



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 συμβολή της υπερηχοτομογραφικής μεθόδου για την
επιλογή κατάλληλης θέσης για την δημιουργία
αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας για αιμοκάθαρση"*

υπό

ΟΥΡΑΝΙΑΣ Σ. ΠΑΝΑΓΙΩΤΑΚΟΠΟΥΛΟΥ

Ειδικού Νεφρολόγου

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

Επιβλέπων:

Σταύρος Κάκκος, Αναπληρωτής Καθηγητής *Αγγειοχειρουργικής, Τμήμα Ιατρικής, Πανεπιστήμιο Πατρών*

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

1. Σταύρος Κάκκος, *Αναπληρωτής Καθηγητής Αγγειοχειρουργικής, Τμήμα Ιατρικής, Πανεπιστήμιο Πατρών*
2. Μιλτιάδης Λαζαρίδης, *Ομότιμος Καθηγητής Αγγειοχειρουργικής, Ιατρικού Τμήματος ΔΠΘ*
3. Γεώργιος Γεωργιάδης, *Καθηγητής Αγγειοχειρουργικής, Ιατρικού Τμήματος ΔΠΘ*

Τίτλος εργασίας στα αγγλικά: The contribution of ultrasonography for the selection of an effective position for the creation of arteriovenous communication for hemodialysis

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική διατριβή εκπονήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «Υπερηχογραφική Λειτουργική Απεικόνιση για την πρόληψη & διάγνωση των αγγειακών παθήσεων» του Τμήματος Ιατρικής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Ευχαριστώ θερμά τον Καθηγητή Αγγειοχειρουργικής κ. Γιαννούκα Αθανάσιο, για την ευκαιρία που μου έδωσε να συμμετέχω στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα και να αποκτήσω γνώσεις που με βοηθούν να κατανοήσω τα προβλήματα και τις ανάγκες των ασθενών μου.

Ιδιαίτερω ευχαριστώ τον επιβλέπων μου κ. Σταύρο Κάκκο, Αναπληρωτή Καθηγητή Αγγειοχειρουργικής του Πανεπιστημίου Πατρών για τις συμβουλές, τις παρατηρήσεις και την καθοδήγησή του κατά την διάρκεια συγγραφής της εργασίας.

Ευχαριστώ φίλους και συναδέλφους που με στήριξαν και την οικογένειά μου που πάντα είναι δίπλα μου.

Ουρανία Σ. Παναγιωτακοπούλου

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια συνεχής αύξηση των ασθενών με τελικού σταδίου νεφρική ανεπάρκεια που χρήζουν θεραπείας υποκατάστασης και στη χώρα μας η μέθοδος που ακολουθείται πιο συχνά είναι η αιμοκάθαρση. Μείζονος σημασίας για αυτούς τους ασθενείς είναι η δημιουργία λειτουργικής αρτηριοφλεβικής αναστόμωσης μέσω της οποίας πρέπει να εξασφαλίζεται η επαρκής κάθαρση ουσιών. Οι επιπλοκές και η δυσλειτουργία της αρτηριοφλεβικής αναστόμωσης συνδέονται με αυξημένη νοσηρότητα και θνητότητα των ασθενών αυτών. Λαμβάνοντας υπόψιν ότι πρόκειται για ασθενείς με πολλαπλά αγγειακά προβλήματα, η επιλογή της θέσης δημιουργίας της αρτηριοφλεβικής αναστόμωσης είναι σημαντική. Στην παρούσα μελέτη θα αναφερθούν τα προβλήματα που αντιμετωπίζει ο αγγειοχειρουργός κατά την δημιουργία αρτηριοφλεβικής αναστόμωσης, οι παράγοντες που επηρεάζουν το αποτέλεσμα της επέμβασης και πως η χρήση της προεγχειρητικής χαρτογράφησης των αγγείων συνέβαλε στην δημιουργία λειτουργικών αρτηριοφλεβικών αναστομών με ανασκόπηση της βιβλιογραφίας. Θα περιγραφούν τα χαρακτηριστικά που θα πρέπει να έχει μια λειτουργική αρτηριοφλεβική αναστόμωση, η μέθοδος εξέτασης κατά το προεγχειρητικό mapping καθώς και οι κατευθυντήριες οδηγίες για τις αγγειακές προσπελάσεις και πως αυτές εφαρμόζονται στην κλινική πράξη.

Λέξεις - Κλειδιά: χρόνια νεφρική νόσος τελικού σταδίου, αιμοκάθαρση, αγγειακή προσπέλαση για αιμοκάθαρση, προεγχειρητικός υπερηχογραφικός έλεγχος, χαρτογράφηση αγγείων, αρτηριοφλεβική αναστόμωση, αρτηριοφλεβικό μόσχευμα, επιπλοκές αγγειακής προσπέλασης

Abstract

In recent years there has been a continuous increase in the number of patients with end-stage renal disease who need replacement therapy. In our country the most commonly used method is hemodialysis. Major importance for these patients is the creation of a functional arteriovenous anastomosis through which adequate clearance of substances must be ensured. Complications and dysfunction of arteriovenous anastomosis are associated with increased morbidity and mortality of these patients. Given that these are patients with multiple vascular problems, the choice of the site of arteriovenous anastomosis is important. In the present study we will report the difficulties of vascular surgeons during the development of arteriovenous anastomosis, the factors that affect the outcome of the operation and how the use of preoperative vascular mapping contributed to the creation of functional arteriovenous anastomosis by reviewing the literature. The characteristics that a functional arteriovenous anastomosis should have, the method of examination during preoperative mapping as well as the guidelines for vascular access and how they are applied in clinical practice will be described.

Key Words: end-stage renal disease, hemodialysis, vascular access for hemodialysis, preoperative ultrasonographic examination, vascular mapping, arteriovenous fistula, arteriovenous graft, vascular access complications

Πίνακας Περιεχομένων

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή. Χρόνια νεφρική νόσος τελικού σταδίου και θεραπεία

υποκατάστασης με αιμοκάθαρση	7
1.1.Χρόνια νεφρική νόσος τελικού σταδίου.....	7
1.1.1Χρόνια νεφρική νόσος (ορισμός, σταδιοποίηση).....	7
1.1.2 Κλινική εικόνα τελικού σταδίου ΧΝΝ-ουραιμικό σύνδρομο	8
1.1.3 Η μέθοδος της αιμοκάθαρσης, ορισμός της επάρκειας κάθαρσης	8
1.1.4 Χρήση της αρτηριοφλεβικής αναστόμωσης κατά την αιμοκάθαρση.....	9
1.1.5 Στατιστικά αιμοκάθαρσης.....	10
1.1.6 Προετοιμασία για έναρξη.....	10
1.2 Αγγειακή προσπέλαση.....	12
1.2.1 Αγγειακή προσπέλαση (ιστορική αναδρομή, είδη, περιγραφή)	12
1.2.2 Ιδανική αγγειακή προσπέλαση	12
1.2.3 Είδη προσπέλασης	13
1.2.4 Επιπλοκές αγγειακής προσπέλασης	14
1.3 Κύκλος ζωής αγγειακής προσπέλασης.....	14
Κεφάλαιο 2. Στοιχεία ανατομίας αγγείων άνω άκρου	18
2.1 Αρτηριακό και φλεβικό δίκτυο άνω άκρου.....	18
2.2 Ανατομικές παραλλαγές	19
Κεφάλαιο 3. Η χρήση του υπερήχου στην διαδικασία δημιουργίας	
αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας.....	23
3.1 Ιστορική αναδρομή χρήσης υπερήχων στην αγγειακή προσπέλαση	23
3.2 Μέθοδοι εξέτασης αγγείων άνω άκρων	23
3.2.1 Κλινική εξέταση.....	23
3.2.2 Εξέταση αγγείων άνω άκρων με υπέρηχο.....	25
Κεφάλαιο 4. Η επίδραση της προεγχειρητικής υπερηχογραφικής μελέτης στην	
δημιουργία και την ωρίμανση της αγγειακής προσπέλασης μέσα από μελέτες...35	
4.1 Μελέτες σύγκρισης με την κλινική εξέταση και την φλεβογραφία.....	35

4.2 Μείωση αρνητικών διερευνητικών επεμβάσεων και αλλαγή πλάνου δημιουργίας αγγειακής προσπέλασης.....	38
4.3 Επίδραση χαρακτηριστικών αρτηρίας και φλέβας στην έκβαση της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας.....	40
4.4 Υπερηχογραφικός έλεγχος σε ειδικές κατηγορίες ασθενών.....	51
Κεφάλαιο 5. Κατευθυντήριες οδηγίες.....	54
Συμπεράσματα.....	57
Βιβλιογραφία.....	58

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή. Χρόνια νεφρική νόσος τελικού σταδίου και θεραπεία υποκατάστασης με αιμοκάθαρση

1.1.Χρόνια νεφρική νόσος τελικού σταδίου

1.1.1Χρόνια νεφρική νόσος (ορισμός, σταδιοποίηση)

Η χρόνια νεφρική νόσος φαίνεται ότι αφορά περίπου το 15% των ενηλίκων του γενικού πληθυσμού παγκοσμίως με το 50% των ασθενών αυτών να πάσχουν και από σακχαρώδη διαβήτη ή καρδιαγγειακή νόσο. Τα κύρια αίτια βλάβης των νεφρών είναι ο σακχαρώδης διαβήτης, η αρτηριακή υπέρταση, οι παθήσεις του σπειράματος, οι κληρονομικές νόσοι των νεφρών, τα φάρμακα, οι λοιμώξεις, οι κακοήθειες. Σύμφωνα με τον τελευταίο ορισμό των KDIGO [1] η χρόνια νεφρική νόσος ορίζεται ως η διαταραχή της δομής ή/και της λειτουργίας των νεφρών που είναι παρούσα για περισσότερους από τρεις μήνες, και έχει επιπτώσεις στην υγεία. Η κατηγοριοποίηση της νόσου γίνεται με βάση το ρυθμό σπειραματικής διήθησης (GFR) σε 5 στάδια (G1-G5), ανάλογα με την παρουσία λευκωματουρίας και την αιτία (εικόνα 1). Ο κίνδυνος εξέλιξης σε τελικό στάδιο υπολογίζεται από τον συνδυασμό GFR και λευκωματουρίας ενώ έχουν δημοσιευθεί και κατευθυντήριες οδηγίες τόσο για τον επανέλεγχο των ασθενών όσο και για την χρονική στιγμή που κρίνεται αναγκαία η παραπομπή σε νεφρολόγο.

Stage	Qualitative Description	GFR (mL/min/1.73 m ²)
1	Kidney damage – normal GFR	> 90*
2	Kidney damage – mild ↓ GFR	60-89*
3a	Moderate ↓ GFR	45-59
3b	Moderate ↓ GFR	30-44
4	Severe ↓ GFR	15-29
5	End-stage renal disease	<15

*A GFR >60 mL/min/1.73 m² in isolation is not CKD, unless other evidence of kidney damage is present
CKD, chronic kidney disease; GFR, glomerular filtration rate

Category	AER (mg/24 hours)	ACR (approximate equivalent)		Terms
		(mg/mmol)	(mg/g)	
A1	<30	<3	<30	Normal to mildly increased
A2	30-300	3-30	30-300	Moderately increased*
A3	> 300	>30	> 300	Severely increased**

Abbreviations: AER, albumin excretion rate; ACR, albumin-to-creatinine ratio; CKD, chronic kidney disease.
*Relative to young adult level.
**Including nephrotic syndrome (albumin excretion usually > 2200 mg/24 hours [ACR > 2220 mg/g; > 220 mg/mmol]).

