριογραφίες, μπορεί να οδηγήσουν σε τραυματισμό, ενδοθηλιακή βλάβη και πιθανή απόφραξη της κερκιδικής αρτηρίας, καταστρέφοντας τη θέση που θα κατασκευαζόταν η αρτηριοφλεβική επικοινωνία [51].

Η φλεβογραφία με διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), εμφανίζεται ως ασφαλής εναλλακτική της κλασικής φλεβογραφίας με ιωδιούχο σκιαγραφικό. Το διοξείδιο του άνθρακα είναι γενικά πολύ καλά ανεκτό, αλλά σχετίζεται με κάποια σπάνια σοβαρά συμβλήματα, όπως δεξιά καρδιακή ανεπάρκεια, καρδιαγγειακή κατάρρευση κι υπόταση. Η χρήση του διοξειδίου του άνθρακα έχει ορισμένους περιορισμούς, περιλαμβανομένων του τοπικού πόνου και της υπερεκτίμησης του βαθμού στένωσης των αγγείων [19,24].

Μια επιπρόσθετη τεχνική εκτίμησης των κεντρικών φλεβών αποτελεί η μαγνητική αγγειογραφία, κατά προτίμηση χωρίς τη χρήση σκιαγραφικού μέσου, δεδομένου του κινδύνου νεφρογενούς συστηματικής ίνωσης επαγόμενης από το γαδολίνιο, σε ασθενείς με νεφρική δυσλειτουργία.

Δεύτερη εναλλακτική αποτελεί η μαγνητική φλεβογραφία (MRV). Καθώς η χρήση γαδολινίου ως σκιαγραφικού μέσου είναι προβληματική σε ασθενείς με χρόνια νεφρική νόσο σταδίου 4/5, λόγω του κινδύνου νεφρογενούς συστηματικής ίνωσης επαγόμενης από το γαδολίνιο, η μαγνητική φλεβογραφία με ακολουθίες “time of flight” (ToF), έχει επίσης επιτυχώς μελετηθεί ως εναλλακτική για τη χαρτογράφηση των φλεβών του περιφερικού άνω άκρου, του αντιβραχίου και του αγκώνα, με απεικόνιση των φλεβών διαμέτρου $>2\text{mm}$. Σε κάποιες μελέτες έχει αναφερθεί σημαντική διαφορά στις φλεβικές διαμέτρους με τη χρήση υπερηχοτομογραφίας και μαγνητικής φλεβογραφίας με ακολουθία ToF, με την τελευταία να υποεκτιμά τη διάμετρο της κεφαλικής φλέβας συγκριτικά με την υπερηχοτομογραφία και συστήνεται ιδιαίτερη προσοχή όταν αντικαθίσταται η μία μέθοδος από την άλλη [57,58]. Παρόλο που η μαγνητική αγγειογραφία μπορεί να έχει μικρότερη μεταβλητότητα μεταξύ των εξεταστών και μπορεί να προβλέπει καλύτερα τις στενώσεις στα κεντρικά αγγεία, τα παραπάνω στοιχεία, το αυξημένο κόστος της τεχνικής, αλλά και η μη άμεση διαθεσιμότητά της, περιορίζουν τη χρήση της σε μια προσεκτικά επιλεγμένη υποομάδα ασθενών. Ακόμα, η τοποθέτηση των ασθενών εντός της μονάδας μαγνητικής τομογραφίας, δεν είναι συνήθως άνετη και μπορεί να προκαλέσει την κίνηση του ασθενούς κι επομένως τεχνικά σφάλματα.

Μια προσέγγιση με κέντρο τον ασθενή χρειάζεται να ληφθεί υπόψιν προκειμένου να βελτιωθεί η συχνότητα λειτουργικών επικοινωνιών [59]. Η προεγχειρητική εκτίμηση των αγγείων για τον ιδανικό υποψήφιο και τη θέση της επικοινωνίας, διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη συνολική λειτουργικότητα της επικοινωνίας. Οι πολλαπλές συννοσηρότητες, όπως ο σακχαρώδης διαβήτης κι η καρδιακή ανεπάρκεια με χρήση συσκευών καρδιακού ρυθμού κι η χρήση κεντρικών φλεβικών καθετήρων, συχνά επηρεάζουν αρνητικά την ωρίμανση της επικοινωνίας.