Εικόνα 1. Κατηγοριοποίηση χρόνιας νεφρικής νόσου με βάση το ρυθμό σπειραματικής διήθησης (GFR) σε στάδια 1 έως 5, και ανάλογα με τα επίπεδα λευκωματουρίας (Kidney International Supplements 3 (1) 2013)

Η νόσος μπορεί να είναι ασυμπτωματική για μεγάλο εύρος απώλειας της νεφρικής λειτουργίας ή τα συμπτώματα να είναι μη ειδικά, έως το τελικό στάδιο όπου πλέον κρίνεται απαραίτητη η θεραπεία υποκατάστασης της νεφρικής λειτουργίας. Ειδικά σε διαβητικούς ασθενείς η ανάγκη για έναρξη θεραπείας υποκατάστασης μπορεί να υπάρχει και σε πιο πρώιμο στάδιο.

1.1.2 Κλινική εικόνα τελικού σταδίου ΧΝΝ-ουραιμικό σύνδρομο

Ο νεφρός παίζει βασικό ρόλο στην ρύθμιση των υγρών και των ηλεκτρολυτών του οργανισμού, στην ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης, στην οξεοβασική ισορροπία, στην παραγωγή ορμονών, στην αποβολή φαρμάκων και προϊόντων του μεταβολισμού. Το σύνολο των συμπτωμάτων και σημείων που οφείλονται στην απώλεια των εξωκρινών και ενδοκρινικών λειτουργιών του νεφρού και στην τοξική επίδραση των συσσωρευμένων στο αίμα αζωτούχων ουσιών ονομάζεται ουραιμικό σύνδρομο και η διάγνωσή του συνεπάγεται την ανάγκη έναρξης θεραπείας υποκατάστασης. Οι ασθενείς αναφέρουν ναυτία ή έμετο κατά την πρωινή αφύπνιση, αδυναμία, ανορεξία και κνησμό. Συνήθη ευρήματα είναι η αναιμία, οι διαταραχές του ισοζυγίου του ύδατος, οι ηλεκτρολυτικές διαταραχές και οι διαταραχές της οξεοβασικής ισορροπίας, ο δευτεροπαθής υπερπαραθυρεοειδισμός και οι διαταραχές του μεταβολισμού των οστών και των μετάλλων, η μη ρυθμιζόμενη υπέρταση, η ευαισθησία σε λοιμώξεις, οι διαταραχές της αιμόστασης και η καχεξία. Συχνά η εικόνα συμπληρώνεται από την παρουσία εγκεφαλοπάθειας (σύγχυση, λήθαργος), καρδιαγγειακών επιπλοκών (καρδιακή ανεπάρκεια, υπερτροφία αριστερής κοιλίας, περικαρδιακή συλλογή, αποτιτανώσεις αγγείων) καθώς και από αναπνευστική δυσχέρεια (ουραιμικός πνεύμων) [2].

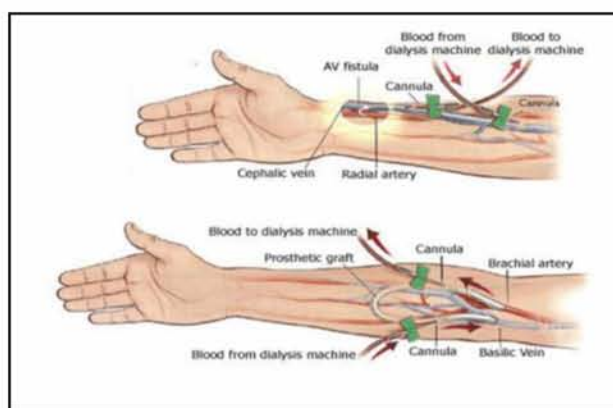
1.1.3 Η μέθοδος της αιμοκάθαρσης, ορισμός της επάρκειας κάθαρσης

Αιμοκάθαρση είναι η διαδικασία μεταφοράς τοξικών ουσιών και περίσσειας υγρών από το αίμα σε διάλυμα ελεύθερο ουσιών μέσω ημιδιαπερατής μεμβράνης (φίλτρο) μέσω διαδικασιών διάχυσης και υπερδιήθησης. Μέσα στο φίλτρο υπάρχουν δυο διαμερίσματα, εκείνο του αίματος και εκείνο του διαλύματος τα οποία διαχωρίζονται από την μεμβράνη του φίλτρου. Η αιμοκάθαρση προϋποθέτει την παρουσία αγγειακής προσπέλασης που μπορεί να είναι αρτηριοφλεβική επικοινωνία (ΑΦΕ), αρτηριοφλεβικό μόσχευμα, προσωρινός ή με υποδόριο τούνελ κεντρικός φλεβικός καθετήρας διπλού αυλού. Όποια και αν είναι η αγγειακή προσπέλαση η βασική διαδικασία περιλαμβάνει την μεταφορά του αίματος από τον ασθενή στο φίλτρο και επιστροφή του στον ασθενή. Η προώθηση του αίματος επιτυγχάνεται μέσω περιστροφικής αντλίας του μηχανήματος αιμοκάθαρσης η οποία προωθεί το αίμα με ταχύτητα 200-600ml/min. Η διάρκεια της συνεδρίας είναι συνήθως 4 ώρες και διενεργείται 3 φορές εβδομαδιαίως ανάλογα πάντα με τις ανάγκες του ασθενούς αλλά και με βάση την γενικότερη κλινική του κατάσταση. Οι παράμετροι ή αλλιώς η «συνταγογράφηση» της αιμοκάθαρσης είναι εξατομικευμένη για τον κάθε ασθενή [3].

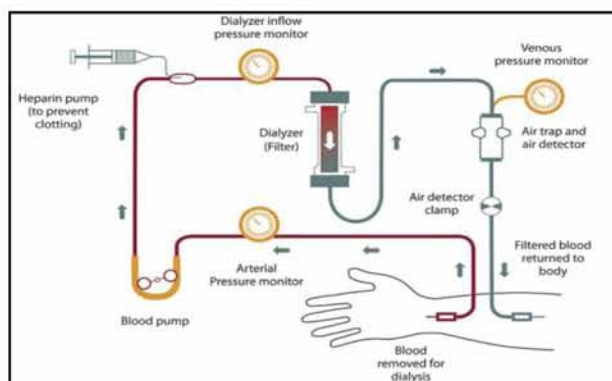
Μια φορά μηνιαίως γίνεται υπολογισμός της «επάρκειας κάθαρσης» για κάθε ασθενή, δηλαδή ελέγχουμε αν η διαδικασία που ακολουθείται είναι επαρκής ώστε να εξασφαλίζει την αντιμετώπιση του ουραιμικού συνδρόμου και την διατήρηση της καλής κλινικής κατάστασης του ασθενή μας. Ο υπολογισμός γίνεται με αιμοληψία και μέτρηση της ουρίας πριν και μετά την συνεδρία με καθορισμένο τρόπο, και με βάση μαθηματικούς τύπους υπολογίζεται ο δείκτης μείωσης της ουρίας (URR), ο δείκτης $spKt/V$, ο εξισορροπημένος δείκτης (eKt/V) και ο βασικός εβδομαδιαίος $stdKt/V$. Όταν εφαρμόζεται τρις-εβδομαδιαίο πρόγραμμα αιμοκάθαρσης οι τιμές στόχος πρέπει να είναι 70% για τον URR και 1,4 για τον $spKt/V$ και τον eKt/V . Η επάρκεια της κάθαρσης είναι συνδεδεμένη με μεγαλύτερη επιβίωση των ασθενών αλλά και με καλύτερη ποιότητα ζωής [4].

1.1.4 Χρήση της αρτηριοφλεβικής αναστόμωσης κατά την αιμοκάθαρση

Κατά την έναρξη της αιμοκάθαρσης γίνεται παρακέντηση της αναστόμωσης με 2 βελόνες εκ των οποίων η μια τοποθετείται περιφερικότερα για την παροχή και η άλλη πιο κεντρικά για την επιστροφή του αίματος. Αν πρόκειται για ΑΦΕ απαιτείται περίδεση του άκρου πριν την παρακέντηση ενώ στο μόσχευμα δεν είναι αναγκαία. Είναι σημαντικό το αγγείο που θα παρακεντηθεί να είναι εύκολα ψηλαφητό, να έχει επαρκές ευθύ τμήμα και να διατηρείται απόσταση ασφαλείας (3εκ) από τα σημεία αναστόμωσης των αγγείων. Μεταξύ τους τα σημεία παρακέντησης πρέπει να απέχουν 5 εκατοστά. Χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή ώστε η βελόνα να τραυματίσει το αγγείο κατά το ελάχιστο δυνατόν και να παραμείνει στην ίδια θέση καθ' όλη την διάρκεια της συνεδρίας. Καθ' όλη την διάρκεια της συνεδρίας αιμοκάθαρσης λειτουργεί αντλία που αναρροφά από την μία βελόνα, προωθεί στο φίλτρο και ταυτόχρονα επιστρέφει από την άλλη 300ml αίματος/min (εικόνα 2). Κατά την αποσύνδεση, αφαιρούνται σταδιακά οι βελόνες και γίνεται αιμόσταση ασκώντας πίεση στα σημεία της παρακέντησης είτε με τα δάκτυλα (στο μόσχευμα) είτε με πίεστρα (στην ΑΦΕ). Η πίεση που ασκείται πρέπει να είναι τόση ώστε να μην προκαλείται διακοπή της ροής αίματος στο αγγείο. Εκ πρώτης όψεως ίσως αυτό δεν φαίνεται ιδιαίτερα σημαντικό. Αν υπολογίσουμε όμως ότι η ίδια ακριβώς διαδικασία θα επαναλαμβάνεται 3 φορές την εβδομάδα για όλο το χρονικό διάστημα που ο ασθενής θα υποβάλλεται σε αιμοκάθαρση, πολλές φορές εφ' όρου ζωής, κατανοούμε ότι η διαφύλαξη της αγγειακής προσπέλασης είναι ζωτικής σημασίας για τον ασθενή [6].



α



β

Εικόνα 2. Σχηματική αναπαράσταση α) τοποθέτησης βελονών παρακέντησης σε ΑΦΕ και αρτηριοφλεβικό μόσχευμα και β) κυκλώματος αιμοκάθαρσης (από <https://www.niddk.nih.gov/> και <http://www.en-en.gr/>)

Δυσλειτουργία της αγγειακής προσπέλασης έχει ως αποτέλεσμα την ανεπαρκή κάθαρση και συσσώρευση τοξικών ουσιών με αποτέλεσμα ο ασθενής να παρουσιάζει μειωμένη ανταπόκριση στα φάρμακα, αναιμία, ανορεξία, καχεξία, αδυναμία ελέγχου των επιπέδων φωσφόρου και καλίου. Επίσης αν δεν μπορεί να διορθωθεί άμεσα η δυσλειτουργία, θα πρέπει να τοποθετηθεί κεντρικός φλεβικός καθετήρας μέχρι την αποκατάσταση του προβλήματος, με ταλαιπωρία για τον ασθενή αλλά και αύξηση του κινδύνου για επιπλοκές από την παρουσία του καθετήρα [7].

1.1.5 Στατιστικά αιμοκάθαρσης

Η αιμοκάθαρση είναι η πιο συχνή μέθοδος υποκατάστασης της νεφρικής λειτουργίας σε παγκόσμιο επίπεδο. Σύμφωνα με στοιχεία από την Υπηρεσία Συντονισμού και Ελέγχου (ΥΣΕ - προσωπική επικοινωνία) σε σύνολο 12052 ασθενών υπό θεραπεία υποκατάστασης το 2018 στη χώρα μας, το 94% υποβάλλονταν σε αιμοκάθαρση ενώ διαπιστώθηκε αύξηση του συνολικού αριθμού ασθενών υπό αιμοκάθαρση κατά 69,4% σε σχέση με το 2005. Σύμφωνα με στοιχεία από το USRDS(*United States Renal Data System*) το 2017 υπήρξε αύξηση του αριθμού των ασθενών με τελικό στάδιο νεφρικής ανεπάρκειας τελικού σταδίου κατά 2,6% σε σχέση με το 2016 και κατά 91% σε σχέση με το 2000 οφειλόμενο όχι μόνο στα νέα περιστατικά αλλά και στην μεγαλύτερη επιβίωση των ασθενών (μείωση της θνητότητας των αιμοκαθαιρόμενων κατά 27% σε σχέση με 2000) [9].

1.1.6 Προετοιμασία για έναρξη

Για την αιμοκάθαρση απαιτείται αγγειακή προσπέλαση που μπορεί να είναι κεντρικός φλεβικός καθετήρας (με ή χωρίς υποδόριο τούνελ), αυτόλογη ΑΦΕ ή αρτηριοφλεβικό μόσχευμα (AVG-graft).

Είναι σημαντικό οι ασθενείς με χρόνια νεφρική νόσο να παραπέμπονται εγκαίρως σε νεφρολόγο για περαιτέρω παρακολούθηση. Ως ‘έγκαιρη παραπομπή’ στην βιβλιογραφία εννοείται ότι αυτή προηγείται κατά τουλάχιστον 1- 6 μήνες πριν

την έναρξη θεραπείας υποκατάστασης. Ο χρόνος αυτός είναι ο απαραίτητος ώστε να γίνει ενημέρωση του ασθενή σχετικά με τις επιλογές θεραπείας, να γίνει η κατάλληλη προετοιμασία και η δημιουργία αγγειακής προσπέλασης και να υπάρχει και ο χρόνος για την απαραίτητη ωρίμανση όπου απαιτείται [[12].

Η επιβίωση των ασθενών που θα ενταχθούν σε θεραπεία υποκατάστασης εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την κατάσταση της υγείας τους κατά την στιγμή της ένταξης. Πολύ συχνά η έναρξη θεραπείας γίνεται επειγόντως αφού ένα ποσοστό ασθενών διαγιγνώσκονται όταν ήδη παρουσιάζουν ουραιμική συμπτωματολογία. Σε αυτή την περίπτωση τοποθετείται προσωρινός ή μόνιμος κεντρικός καθετήρας και ακολουθεί σε δεύτερο χρόνο η δημιουργία αγγειακής προσπέλασης με αύξηση των ημερών νοσηλείας κατά τον πρώτο μήνα μετά την έναρξη της αιμοκάθαρσης και αύξηση των δαπανών υγείας [13]. Στην επιδημιολογική μελέτη των Zulkarnaen et al., [14] διαπιστώθηκε μια ισχυρή συσχέτιση ανάμεσα στην αιτία της νεφρικής νόσου και στον τύπο αγγειακής προσπέλασης. Στους διαβητικούς ασθενείς παρατηρείται πιο αργή ωρίμανση της ΑΦΕ, αλλά οι περισσότεροι εντός ενός έτους είχαν λειτουργική φίστουλα, ενώ μόνο το 53% των ασθενών με συστηματικά νοσήματα όπως πχ. ΣΕΛ είχαν μια λειτουργική ΑΦΕ. Διαπίστωσαν επίσης ότι η δημιουργία ΑΦΕ μία εβδομάδα πριν ή 1-2 εβδομάδες μετά την μη προγραμματισμένη έναρξη αιμοκάθαρσης σχετίζεται με αυξημένο κίνδυνο θρόμβωσης της αναστόμωσης.

Η προετοιμασία για την έναρξη θεραπείας αρχίζει όταν το $GFR < 20 \text{ ml/min/1,73m}$ ή όταν προβλέπεται να χρειαστεί κατά τους επόμενους έξι μήνες. Το διάστημα που ακολουθεί αποφεύγονται οι παρακεντήσεις των κεντρικών φλεβών των άνω άκρων κατά το δυνατόν και γίνεται προεγχειρητικός υπερηχογραφικός έλεγχος (mapping) των αγγείων των άνω άκρων, αρχίζοντας από το μη επικρατές άκρο (το αριστερό άκρο στους δεξιόχειρες και αντίστροφα) για την διευκόλυνση της καθημερινότητας του ασθενή. Εάν δεν βρεθούν αγγεία που να επιτρέπουν την δημιουργία αυτόλογης ΑΦΕ ή τοποθέτησης μοσχεύματος, εξετάζεται το άλλο άκρο.

Ο ασθενής έχει κεντρικό ρόλο τόσο ως προς την επιλογή μεθόδου υποκατάστασης όσο και στην επιλογή της αγγειακής προσπέλασης. Ως προς την επιλογή αγγειακής προσπέλασης, η θεωρία «fistula –first» που είχε προκύψει λόγω των πλεονεκτημάτων της αυτόλογης ΑΦΕ, πλέον είναι υπό συζήτηση από τους μελετητές και φαίνεται ότι η άποψη που επικρατεί είναι η εξατομίκευση της αγγειακής προσπέλασης για τον κάθε ασθενή. Παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη είναι το προσδόκιμο επιβίωσης, οι συννοσηρότητες, ο χρόνος έναρξης αιμοκάθαρσης [15].

1.2 Αγγειακή προσπέλαση

1.2.1 Αγγειακή προσπέλαση (ιστορική αναδρομή, είδη, περιγραφή)

Μέχρι το 1966 για την διενέργεια αιμοκάθαρσης χρησιμοποιούνταν η εξωτερική τεχνητή αρτηριοφλεβική επικοινωνία (Scribner shunt), των οποίων όμως η διάρκεια ζωής ήταν περίπου 3-5 μήνες κυρίως λόγω λοιμώξεων και θρομβώσεων. Η παρουσίαση από τους Brescia-Cimino της εσωτερικής αρτηριοφλεβικής αναστόμωσης, έβαλε μια νέα βάση στην ιστορία της αγγειακής προσπέλασης [18]. Περιέγραψαν την πλάγιο-πλάγια χειρουργική αναστόμωση της κερκιδικής αρτηρίας με την κεφαλική φλέβα στον καρπό που οδήγησε στην διεύρυνση του φλεβικού δικτύου σε τέτοιο βαθμό που να μπορεί να παρακεντείται με βελόνες και από εκεί να διενεργείται η αιμοκάθαρση. Τα χρόνια που ακολούθησαν δημοσιεύθηκαν πολλές εργασίες σχετικά με την εμπειρία στην δημιουργία αλλά και την χρήση της, αλλά και αλλαγές της χειρουργικής τεχνικής με τελικό-τελικές και πλάγιο-τελικές αναστομώσεις. Παρά το γεγονός ότι ήταν καλύτερα ανεκτή για τον ασθενή και λειτουργούσε για μεγάλο χρονικό διάστημα, ωστόσο σε ένα ποσοστό ασθενών είτε δεν ήταν δυνατή η δημιουργία της είτε δεν λειτουργούσε. Στην προσπάθεια να λυθεί και αυτό το πρόβλημα χρησιμοποιήθηκαν αρτηριοφλεβικά μοσχεύματα και το 1976 δημοσιεύθηκαν από τους Baker et al. [20] τα αποτελέσματα της χρήσης μοσχεύματος από πολυτετραφλοεθυλαίνιο (PTFE) σε 72 ασθενείς. Λόγω του χρόνου «ωρίμανσης» που απαιτείται για της αυτόλογες αναστομώσεις και τα μοσχεύματα μέχρι να μπορούν να χρησιμοποιηθούν, αλλά και λόγω της συχνά μη προγραμματισμένης έναρξης αιμοκάθαρσης, παρατηρήθηκε σταδιακή αύξηση στην τοποθέτηση κεντρικών φλεβικών καθετήρων (με ή χωρίς υποδόριο τούνελ) ως αρχική αγγειακή προσπέλαση. Το 1989 οι Shusterman et al [21] ανέφεραν την επιτυχή χρήση 22 καθετήρων σιλικόνης διπλού αυλού με Dacron-cuff για χρόνια αιμοκάθαρση σε 18 ασθενείς.

1.2.2 Ιδανική αγγειακή προσπέλαση

Η αγγειακή προσπέλαση είναι ζωτικής σημασίας για τους ασθενείς που υποβάλλονται σε αιμοκάθαρση. Θα πρέπει να ληφθεί υπόψιν ότι η αιμοκάθαρση είναι εφ' όρου ζωής ή μέχρι επιτυχούς μεταμόσχευσης. Μια ιδανική αγγειακή προσπέλαση θα πρέπει να μπορεί να δημιουργηθεί εύκολα, να μπορεί να χρησιμοποιηθεί γρήγορα, να παραμείνει μακροχρόνια λειτουργική, να παρέχει επαρκή ροή αίματος ώστε να εξασφαλίζεται επαρκής κάθαρση, να μην παρουσιάζει επιπλοκές, να είναι εύκολη στην χρήση, να μην δημιουργεί περιορισμούς στην καθημερινότητα του ασθενή. Επίσης σε περίπτωση δυσλειτουργίας να χρειάζεται όσο το δυνατόν λιγότερες παρεμβάσεις για την αποκατάστασή της αλλά και να διασφαλίζεται η δυνατότητα δημιουργίας άλλων προσπελάσεων στο μέλλον. Επί του παρόντος η αυτόλογη αρτηριοφλεβική αναστόμωση συνεχίζει να φαίνεται ότι έχει τα περισσότερα από τα προαναφερθέντα χαρακτηριστικά.

1.2.3 Είδη προσπέλασης

Επί του παρόντος εξακολουθούν να υπάρχουν 3 κύριες κατηγορίες αγγειακών προσπελάσεων: η αυτόλογη ΑΦΕ, το αρτηριοφλεβικό μόσχευμα (AVG) και ο κεντρικός φλεβικός καθετήρας (CVC).

Για την δημιουργία μιας αυτόλογης ΑΦΕ μπορεί να χρησιμοποιηθεί φλέβα του επιφανειακού ή του εν τω βάθει φλεβικού δικτύου. Η κερκιδοκεφαλική (πλάγιο-πλάγια ή τελικό-πλάγια) είναι η πρώτη επιλογή όσον αφορά την ανατομική θέση και μπορεί να γίνει σε δύο σημεία, στον καρπό ή κεντρικότερα κατά 7-10 εκ. Ακολουθεί η βραχιονοκεφαλική στον αγκώνα και η βραχιονοβασιλική με μετάθεση της βασιλικής (σε 1 ή 2 χρόνους). Ο χρόνος ωρίμανσης που απαιτείται είναι 4-6 εβδομάδες. Σύμφωνα με τον Tor道ir et al [22] το ένα τρίτο των περιφερικών (κερκιδοκεφαλική) και το 10% των κεντρικών (βραχιονοκεφαλική) αναστομώνσεων δεν θα ωριμάσουν, αλλά οι κερκιδοκεφαλικές που θα ωριμάσουν θα λειτουργούν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Οι στενώσεις εντοπίζονται πιο συχνά περι-αναστομωτικά, στην κεντρική φλέβα απορροής και λιγότερο κατά μήκος του αγγείου και είναι αιτία για το 60-80% των θρομβώσεων της αναστόμωσης [23].