Η καλύτερη αγγειακή επιλογή πρέπει να βασίζεται στη πιθανότητα δημιουργίας μιας επιτυχούς κι ώριμης επικοινωνίας στο μικρότερο δυνατό χρονικό διάστημα. Η καλύτερη δυνατή προσέγγιση χρειάζεται να έχει ως κέντρο τον ασθενή, παρά τον

πληθυσμό και με βάσει τα διαφορετικά χαρακτηριστικά του κάθε ασθενή, να παρθεί η τελική απόφαση για τη δημιουργία και τη θέση της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας. Για παράδειγμα, σε ασθενείς που χρειάζονται βοήθεια με τις καθημερινές δραστηριότητές τους ή ζουν σε νοσοκομειακό περιβάλλον κι έχουν μειωμένη λειτουργική ικανότητα και πιθανά βραχύτερο προσδόκιμο επιβίωσης, ίσως χρειάζεται να εκτιμηθεί μια εναλλακτική αγγειακής προσπέλασης. Τέλος, χρειάζεται να σταθμιστεί το κόστος-όφελος της επέμβασης και να αξιολογηθούν τόσο η εκπαίδευση όσο κι η προτίμηση του ασθενή, ώστε να διασφαλισθεί η συγκατάθεση αλλά κι η ικανοποίησή του [51].

Συμπεράσματα

Ένα καλό κλινικό ιστορικό και φυσική εξέταση μπορούν να έχουν μεγάλη αξία στην αρχική εκτίμηση των αγγείων. Γενικά, μολονότι η φυσική εξέταση έχει περιορισμένο ρόλο, πρέπει ν' αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της προεγχειρητικής εκτίμησης. Η υπερηχοτομογραφία αποτελεί μια μη επεμβατική τεχνική που παρέχει αντικειμενική ανατομική κι αιμοδυναμική εκτίμηση των αρτηριών και των φλεβών, βοηθάει στην εύρεση των κατάλληλων αγγείων, είτε περιφερικά, είτε κεντρικότερα και συμβάλλει ουσιαστικά στον καθορισμό της κατάλληλης θέσης που θα δημιουργηθεί η αρτηριοφλεβική επικοινωνία για αιμοκάθαρση. Η φλεβογραφία χρησιμοποιείται συνήθως όταν υπάρχει υποψία στένωσης των κεντρικών φλεβών. Νεότερες τεχνικές, όπως η μαγνητική φλεβογραφία δεν χρησιμοποιούνται τόσο ευρέως, λόγω του κόστους και της περιορισμένης διαθεσιμότητας. Στις κλινικές συνθήκες όπου ο αιμοκαθαιρόμενος πληθυσμός γίνεται ολοένα και πιο ηλικιωμένος, διαβητικός και με περισσότερες αγγειακές νόσους, παθολογικές καταστάσεις αρκετά σοβαρές για να αλλάξουν τον τύπο της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας που προτείνεται μόνο με τη φυσική εξέταση, οι περισσότεροι συγγραφείς συστήνουν την υπερηχοτομογραφία, επιπρόσθετα της φυσικής εξέτασης, ως μέθοδο ρουτίνας για την αγγειακή χαρτογράφηση, ενώ η φλεβογραφία χρησιμοποιείται επιλεκτικά σε ασθενείς με ιστορικό χειρουργείου ή χειρισμών σε κεντρικές φλέβες. Οι πιο πρόσφατες κατευθυντήριες οδηγίες συστήνουν, παρ'όλαυτά, την επιλεκτική χρήση της υπερηχοτομογραφίας στις προαναφερθείσες ομάδες ασθενών υψηλού κινδύνου για αποτυχία της επικοινωνίας κι όχι ως ρουτίνα σε όλους τους ασθενείς. Σε κάθε περίπτωση, η τεχνική που θα χρησιμοποιηθεί χρειάζεται να εξατομικεύεται στον ασθενή, λαμβάνοντας πάντα υπόψιν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά της μεθόδου, τη σχέση κόστους- οφέλους, αλλά και τις ανάγκες και προτιμήσεις του ίδιου