Εναλλακτική μέθοδο αποτελούν τα συνθετικά αρτηριοφλεβικά μόσχευματα από πολυτετραφλουοροεθυλένιο (PTFE) ή πολυουρεθάνη, που μπορεί να τοποθετηθούν σε σχήμα ευθύ, καμπύλης ή loop, με διάμετρο από 4 έως 8mm αλλά και με διαβάθμιση της εσωτερικής διαμέτρου (η μικρότερη διάμετρος στην αναστόμωση με την αρτηρία). Ο στόχος είναι να αποδίδεται η μέγιστη επιφάνεια παρακέντησης και να μειώνονται οι διαταραχές ροής [24]. Μπορούν να τοποθετηθούν μεταξύ κερκιδικής αρτηρίας και βασιλικής φλέβας, μεταξύ βραχιονίου αρτηρίας και μασχαλιαίας φλέβας, βραχιονίου αρτηρίας και βασιλικής φλέβας. Πιο σπάνια μπορεί να τοποθετηθούν μεταξύ άνω και κάτω άκρου (μηρομασχαλιαίο) ή στον θώρακα (ανάμεσα στην μασχαλιαία αρτηρία και την απέναντι φλέβα). Τα PTFE μόσχευματα μπορούν να παρακεντηθούν μετά από 3-4 εβδομάδες ενώ τα μόσχευματα πολυουρεθάνης είναι άμεσης παρακέντησης. Από την τοποθέτησή τους έχουν την μέγιστη ροή και η ωρίμανση έχει την έννοια της ενσωμάτωσης στους γύρω ιστούς. Οι στενώσεις συμβαίνουν πιο συχνά στην φλεβική αναστόμωση του μόσχευματος [23,25].

Οι κεντρικοί φλεβικοί καθετήρες, με ή χωρίς υποδόριο τούνελ, μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε ως αρχική προσπέλαση σε περίπτωση επείγουσας έναρξης αιμοκάθαρσης αλλά και ως μόνιμη προσπέλαση π.χ. σε περιπτώσεις ασθενών με επαναλαμβανόμενες θρομβώσεις, αιμορραγική διάθεση, όταν έχουν εξαντληθεί οι δυνατότητες άλλων προσπελάσεων ή με επιβαρυσμένη καρδιακή λειτουργία. Μπορούν να τοποθετηθούν στην έσω σφαγίτιδα φλέβα, την υποκλείδιο φλέβα και την μηριαία φλέβα [26].

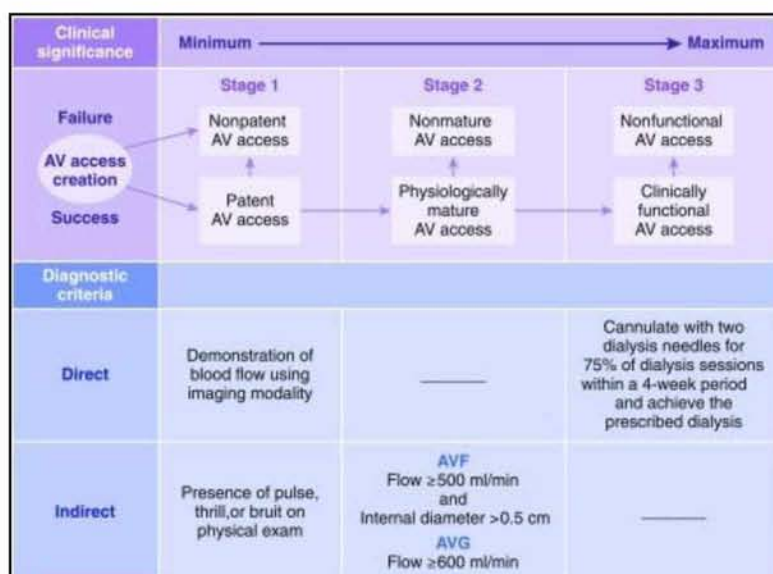
1.2.4 Επιπλοκές αγγειακής προσπέλασης.

Επιπλοκές μπορεί να παρουσιαστούν σε όλους τους τύπους αγγειακών προσπελάσεων και είναι η πιο συχνή αιτία νοσηλείας των ασθενών υπό αιμοκάθαρση. Οποιαδήποτε δυσλειτουργία της αγγειακής προσπέλασης είναι αιτία stress και ταλαιπωρίας για τον ασθενή και αυξημένου κόστους για το σύστημα υγείας. Οι αυτόλογες ΑΦΕ έχουν τις λιγότερες επιπλοκές σε σχέση με τους άλλους δύο τύπους προσπελάσεων. Η κυριότερη επιπλοκή τους πέραν της μη ωρίμανσης, είναι η θρόμβωση συχνά απότοκος στένωσης, αν και αυτή η επιπλοκή είναι πιο συχνή για τα αρτηριοφλεβικά μοσχεύματα. Η πρόιμη αποτυχία είναι πιο συχνή στις αυτόλογες ΑΦΕ σε σχέση με τα μοσχεύματα και στις περιφερικές σε σχέση με τις πιο κεντρικές ΑΦΕ [27]. Ανευρύσματα και ψευδο-ανευρύσματα δημιουργούνται συχνά στα σημεία παρακέντησης (συνήθως συνυπάρχει και στένωση) [29]. Η υποκλοπή με ισχαιμία του άκρου μπορεί να εμφανισθεί άμεσα στα αρτηριοφλεβικά μοσχεύματα, ενώ όσον αφορά τις αυτόλογες ΑΦΕ είναι πιο συχνή στις κεντρικές [30]. Για την αντιμετώπισή του μπορεί να χρειαστεί και κατάργηση της προσπέλασης. Μακροπρόθεσμα και όταν η ροή της προσπέλασης είναι πολύ υψηλή μπορεί να οδηγήσει σε καρδιακή επιβάρυνση (καρδιακή ανεπάρκεια αυξημένης παροχής). Οι λοιμώξεις είναι από τις πιο συχνές επιπλοκές των κεντρικών καθετήρων, ακολουθούν η δυσλειτουργία, οι επιπλοκές κατά την τοποθέτηση και οι στενώσεις των κεντρικών φλεβών [31].

Η ΑΦΕ εξακολουθεί να αποτελεί την καλύτερη επιλογή σε σχέση με αρτηριοφλεβικά μοσχεύματα και κεντρικού φλεβικούς καθετήρες δεδομένου ότι έχει καλύτερη και μακροχρόνια λειτουργικότητα, μικρότερα ποσοστά λοιμώξεων και επιπλοκών και χρειάζεται τις λιγότερες επεμβάσεις για την διατήρηση της λειτουργικότητας όπως φαίνεται και από τις κατευθυντήριες οδηγίες KDOGI 2006 [34]. Παρά την αποδεδειγμένη αξία της ΑΦΕ κατά την δεκαετία του 1990, είχε παρατηρηθεί μείωση της χρήση της με ταυτόχρονη αύξηση των αρτηριοφλεβικών μοσχευμάτων στο διπλάσιο και των κεντρικών φλεβικών καθετήρων, με ταυτόχρονη αύξηση του κόστους, των ημερών νοσηλείας και της συχνότητας επιπλοκών [35]. Στις ΗΠΑ το 2014 το 65% των χρόνιων ασθενών είχαν ΑΦΕ σε σχέση με 32% το 2003, αλλά στο 80% η έναρξη γίνεται με κεντρικό φλεβικό καθετήρα και μόνο το 25% από αυτούς έχουν ΑΦΕ ή αρτηριοφλεβικό μόσχευμα σε ωρίμανση [38]. Στην κλινική μελέτη των Kim et al [39], διαπιστώθηκε ότι οι ασθενείς με ΑΦΕ ή αρτηριοφλεβικό μόσχευμα είχαν καλύτερη ποιότητα ζωής και μικρότερο ποσοστό κατάθλιψης σε σχέση με αυτούς που είχαν κεντρικό φλεβικό καθετήρα ως αρχική προσπέλαση στην αιμοκάθαρση, ενώ η παρουσία ΑΦΕ σχετιζόταν με καλύτερα ποσοστά επιβίωσης και λιγότερες νοσηλείες στους 3 και 12 μήνες παρακολούθησης.

1.3 Κύκλος ζωής αγγειακής προσπέλασης

Σημαντικά στοιχεία για την πορεία μιας αγγειακής προσπέλασης (ΑΦΕ αυτόλογη αρτηριοφλεβική αναστόμωση –AVG αρτηριοφλεβικό μόσχευμα) είναι η λειτουργική ωρίμανση, η διατήρηση της λειτουργικότητας και οι επιπλοκές.

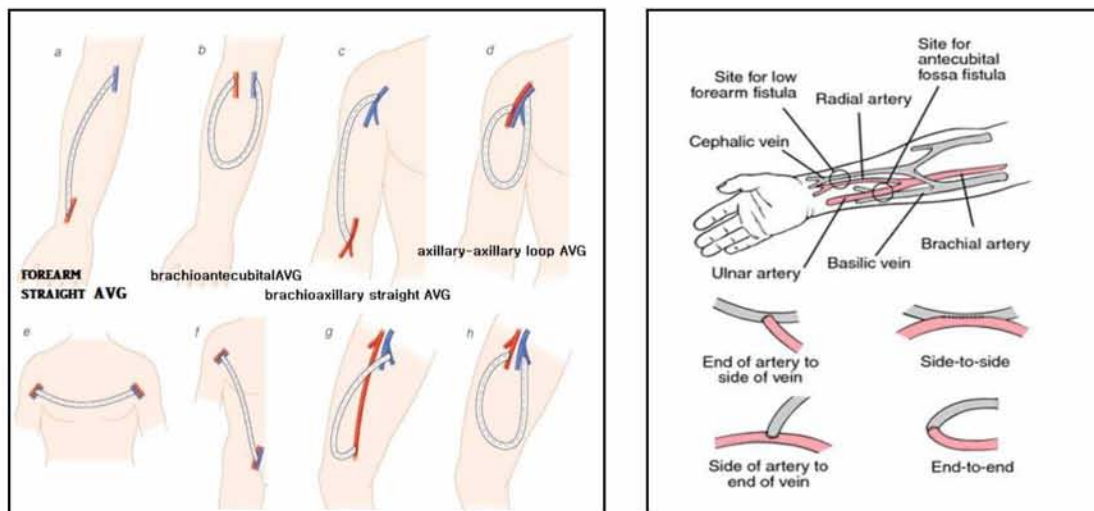


Εικόνα 3. Στάδια εξέλιξης αγγειακής προσπέλασης (από Beathard G.A., et al. Definitions and End Points for Interventional Studies for Arteriovenous Dialysis Access. Clin. J Am Soc Nephrol. 2018;13(3):501-512). [[40]

Η Ωρίμανση

Σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες KDOQI 2006 (Updates Clinical Practice Guidelines and Recommendations) [34] μια αυτόλογη ΑΦΕ κρίνεται ώριμη αν 6 εβδομάδες μετά την δημιουργία της το αγγείο έχει διάμετρο ≥ 6 χιλ, ροή ≥ 600 ml/min και βρίσκεται σε απόσταση < 6 χιλ από το δέρμα (*Rule of 6s*). Για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αιμοκάθαρση θα πρέπει να έχει και 10εκ. ευθεία πορεία ή τουλάχιστον 2 ευθεία τμήματα που να μπορούν να παρακεντηθούν με 2 βελόνες. Σύμφωνα με τον ορισμό KDOQI 2019 [41], ώριμη ΑΦΕ ή αρτηριοφλεβικό μόσχευμα είναι εκείνα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αιμοκάθαρση με 2 βελόνες για περισσότερες από τα 2/3 των αιμοκαθάρσεων για 4 συνεχόμενες εβδομάδες.

Στην ΑΦΕ, μετά την αναστόμωση της αρτηρίας με την φλέβα, ακολουθούν μια σειρά από μεταβολές λειτουργικές και μορφολογικές που έχουν ως αποτέλεσμα όσον αφορά το φλεβικό τμήμα, την πάχυνση του τοιχώματος, την αύξηση της διαμέτρου της φλέβας, και την αύξηση της ταχύτητας ροής. Όσον αφορά την αρτηρία, η απότομη πτώση των περιφερικών αντιστάσεων οδηγεί σε αύξηση της ταχύτητας ροής ενώ μπορεί να παρατηρηθεί και αύξηση της διαμέτρου του αγγείου, κυρίως σε αγγεία μικρής διαμέτρου. Οι Wedgewood et al. [42] αναφέρουν ότι μετά την δημιουργία ΑΦΕ με την κερκιδική αρτηρία, ακριβώς μετά την επέμβαση διαπιστώθηκε αύξηση της ροής από 21.6 ± 20.8 ml/min σε 208 ± 175 ml/min. Σε μια ώριμη καλά λειτουργούσα αυτόλογη αναστόμωση η ροή μπορεί να είναι 600 έως 1200ml/min. Για τα αρτηριοφλεβικά μόσχευμα απαιτούνται 3-6 εβδομάδες για την ενσωμάτωσή τους στους περίξ ιστούς, ενώ υπάρχουν διαθέσιμα και μόσχευμα άμεσης παρακέντησης.



α

β

Εικόνα 4. α) Τύποι και θέσεις τοποθέτησης αρτηριοφλεβικών μοσχευμάτων, (από <http://www.mclarenhealthplan.org/>) και β) τρόποι αναστόμωσης ανάμεσα σε αρτηρία και φλέβα για την δημιουργία αυτόλογης ΑΦΕ (από <https://medical-dictionary.thefreedictionary.com/>).

1.4 Παράγοντες που επηρεάζουν την επιτυχή δημιουργία αγγειακής προσπέλασης

Με δεδομένο ότι ο στόχος δεν είναι απλά η αύξηση του αριθμού χειρουργικών επεμβάσεων για την δημιουργία αγγειακής προσπέλασης, αλλά η ανάγκη δημιουργίας μακροχρόνια λειτουργικών προσπελάσεων έχουν μελετηθεί παράγοντες που επηρεάζουν την επιτυχή ωρίμανση και την πρωτογενή και δευτερογενή βατότητα των αγγειακών προσπελάσεων που μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής [43].

A. παράγοντες που σχετίζονται με τον ασθενή

ηλικία, φύλο, φυλή, σακχαρώδης διαβήτης, περιφερική αρτηριακή νόσος, κάπνισμα, υπόταση, δείκτης μάζας σώματος, πρωτοπαθής νεφρική νόσος, θεραπεία υποκατάστασης και εξάρτηση από αιμοκάθαρση, κλινική κατάσταση, επιλογή προσπέλασης

B. προεγχειρητικά

- χρονικός προγραμματισμός δημιουργίας προσπέλασης,
- παράγοντες του αρτηριακού δικτύου (διάμετρος, αρτηριοσκλήρυνση, ροή και αντιδραστική υπεραιμία, ατελές παλαμιαίο τόξο, ανατομικές παραλλαγές)
- παράγοντες του φλεβικού δικτύου (διάμετρος, βάθος, διατασιμότητα, πορεία, παράπλευροι κλάδοι, στένωση κεντρικών φλεβών, ανατομικές παραλλαγές)

Γ. διεγχειρητικά

- εμπειρία χειρουργού
- τρόπος αναστόμωσης, γωνία αναστόμωσης, διεγχειρητικός έλεγχος ροής

Δ. μετεγχειρητικά

ροή την πρώτη μετεγχειρητική μέρα, χρόνος πρώτης παρακέντησης.

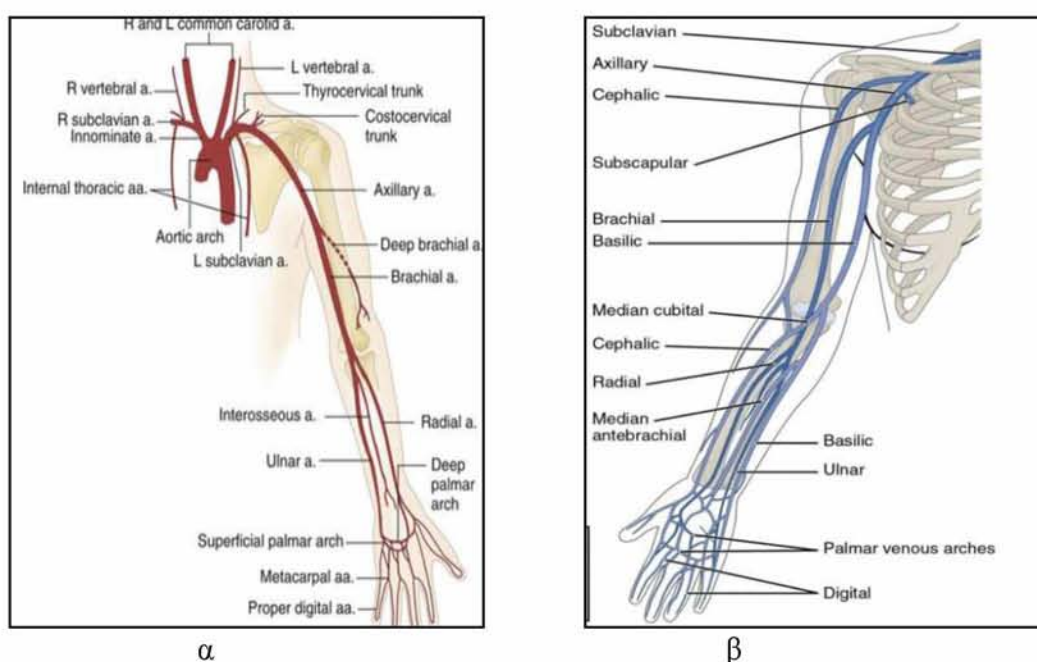
Από την βιβλιογραφία προκύπτει επίσης ότι οι αιμοδυναμικοί και ανατομικοί παράγοντες παίζουν τον μεγαλύτερο ρόλο στην διαδικασία της ωρίμανσης της αυτόλογης ΑΦΕ [46].

Κεφάλαιο 2. Στοιχεία ανατομίας αγγείων άνω άκρου

2.1 Αρτηριακό και φλεβικό δίκτυο άνω άκρου

Για την δημιουργία αυτόλογης ΑΦΕ ή μοσχεύματος πρέπει να υπάρχει τροφοφόρος αρτηρία και φλεβικό δίκτυο απορροής. Στην περίπτωση της ΑΦΕ, δημιουργείται αναστόμωση (τελικό-πλάγια, πλάγιο-πλάγια) ανάμεσα στην αρτηρία και την φλέβα με «αρτηριοποίηση» της φλέβας ώστε να μπορεί να παρακεντάται ενώ στην περίπτωση του μοσχεύματος το ένα άκρο αναστομώνεται με την αρτηρία και το άλλο με την φλέβα, και παρακεντάται το σώμα του μοσχεύματος.

Ανατομικά το φλεβικό δίκτυο του άνω άκρου διακρίνεται σε επιπολής και εν τω βάθει με πολλαπλά σημεία επικοινωνίας μεταξύ των δύο δικτύων. Οι εν τω βάθει φλέβες είναι συνήθως ζεύγη και συνοδεύουν αρτηρίες. Οι κερκιδικές και ωλένιες φλέβες (σε ζεύγη) πορεύονται με την κερκιδική και ωλένια αρτηρία αντίστοιχα και στο επίπεδο του αγκώνα από το κάθε ζεύγος προκύπτει ένα κοινό στέλεχος, πάνω απ τον αγκώνα σχηματίζονται οι βραχιόνιες φλέβες που συνοδεύουν την βραχιόνιο αρτηρία και μεταπίπτουν στην μασχαλιαία φλέβα. Όσον αφορά το επιπολής δίκτυο, στο επίπεδο του καρπού διακρίνονται η βασιλική φλέβα και η κεφαλική φλέβα. Η κεφαλική φλέβα πορεύεται στη έξω πλευρά του πήχη, στη έξω επιφάνεια του αγκώνα και στην συνέχεια σε όλο το βραχίονα μέχρι την εκβολή της στην μασχαλιαία και τον σχηματισμό της υποκλειδίου φλέβας. Στο ύψος του αγκώνα διαμέσου της μεσοκεφαλικής επικοινωνεί με την βασιλική. Άλλος σημαντικός κλάδος της κεφαλικής σε αυτό το επίπεδο είναι η μέση φλέβα του αγκώνα η οποία διασχίζει λοξά τον αγκωνιαίο βόθρο και εκβάλλει στην βασιλική φλέβα.



Εικόνα 5. Αρτηριακό (α) και φλεβικό (β) δίκτυο άνω άκρου. (<https://slideplayer.gr/>)

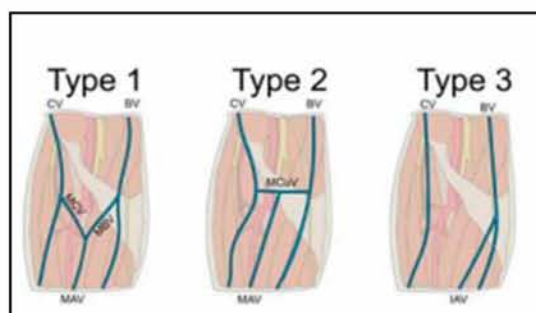
Η βασιλική φλέβα είναι επιπολής στο αντιβράχιο αλλά στον αγκώνα αλλάζει πορεία και βρίσκεται εν τω βάθει μέχρι την ένωσή της με την βραχιόνιο στην μασχαλιαία περιοχή και τον σχηματισμό της μασχαλιαίας φλέβας. Η μέση φλέβα του αντιβραχίου πορεύεται ανάμεσα στην κεφαλική και την βασιλική φλέβα και εκβάλλει στην βασιλική κάτωθεν του αγκώνα, στην μεσοκεφαλική ή και στις δυο (εικόνα 5B).

Όσον αφορά το αρτηριακό δίκτυο, στο επίπεδο του μείζονα στρογγύλου μυός η μασχαλιαία αρτηρία μεταπίπτει στην βραχιόνιο η οποία πορεύεται περιφερικά, βρίσκεται υποδόρια στον αγκωνιαίο βόθρο τον οποίο διατρέχει λοξά εκ των έσω προς τα έξω, και 1-2 εκ κάτωθεν του αγκώνα διαιρείται σε κερκιδική και ωλένια οι οποίες θα καταλήξουν στο εν τω βάθει και το επιπολής παλαμιαίο τόξο αντίστοιχα για την αγγείωση της άκρας χειρός ενώ κλάδος της ωλένιας είναι και η κοινή μεσόστεος αρτηρία χρήσιμη για την διασφάλιση παράπλευρης κυκλοφορίας (εικόνα 5A).

2.2 Ανατομικές παραλλαγές

Η ανωτέρω περιγραφή είναι γενική αφού στην πραγματικότητα έχουν περιγραφεί πολλαπλές ανατομικές παραλλαγές που αφορούν τόσο το αρτηριακό όσο και φλεβικό δίκτυο του άνω άκρου. Περιοχή με ιδιαίτερο ενδιαφέρον είναι ο αγκωνιαίος βόθρος όπου και έχουν περιγραφεί πολλαπλοί διαφορετικοί τύποι επιπολής φλεβικού δικτύου (εικόνα 6) [47].

Οι πιο συχνές παραλλαγές είναι ο τύπος 'N' (9-98%) με την μέση φλέβα του αντιβραχίου να καταλήγει στην μέση φλέβα του αγκώνα η οποία συνδέει την κεφαλική με την βασιλική φλέβα και ο τύπος 'M' (ή 'Y', 0,78-54,13%) όπου η μέση φλέβα του αντιβραχίου δίνει δύο κλάδους την μεσοκεφαλική και την μεσοβασιλική. Στον τύπο 3 (1,1-37%) δεν υπάρχει επικοινωνία μεταξύ κεφαλικής και βασιλικής.