του ασθενή. Η μελλοντική έρευνα θα πρέπει να εστιάσει σε περισσότερες προοπτικές τυχαιοποιημένες μελέτες για την εκτίμηση της ικανότητας αυτών των προεγχειρητικών τεχνικών αγγειακής χαρτογράφησης να οδηγούν στη δημιουργία περισσότερων βατών και λειτουργικά ώριμων αρτηριοφλεβικών επικοινωνιών.

Βιβλιογραφία

- [1] Finlay DE, Longley DG, Foshager MC, Letourneau JG. Duplex and color Doppler sonography of hemodialysis arteriovenous fistulas and grafts. Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc. 1993;13(5):983-9.
- [2] Allon M, Robbin ML. Increasing arteriovenous fistulas in hemodialysis patients: problems and solutions. Kidney international. 2002;62(4):1109-24.
- [3] Dhingra RK, Young EW, Hulbert-Shearon TE, Leavey SF, Port FK. Type of vascular access and mortality in U.S. hemodialysis patients. Kidney international. 2001;60(4):1443-51.
- [4] Murphy GJ, White SA, Nicholson ML. Vascular access for haemodialysis. The British journal of surgery. 2000;87(10):1300-15.
- [5] Eggers P. Trends in Medicare expenditure for vascular access. Presented at the Cincinnati Hemodialysis Vascular Access Symposium. Cincinnati, OH, March 19, 2004
- [6] Golledge J, Smith CJ, Emery J, Farrington K, Thompson HH. Outcome of primary radiocephalic fistula for haemodialysis. The British journal of surgery. 1999;86(2):211-6.
- [7] Tordoir JH, Rooyens P, Dammers R, van der Sande FM, de Haan M, Yo TI. Prospective evaluation of failure modes in autogenous radiocephalic wrist access for haemodialysis. Nephrology, dialysis, transplantation : official publication of the European Dialysis and Transplant Association - European Renal Association. 2003;18(2):378-83.
- [8] Brescia MJ, Cimino JE, Appel K, Hurwich BJ. Chronic hemodialysis using

venipuncture and a surgically created arteriovenous fistula. The New England journal of medicine. 1966;275(20):1089-92.

[9] Corpataux JM, Haesler E, Silacci P, Ris HB, Hayoz D. Low-pressure environment and remodelling of the forearm vein in Brescia-Cimino haemodialysis access. Nephrology, dialysis, transplantation : official publication of the European Dialysis and Transplant Association - European Renal Association. 2002;17(6):1057-62.

[10] Niyyar VD, Wasse H. Vessel Mapping for Dialysis Access Planning. Seminars in dialysis. 2017;30(4):305-8.

[11] Clinical practice guidelines for vascular access. American journal of kidney diseases : the official journal of the National Kidney Foundation. 2006;48 Suppl 1:S176-247.

[12] Tordoir J, Canaud B, Haage P, Konner K, Basci A, Fouque D, et al. EBPG on Vascular Access. Nephrology, dialysis, transplantation : official publication of the European Dialysis and Transplant Association - European Renal Association. 2007;22 Suppl 2:ii88-117.

[13] Sidawy AN, Spergel LM, Besarab A, Allon M, Jennings WC, Padberg FT, Jr., et al. The Society for Vascular Surgery: clinical practice guidelines for the surgical placement and maintenance of arteriovenous hemodialysis access. Journal of vascular surgery. 2008;48(5 Suppl):2s-25s.

[14] Lok CE, Huber TS, Lee T, Shenoy S, Yevzlin AS, Abreo K, et al. KDOQI Clinical Practice Guideline for Vascular Access: 2019 Update. American journal of kidney diseases : the official journal of the National Kidney Foundation. 2020;75(4 Suppl 2):S1-s164.