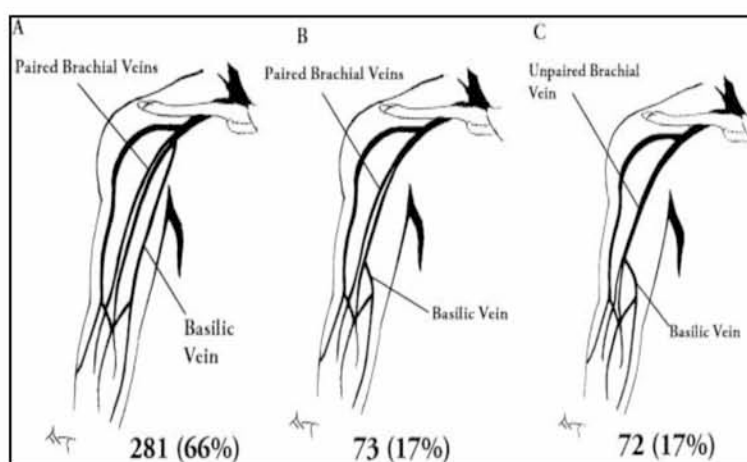


Εικόνα 6. Οι πιο συχνές παραλλαγές επιπολής φλεβικού δικτύου στον αγκωνιαίο βόθρο. Οι πιο συχνοί είναι οι τύποι 1 (ή 'Y') και 2 (ή 'H') (από Yammine K., Mirela Eric M. Patterns of the superficial veins of the cubital fossa: A meta-analysis. *Phlebology*, 2017;32 (6): 403–414.)

Στην μελέτη των Pires et al. [48] σε υγιής, βρέθηκε ότι στις γυναίκες πιο συχνός ήταν ο τύπος 3 (30%) ενώ στους άνδρες ο τύπος 1 (32%). Επίσης έχει αναφερθεί περίπτωση όπου η κεφαλική φλέβα (και στα δύο άνω άκρα) είχε υπερκλειδία πορεία και κατέληγε στην έξω σφαγιτίδα φλέβα [50]. Οι Jun et al [51] αναφέρουν περίπτωση αιμοκαθαιρόμενου ασθενή με βραχιονοκεφαλική αναστόμωση αριστερά που παρουσίαζε επαναλαμβανόμενα επεισόδια θρόμβωσης της

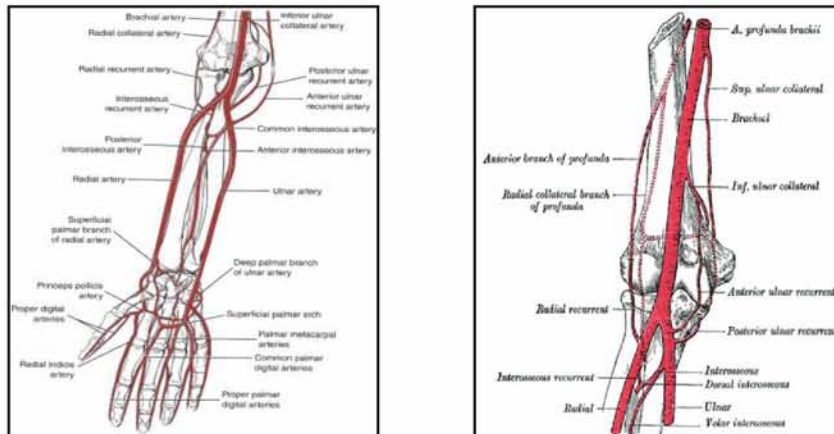
αναστόμωσης οφειλόμενα σε σοβαρή στένωση του τόξου της κεφαλικής φλέβας η οποία ακολουθούσε υπερκλείδια πορεία και κατέληγε στην έξω σφαγίτιδα.

Οι Anaya-Ayala et al. [52], διαπίστωσαν με προεγχειρητικό υπέρηχο ανατομικές παραλλαγές στις βραχιόνιες και την βασιλική φλέβα καθώς και παραλλαγές του σημείου εκβολής της βασιλικής στο σύστημα των βραχιονίων για τον σχηματισμό της μασχαλιαίας φλέβας (εικόνα 7). Στην περίπτωση της μονήρους βραχιονίου, συνιστάται από τους συγγραφείς να αποφεύγεται η αυτόλογη βραχιονοβασιλική ΑΦΕ για την διαφύλαξη του εν τω βάθει φλεβικού δικτύου και η κατά προτίμηση τοποθέτηση αρτηριοφλεβικού μοσχεύματος αφού σε περίπτωση αποτυχίας θα οδηγήσει σε απόφραξη της απορροής του εν τω βάθει δικτύου του άκρου [53]. Οι Lee et al. [54], βρήκαν αυτή την παραλλαγή με προεγχειρητικό υπέρηχο στο 19,3% των περιπτώσεων που μελέτησαν.



Εικόνα 7. Ανατομικές παραλλαγές του συστήματος των βραχιονίων και του σημείου εκβολής της βασιλικής φλέβας. (από Anaya-Ayala JE, et al. Prevalence of variant brachial-basilic vein anatomy and implications for vascular access planning. J Vasc Surg. 2011;53(3):720-724)

Οι ανατομικές παραλλαγές αφορούν και το αρτηριακό δίκτυο του άνω άκρου [55]. Η πιο συχνή αναφέρεται και ως «υψηλός διχασμός της βραχιονίου» όταν ο διχασμός εντοπίζεται στο άνω, μέσο ή εγγύς τμήμα του βραχίονα αντί για το επίπεδο του αυχένα της κερκίδας (εικόνα 8). Η συχνότητα αυτής της παραλλαγής ήταν 13,8% ενώ και οι Kian-Shapiro et al [56] την αναφέρουν σε ποσοστό 14,3%. Οι Valenti et al [57] με προεγχειρητικό υπέρηχο για την δημιουργία βραχιονοκεφαλικής αναστόμωσης βρήκαν υψηλό διχασμό βραχιονίου σε ποσοστό 12%. Στους 12 μήνες παρακολούθησης το ποσοστό αποτυχίας της ΑΦΕ ήταν 45% σε σχέση με το 23% στην περίπτωση φυσιολογικού διχασμού βραχιονίου αρτηρίας. Στην μελέτη των Tsoucalas et al [58] ο υψηλός διχασμός βραχιονίου αναφέρεται σε ποσοστό 8%, ενώ η πιο συχνή παραλλαγή ήταν η υψηλή έκφυση κερκιδικής (15%). Η κερκιδική αρτηρία που συχνά χρησιμοποιείται για την δημιουργία ΑΦΕ μπορεί να εκφύεται από την μασχαλιαία, από το εγγύς, μέσο ή άνω τμήμα της βραχιονίου και να πορεύεται σε επιφανειακή θέση μέχρι τον αγκώνα ακολουθώντας στην συνέχεια στον πήχη την πορεία της φυσιολογικής κερκιδικής.



Εικόνα 8. Βραχιόνιος αρτηρία, πορεία, διχασμός και κλάδοι
 (https://en.wikipedia.org/wiki/Brachial_artery#/media/File:Gray526.png)

Η συμβολή του προεγχειρητικού υπερηχογραφικού ελέγχου

Η υπερηχογραφική μελέτη της ανατομίας των αρτηριών και φλεβών του άνω άκρου κατά τον προγραμματισμό της δημιουργίας αγγειακής προσπέλασης μπορεί να οδηγήσει στην ανεύρεση ανατομικών παραλλαγών οι οποίες σχετίζονται με μειωμένη λειτουργικότητα και αυξημένο ποσοστό μη ωρίμανσης της αγγειακής προσπέλασης, και ταυτόχρονα να αναδείξει εναλλακτικές επιλογές για την δημιουργία ΑΦΕ.

Η φλεβική επιστροφή πραγματοποιείται από το επιφανειακό δίκτυο στο εν τω βάθει (η κεφαλική φλέβα στην μασχαλιαία φλέβα, η βασιλική στο σύστημα των βραχιονίων) που διασφαλίζεται από την παρουσία βαλβίδων. Παράλληλα υπάρχουν και διατιτρώσες από το επιφανειακό προς το εν τω βάθει σύστημα σε θέσεις που μπορεί να ποικίλουν. Οι βαλβίδες είναι σημείο που συχνά δημιουργούνται θρόμβοι επηρεάζοντας την απορροή της αναστόμωσης και μπορούν να αναδειχθούν με τον υπερηχογραφικό έλεγχο. Οι παράπλευρες φλέβες είναι σημαντικές γιατί μπορεί να χρησιμοποιηθούν για ανακατασκευή μιας στενωτικής περιοχής ως φλέβες απορροής και να οδηγήσουν στην ωρίμανση της ΑΦΕ. Φλεβικοί κλάδοι που εκφύονται κοντά στο σημείο που έχει επιλεγεί για την αναστόμωση μπορεί να οδηγήσουν σε μη ωρίμανση αν δεν απολινωθούν.

Μεταξύ του μέσου και εγγύς τρίτου του αντιβραχίου η κεφαλική φλέβα δίνει πλάγιο κλάδο που πορεύεται πλαγίως κατά μήκος του αγκώνα και ενώνεται εκ νέου με την κεφαλική στο τρίτο άπω τμήμα του βραχίονα (επικουρική κεφαλική ή πλάγιος κλάδος κεφαλικής). Όταν είναι παρούσα χρησιμεύει ως απορροή σε αναστόμωση αντίστροφης ροής με την εγγύς κερκιδική ή ως απορροή σε βραχιονοκεφαλική ΑΦΕ του άνω άκρου όταν η κεντρική φλέβα είναι αποφραγμένη. Η μέση φλέβα του αγκώνα δεν είναι πάντα παρούσα αλλά όταν υπάρχει μπορεί να χρησιμεύσει ως απορροή δεδομένου ότι είναι κοντά στην βραχιόνιο αρτηρία. Σε μερικούς ασθενείς η βασιλική φλέβα μπορεί να συνεχίζει ως αυτόνομος κλάδος έως την περιοχή της μασχάλης, παραλλαγή εύκολα αναγνωρίσιμη με υπέρηχο. Σε αυτή την περίπτωση είναι εξαιρετική επιλογή για την δημιουργία αναστόμωσης με μετάθεσή της και

ακόμα και σε αποτυχία δεν επηρεάζεται το εν τω βάθει δίκτυο. Η βραχιόνιος αρτηρία μέχρι το διχασμό της δίνει πολλούς κλάδους οι οποίοι παίζουν ρόλο στην διατήρηση παράπλευρης κυκλοφορίας στην περιοχή του αγκώνα. Αυτοί οι κλάδοι μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την αντιμετώπιση συνδρόμου υποκλοπής με την μέθοδο PAI (proximalization of arterial inflow) [59]. Ο υψηλός διχασμός της βραχιονίου είναι συχνός (15-20%) και δίνει μια μεγαλύτερης διαμέτρου ωλένια και πιο μικρή και επιφανειακή κερκιδική στον αγκώνα. Σε αυτή την περίπτωση η χρήση της κερκιδικής αρτηρίας για δημιουργία ΑΦΕ μπορεί να οδηγήσει σε αποτυχία ωρίμανσης ή καθυστερημένη ωρίμανση λόγω χαμηλής ροής. Κοντά στον καρπό η κερκιδική πορεύεται οπισθίως και δίνει τον επιφανειακό παλαμιαίο κλάδο πολύ μικρότερο σε διάμετρο που θα λάβει μέρος στο σχηματισμό του επιφανειακού παλαμιαίου τόξου. Η μη αναγνώριση αυτού του κλάδου και η χρήση του για αναστόμωση μπορεί να οδηγήσει σε αποτυχία ωρίμανσης. Η ωλένια αρτηρία αν και δεν χρησιμοποιείται συχνά στις ΑΦΕ είναι σημαντική για την εξασφάλιση της βατότητας του παλαμιαίου τόξου. Όταν είναι μικρή, αποφραγμένη ή απουσιάζει, υπάρχει αυξημένος κίνδυνος συνδρόμου υποκλοπής αν η κερκιδική χρησιμοποιηθεί για ΑΦΕ.