[15] Ilhan G, Esi E, Bozok S, Yürekli I, Özpak B, Özelçi A, et al. The clinical utility of vascular mapping with Doppler ultrasound prior to arteriovenous fistula construction for hemodialysis access. The journal of vascular access. 2013;14(1):83-8.

[16] Robbin ML, Gallichio MH, Deierhoi MH, Young CJ, Weber TM, Allon M. US

vascular mapping before hemodialysis access placement. Radiology. 2000;217(1):83-8.

[17] Malovrh M. The role of sonography in the planning of arteriovenous fistulas for hemodialysis. Seminars in dialysis. 2003;16(4):299-303.

[18] Γιαννούκας Αθ, Labropoulos N. Υπερηχογραφική διερεύνηση των αγγειακών παθήσεων, Αθήνα, Ιατρικές Εκδόσεις Παρισιάνου, 2013; 273-276.

[19] Planken RN, Tordoir JH, Duijm LE, de Haan MW, Leiner T. Current techniques for assessment of upper extremity vasculature prior to hemodialysis vascular access creation. European radiology. 2007;17(11):3001-11.

[20] Brown PW. Preoperative radiological assessment for vascular access. European journal of vascular and endovascular surgery : the official journal of the European Society for Vascular Surgery. 2006;31(1):64-9.

[21] Hui SH, Folsom R, Killewich LA, Michalek JE, Davies MG, Pounds LL. A comparison of preoperative and intraoperative vein mapping sizes for arteriovenous fistula creation. Journal of vascular surgery. 2018;67(6):1813-20.

[22] McGlynn PK, Arnaoutakis KD, Deroo EP, Ozaki CK, Forman JP, Hentschel DM. Postanesthesia ultrasound facilitates creation of more preferred accesses without affecting access survival. Journal of vascular surgery. 2019;69(3):898-905.

[23] Silva MB, Jr., Hobson RW, 2nd, Pappas PJ, Jamil Z, Araki CT, Goldberg MC, et al. A strategy for increasing use of autogenous hemodialysis access procedures: impact of preoperative noninvasive evaluation. Journal of vascular surgery. 1998;27(2):302-7; discussion 7-8.

[24] Marques MG, Ponce P. Pre-operative Assessment for Arteriovenous Fistula Placement for Dialysis. Seminars in dialysis. 2017;30(1):58-62.

- [25] Kordzadeh A, Askari A, Hoff M, Smith V, Panayiotopoulos Y. The Impact of Patient Demographics, Anatomy, Comorbidities, and Peri-operative Planning on the Primary Functional Maturation of Autogenous Radiocephalic Arteriovenous Fistula. *European journal of vascular and endovascular surgery : the official journal of the European Society for Vascular Surgery*. 2017;53(5):726-32.
- [26] Sidawy AN, Gray R, Besarab A, Henry M, Ascher E, Silva M, Jr., et al. Recommended standards for reports dealing with arteriovenous hemodialysis accesses. *Journal of vascular surgery*. 2002;35(3):603-10.
- [27] Weitzel WF. Preoperative hemodialysis fistula evaluation: angiography, ultrasonography and other studies, are they useful? *Contributions to nephrology*. 2008;161:23-9.
- [28] Mihmanli I, Besirli K, Kurugoglu S, Atakir K, Haider S, Ogut G, et al. Cephalic vein and hemodialysis fistula: surgeon's observation versus color Doppler ultrasonographic findings. *Journal of ultrasound in medicine : official journal of the American Institute of Ultrasound in Medicine*. 2001;20(3):217-22.
- [29] Zhang Z, Wang X, Zhang Z, Du G, Wang L, Yang J, et al. Hemodynamic evaluation of native arteriovenous fistulas for chronic hemodialysis with color Doppler ultrasound. *Chin J Med Imaging Technol*. 2006;22:718-21.
- [30] Ferring M, Claridge M, Smith SA, Wilmink T. Routine preoperative vascular ultrasound improves patency and use of arteriovenous fistulas for hemodialysis: a randomized trial. *Clinical journal of the American Society of Nephrology : CJASN*. 2010;5(12):2236-44.
- [31] Nursal TZ, Oguzkurt L, Tercan F, Torer N, Noyan T, Karakayali H, et al. Is routine preoperative ultrasonographic mapping for arteriovenous fistula creation necessary in patients with favorable physical examination findings? Results of a randomized controlled trial. *World journal of surgery*. 2006;30(6):1100-7.