Κεφάλαιο 3. Η χρήση του υπερήχου στην διαδικασία δημιουργίας αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας

3.1 Ιστορική αναδρομή χρήσης υπερήχων στην αγγειακή προσπέλαση

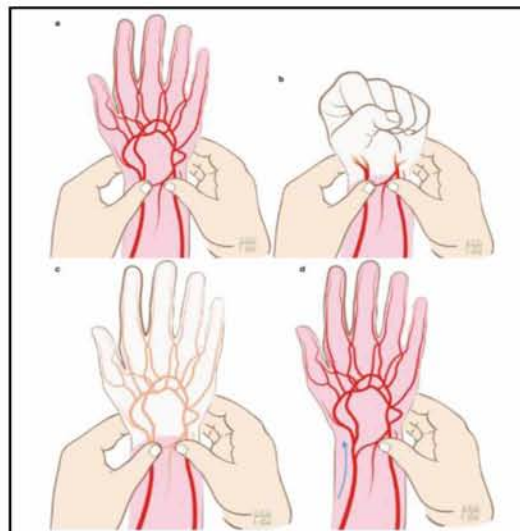
Μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1970 η απεικόνιση των αγγείων βασιζόταν κυρίως σε αγγειογραφικές μεθόδους (φλεβογραφία, αρτηριογραφία) με την πρώτη εκλεκτική στεφανιογραφία να πραγματοποιείται το 1948. Η ανάγκη για μη επεμβατικές μεθόδους, και η δυνατότητα λήψης λειτουργικών και ανατομικών πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο με την εξέλιξη της τεχνολογίας των υπερήχων (B-mode, Doppler, power Doppler) οδήγησαν στην ευρεία χρήση των υπερήχων όσον αφορά την διάγνωση και την παρακολούθηση των αγγειακών παθήσεων. Τα κύρια πλεονεκτήματα του υπερήχου ήταν η φορητότητα, η δυνατότητα επανάληψης χωρίς επιπλοκές για τον ασθενή, το μικρό οικονομικό κόστος. Έγινε σύγκριση των υπερήχων με την αρτηριογραφία στην διάγνωση της νόσου των καρωτίδων, στην εξέταση των αρτηριών κάτω άκρων, στην παρακολούθηση των αρτηριακών μοσχευμάτων ενώ από το 1982 ο υπερήχος είχε θέση και στον έλεγχο των φλεβών άνω και κάτω άκρων και στην διάγνωση της εν τω βάθει φλεβοθρόμβωσης, μετά από συγκριτικές μελέτες με την φλεβογραφία [60]. Η χρήση του υπερήχου επεκτάθηκε στην μελέτη των χαρακτηριστικών των αρτηριοφλεβικών αναστομώνσεων (αυτόλογων και μοσχευμάτων) με μέτρηση της ροής, της διαμέτρου των αγγείων και τις μεταβολές αυτών των παραμέτρων στο χρόνο. Οι Tordoir et al. [61] μελέτησαν την δυνατότητα διάγνωσης της στένωσης ΑΦΕ με χρήση υπερήχου και σύγκριναν τα αποτελέσματα με τα ευρήματα από αγγειογραφία, διαπιστώνοντας την πολύ καλή συσχέτιση τουλάχιστον όσον αφορούσε τις στενώσεις της απαγωγού φλέβας. Με την χρήση B-Mode και color Doppler μελετήθηκαν ΑΦΕ και αρτηριοφλεβικά μοσχεύματα με φυσιολογική λειτουργία και καταγράφηκαν ανατομικά χαρακτηριστικά και κυματομορφές Doppler. Οι Finlay et al [62] αναφέρουν την δυνατότητα διάγνωσης με τις υπερηχογραφικές τεχνικές των κυριότερων και πιο συχνών επιπλοκών όπως αρτηριακή και φλεβική στένωση, θρόμβωση μοσχεύματος, ανευρύσματα και ψευδοανευρύσματα, σύνδρομο υποκλοπής και λοίμωξη μοσχεύματος.

3.2 Μέθοδοι εξέτασης αγγείων άνω άκρων

3.2.1 Κλινική εξέταση

Μπορεί να γίνει γρήγορα, χωρίς κόστος και επί κλίνης. Ελέγχουμε για δυσμορφίες των άνω άκρων και χειρουργικές επεμβάσεις. Η παρουσία οιδήματος των άνω άκρων και του προσώπου και η παρουσία επίφλεβου σε συνδυασμό με ιστορικό τοποθέτησης κεντρικών φλεβικών καθετήρων μπορεί να σχετίζονται με παρουσία στένωσης των κεντρικών αγγείων. Ο έλεγχος των φλεβών γίνεται με και χωρίς την

χρήση περιχειρίδας (tourniquet) αρχικά στον πήχη και ακολούθως στον βραχίονα, και μελετώνται οι φλέβες σε καρπό, αντιβράχιο και αγκωνιαίο βόθρο [62]. Σημαντικά στοιχεία για την δημιουργία αγγειακής προσπέλασης είναι η διάμετρος, η ελικοειδής ή ευθεία πορεία του αγγείου, το μήκος, η απόσταση από το δέρμα, η συμπιεστότητα και η παρουσία παράπλευρων αγγείων [64]. Κατάλληλες θεωρούνται οι φλέβες με ελάχιστη εξωτερική διάμετρο 2mm χωρίς περιχειρίδα και 2,5 mm με περιχειρίδα, εμφανές αγγείο με επιφανειακή πορεία για τουλάχιστον 5 εκ, εύκολα ψηλαφητό και συμπιεστό και με “tap test” θετικό (χρήση περιχειρίδας για διάταση των φλεβών, επίκρουση και μετάδοση της δόνησης κατά μήκος του αγγείου). Για τον έλεγχο του αρτηριακού δικτύου γίνεται μέτρηση της αρτηριακής πίεσης και στα δύο άκρα, ψηλάφηση σφυγμού και διενέργεια Allen test για την εκτίμηση της βατότητας του αρτηριακού παλαμιαίου τόξου [65]. Για την διενέργεια του Allen test ο ασθενής σφίγγει τη γροθιά του και ακολούθως πιέζουμε και τις δύο αρτηρίες, κερκιδική και ωλένια (εικόνα 9). Ο ασθενής ανοίγει την γροθιά και παρατηρείται ωχρότητα της παλάμης. Ο εξεταστής απελευθερώνει την ωλένια μόνο και παρατηρεί την αποκατάσταση της αιμάτωσης στην επιφάνεια της παλάμης με επανεμφάνιση της ερυθρότητας η οποία πρέπει να συμβεί σε 5-15 δευτερόλεπτα. Εάν το χρώμα δεν επιστρέψει, σημαίνει ότι η κυκλοφορία από την ωλένια αρτηρία είναι ανεπαρκής ή απύσασα και η εξέταση θεωρείται παθολογική. Σε αυτή την περίπτωση η κερκιδική δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την δημιουργία αγγειακής προσπέλασης. Η ίδια διαδικασία ακολουθείται και για τον έλεγχο της κερκιδικής αρτηρίας και επαναλαμβάνεται και για το άλλο άκρο.



Εικόνα 9. Διενέργεια Allen test. α) Ψηλάφηση της κερκιδικής και ωλένιας αρτηρίας, β) συμπίεση και των δύο αρτηριών με τον ασθενή να σφίγγει τη γροθιά, γ) ωχρότητα της παλάμης δ) απελευθέρωση της ωλένιας αρτηρίας και επανεμφάνιση της ερυθρότητας στην παλάμη. (<https://thoracickey.com/radial-anatomy-and-pre-operative-evaluation>)

Η κλινική εξέταση δίνει περισσότερες πληροφορίες για το φλεβικό παρά για το αρτηριακό δίκτυο και συχνά είναι μη διαγνωστική σε παχύσαρκους ασθενείς, σε ασθενείς με προϋπάρχουσες αναστομώσεις ή παρουσία οιδήματος.

3.2.2 Εξέταση αγγείων άνω άκρων με υπέρηχο

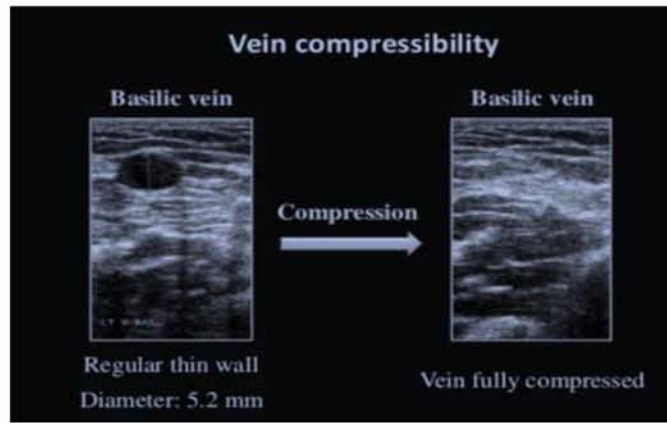
Για τον υπερηχογραφικό έλεγχο απαιτείται συσκευή με δυνατότητα B-mode, παλμικού και έγχρωμου Doppler, κεφαλή γραμμικής διάταξης συχνότητας 7MHz ή μεγαλύτερη για B-Mode και 5MHz ή μεγαλύτερη για την εξέταση Doppler. Η εξέταση πραγματοποιείται με τον ασθενή σε ύπτια και άνετη θέση σε ζεστό δωμάτιο για αποφυγή αγγειόσπασμου, ενώ και η γέλη πρέπει να έχει θερμανθεί. Αρχικά πραγματοποιείται η εξέταση των φλεβών χωρίς και με περιχειρίδα και ακολουθεί ο έλεγχος των αρτηριών, με καταγραφή των ευρημάτων, από το μη επικρατές άκρο αρχικά.

Έλεγχος φλεβών

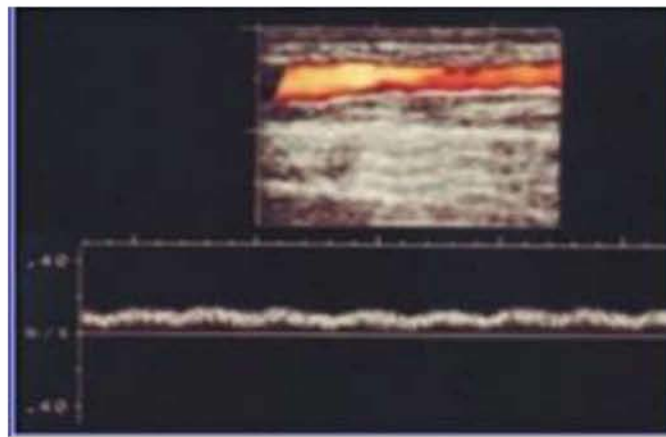
Ελέγχεται το επιφανειακό και εν τω βάθει δίκτυο, η ανατομική θέση, η διάμετρος, η απόσταση από το δέρμα, η πορεία, η συμπίεστικότητα, η διατασιμότητα, η βατότητα. Καταγράφονται ανατομικές παραλλαγές, επικουρικοί κλάδοι, σημεία στένωσης και διαταραχές της ηχογένειας του αυλού ενώ ελέγχονται και οι μεταβολές στις κυματομορφές Doppler ως έμμεσος δείκτης στένωσης κεντρικών φλεβών που θα χρειαστούν περαιτέρω έλεγχο. Η φλεβική διάμετρος μετράται πριν και μετά την τοποθέτηση περιχειρίδας κεντρικότερα για 2 λεπτά [66].