- [32] Smith GE, Barnes R, Chetter IC. Randomized clinical trial of selective versus routine preoperative duplex ultrasound imaging before arteriovenous fistula surgery. *The British journal of surgery*. 2014;101(5):469-74.
- [33] Parmley MC, Broughan TA, Jennings WC. Vascular ultrasonography prior to dialysis access surgery. *American journal of surgery*. 2002;184(6):568-72; discussion 72.
- [34] Allon M, Lockhart ME, Lilly RZ, Gallichio MH, Young CJ, Barker J, et al. Effect of preoperative sonographic mapping on vascular access outcomes in hemodialysis patients. *Kidney international*. 2001;60(5):2013-20.
- [35] Sahin L, Gul R, Mizrak A, Deniz H, Sahin M, Koruk S, et al. Ultrasound-guided infraclavicular brachial plexus block enhances postoperative blood flow in arteriovenous fistulas. *Journal of vascular surgery*. 2011;54(3):749-53.
- [36] Hossain S, Sharma A, Dubois L, DeRose G, Duncan A, Power AH. Preoperative point-of-care ultrasound and its impact on arteriovenous fistula maturation outcomes. *Journal of vascular surgery*. 2018;68(4):1157-65.
- [37] Lopes JRA, Marques ALB, Correa JA. Randomised clinical study of the impact of routine preoperative Doppler ultrasound for the outcome of autologous arteriovenous fistulas for haemodialysis. *The journal of vascular access*. 2021;22(1):107-14.
- [38] Cho M, Kim JS, Cho S, Cho WP, Choi C, Ahn S, et al. Baseline characteristics of arm vessels by preoperative duplex ultrasonography in Korean patients for hemodialysis vascular access. *The journal of vascular access*. 2019;20(6):646-51.
- [39] Lee KG, Chong TT, Goh N, Achudan S, Tan YL, Tan RY, et al. Outcomes of arteriovenous fistula creation, effect of preoperative vein mapping and predictors of fistula success in incident haemodialysis patients: A single-centre experience. *Nephrology (Carlton, Vic)*. 2017;22(5):382-7.

- [40] Kim SM, Han Y, Kwon H, Hong HS, Choi JY, Park H, et al. Impact of a preoperative evaluation on the outcomes of an arteriovenous fistula. *Annals of surgical treatment and research*. 2016;90(4):224-30.
- [41] Persic V, Ponikvar R, Buturović-Ponikvar J. Preoperative ultrasonographic mapping of blood vessels before arteriovenous fistula construction in elderly patients with end-stage renal disease. *Therapeutic apheresis and dialysis : official peer-reviewed journal of the International Society for Apheresis, the Japanese Society for Apheresis, the Japanese Society for Dialysis Therapy*. 2009;13(4):334-9.
- [42] Glass C, Johansson M, DiGragio W, Illig KA. A metaanalysis of preoperative duplex ultrasound vessel diameters for successful radiocephalic fistula placement. *J Vasc Ultra* 2008;33:65-8.
- [43] Georgiadis GS, Charalampidis DG, Argyriou C, Georgakarakos EI, Lazarides MK. The Necessity for Routine Pre-operative Ultrasound Mapping Before Arteriovenous Fistula Creation: A Meta-analysis. *European journal of vascular and endovascular surgery : the official journal of the European Society for Vascular Surgery*. 2015;49(5):600-5.
- [44] Wong CS, McNicholas N, Healy D, Clarke-Moloney M, Coffey JC, Grace PA, et al. A systematic review of preoperative duplex ultrasonography and arteriovenous fistula formation. *Journal of vascular surgery*. 2013;57(4):1129-33.
- [45] Kosa SD, Al-Jaishi AA, Moist L, Lok CE. Preoperative vascular access evaluation for haemodialysis patients. *The Cochrane database of systematic reviews*. 2015;2015(9):Cd007013.
- [46] Patel ST, Hughes J, Mills JL, Sr. Failure of arteriovenous fistula maturation: an unintended consequence of exceeding dialysis outcome quality Initiative guidelines for hemodialysis access. *Journal of vascular surgery*. 2003;38(3):439-45; discussion 45.

- [47] Lampropoulos G, Papadoulas S, Katsimperi G, Ieronimaki AI, Karakantza M, Kakkos SK, et al. Preoperative evaluation for vascular access creation. *Vascular*. 2009;17(2):74-82.
- [48] Kulawik D, Sands JJ, Mayo K, Fenderson M, Hutchinson J, Woodward C, et al. Focused vascular access education to reduce the use of chronic tunneled hemodialysis catheters: results of a network quality improvement initiative. *Seminars in dialysis*. 2009;22(6):692-7.
- [49] Huber TS, Ozaki CK, Flynn TC, Lee WA, Berceli SA, Hirneise CM, et al. Prospective validation of an algorithm to maximize native arteriovenous fistulae for chronic hemodialysis access. *Journal of vascular surgery*. 2002;36(3):452-9.
- [50] Salman L, Ladino M, Alex M, Dhamija R, Merrill D, Lenz O, et al. Accuracy of ultrasound in the detection of inflow stenosis of arteriovenous fistulae: results of a prospective study. *Seminars in dialysis*. 2010;23(1):117-21.
- [51] Vachharajani TJ. Pre-Access Creation Evaluation--Is Vein Mapping Enough? *Advances in chronic kidney disease*. 2015;22(6):420-4.
- [52] Malovrh M. Vascular access for hemodialysis: arteriovenous fistula. *Therapeutic apheresis and dialysis : official peer-reviewed journal of the International Society for Apheresis, the Japanese Society for Apheresis, the Japanese Society for Dialysis Therapy*. 2005;9(3):214-7.
- [53] Nack TL, Needleman L. Comparison of duplex ultrasound and contrast venography for evaluation of upper extremity venous disease. *J Vasc Tech*(50)no1. 1992;16:69-73.
- [54] Jennings WC, Kindred MG, Broughan TA. Creating radiocephalic arteriovenous fistulas: technical and functional success. *Journal of the American College of Surgeons*. 2009;208(3):419-25.

- [55] Zonnebeld N, Maas TMG, Huberts W, van Loon MM, Delhaas T, Tordoir JHM. Pre-operative Duplex Ultrasonography in Arteriovenous Fistula Creation: Intra- and Inter-observer Agreement. *European journal of vascular and endovascular surgery : the official journal of the European Society for Vascular Surgery*. 2017;54(5):613-9.
- [56] Putz FJ, Pfister K, Bergler T, Banas MC, Jung EM, Banas B, et al. Sonographic 3-D Power Doppler Imaging Enhances Rapid Assessment of Morphologic and Pathologic Arteriovenous Fistula Variations. *Ultrasound in medicine & biology*. 2021;47(6):1484-94.
- [57] Merckx MA, Bosboom EM, Bode AS, Bescós JO, Breeuwer M, Tordoir JH, et al. Non contrast-enhanced MRA versus ultrasound blood vessel assessment to determine the choice of hemodialysis vascular access. *The journal of vascular access*. 2013;14(4):348-55.
- [58] MacDonald CJ, Gandy S, Avison ECM, Matthew S, Ross R, Houston JG. Non-contrast MRI methods as a tool for the pre-operative assessment and surveillance of the arterio-venous fistula for haemodialysis. *Magma (New York, NY)*. 2018;31(6):735-45.
- [59] Barreto P, Almeida P, de Matos N, Queirós JA, Pinheiro J, Silva F, et al. Preoperative vessel mapping in chronic kidney disease patients - a center experience. *The journal of vascular access*. 2016;17(4):320-7.