Εντοπίζεται η κεφαλική φλέβα περιφερικά και ελέγχεται η πορεία της στο αντιβράχιο με ταυτόχρονες μετρήσεις της διαμέτρου, συμπίεστικότητας και απόστασης από το δέρμα και την αρτηρία σε προκαθορισμένα σημεία. Οι μετρήσεις επαναλαμβάνονται μετά από τοποθέτηση περιχειρίδας στο αντιβράχιο. Ελέγχεται η κεφαλική φλέβα στον αγκωνιαίο βόθρο και το βραχίονα μέχρι την κατάληξή της στην μασχαλιαία φλέβα ενώ καταγράφονται και οι φλέβες του επιφανειακού δικτύου του αγκώνα, και γίνονται εκ νέου μετρήσεις που επαναλαμβάνονται και μετά από την τοποθέτηση περιχειρίδας στον κεντρικό βραχίονα. Ακολουθεί ο έλεγχος της βασιλικής φλέβας (διάμετρος, συμπίεστικότητα, ηχογένεια αυλού) σε όλο το μήκος έως την συμβολή της με την βραχιόνια, και οι μετρήσεις επαναλαμβάνονται μετά την τοποθέτηση περιχειρίδας [67].

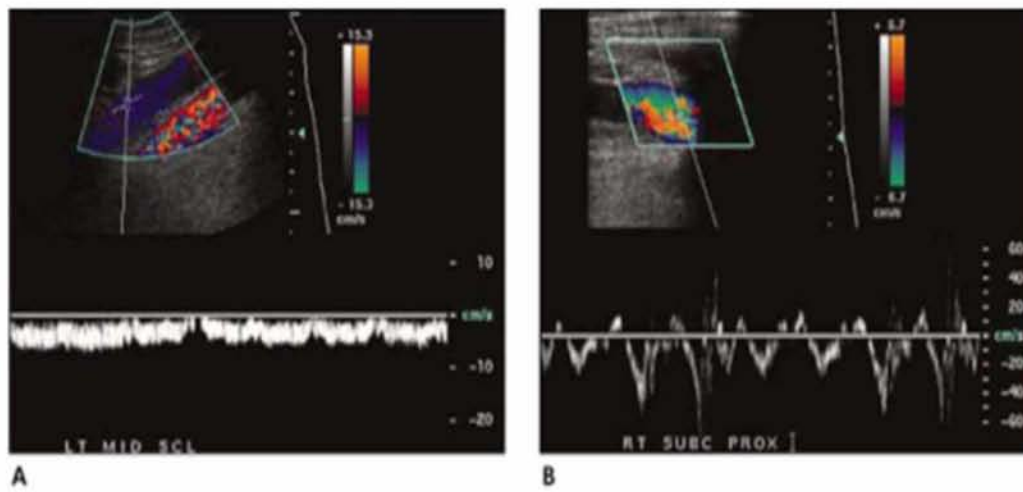
Φυσιολογικά οι φλέβες έχουν λεπτό ομαλό τοίχωμα με άνηχο αυλό (στην B-mode εξέταση) και με την εφαρμογή πίεσης με τον ηχοβολέα παρατηρείται πλήρης σύμπτωση των τοιχωμάτων με εξάλειψη του αυλού. Η μη συμπίεστικότητα συνδέεται συχνά με την παρουσία θρόμβου εντός του αυλού, που μπορεί να αναδειχθεί με color Doppler (με χαμηλό PRF). Κατά τον έλεγχο η φλέβα συμπιέζεται κάθε 1-2 εκ της πορείας της για την επιβεβαίωση της βατότητας (σε εγκάρσιες τομές κυρίως). Η διάμετρος της φλέβας μπορεί να επηρεαστεί από την παρουσία θρόμβου αλλά και από την αγγειοσύσπαση ή την αφυδάτωση (εικόνες 10-12) [68].



Εικόνα 10. Συμπιεστότητα βασιλικής φλέβας με πλήρη σύμπτωση των τοιχωμάτων και εξάλειψη του αυλού (Kerr SF et al. Clin. Radiol. 2010) [68]



Εικόνα 11. Έγχρωμο και pulsed Doppler κεφαλικής φλέβας (Mihmanli et al J Ultrasound med 2001)[69]



Εικόνα 12. Κυματομορφές Doppler (A) αριστερής υποκλειδίου φλέβας με ισχυρή υποψία στένωσης και B) δεξιάς υποκλειδίου φλέβας με φυσιολογική κυματομορφή (Chin et al J Ultrasound Med 2005) [70]

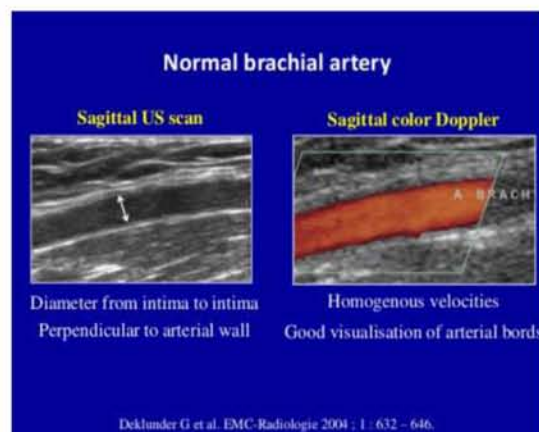
Έλεγχος αρτηριών

Ανατομικός έλεγχος

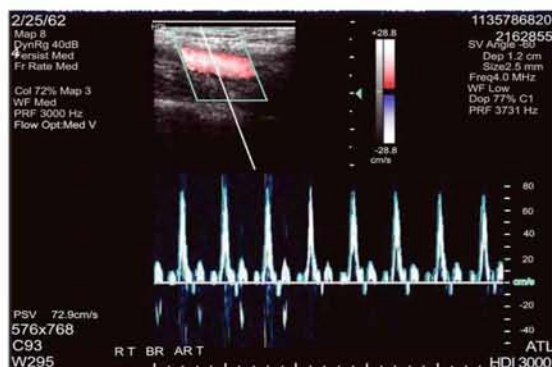
Ελέγχονται η κερκιδική, η ωλένια, η βραχιόνιος αρτηρία και ο διχασμός της, η μασχαλιαία αρτηρία με B-mode και color Doppler ενώ καταγράφονται και αναλύονται και οι κυματομορφές Doppler (μέτρηση PSV, EDV). Μελέτη κατά τον επιμήκη και εγκάρσιο άξονα με μέτρηση της εσωτερικής διαμέτρου (intima-intima), και έλεγχο του αρτηριακού τοιχώματος (πάχος έσω-μέσου χιτώνα (intima media thickness -IMT), παρουσία αποτιτανώσεων). Γίνεται καταγραφή της πορείας του αγγείου και έλεγχος για ανατομικές παραλλαγές, παρουσία σημείων στένωσης ή απόφραξης (εικόνες 13-15) [71].

Λειτουργικός έλεγχος

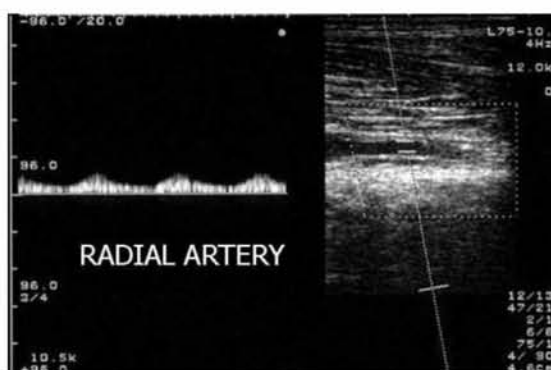
Κατά τον λειτουργικό έλεγχο πραγματοποιείται μέτρηση της ροής, και διενέργεια της δοκιμασίας αντιδραστικής υπεραιμίας με μέτρηση του δείκτη αντίστασης για την εκτίμηση της ικανότητας αύξησης της ροής μετά την δημιουργία της αναστόμωσης. Με τη δοκιμασία αντιδραστικής υπεραιμίας μελετάται η φυσιολογική αύξηση της ροής και η διατασιμότητα του αγγείου μετά από περίοδο ισχαιμίας με ταυτόχρονη μεταβολή της κυματομορφής Doppler από τριφασική υψηλών περιφερικών αντιστάσεων σε διφασική χαμηλών περιφερικών αντιστάσεων. Η μη αλλαγή της κυματομορφής και δείκτης αντίστασης $RI > 0,7$ είναι στοιχεία πτωχής ανταπόκρισης (εικόνα 16). Επίσης γίνεται έλεγχος της βατότητας του εν τω βάθει παλαμιαίου τόξου με το τροποποιημένο duplex Allen test (πίεση στην κερκιδική αρτηρία μέχρι την διακοπή της ροής και έλεγχος για αναστροφή ροής αν υπάρχει ικανοποιητική παράπλευρη κυκλοφορία) (εικόνες 17-18) [[72].



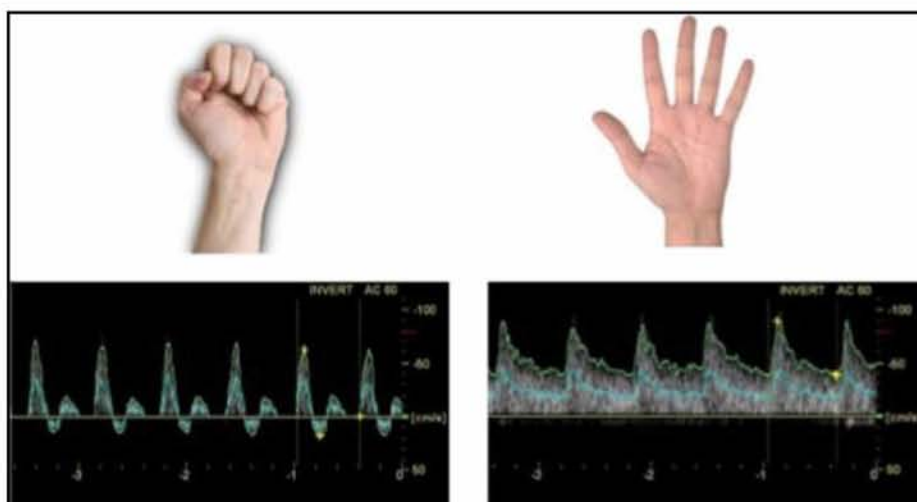
Εικόνα 13. Απεικόνιση φυσιολογικής βραχιονίου αρτηρίας (<https://www.slideshare.net/>)



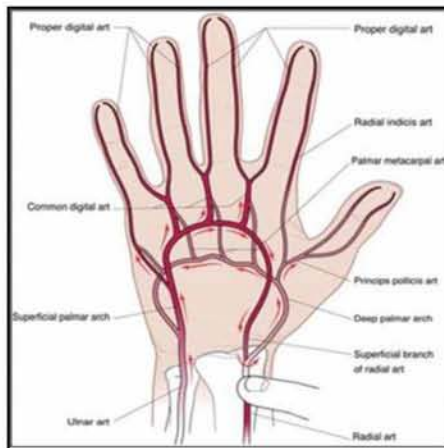
Εικόνα 14. Φυσιολογική κυματομορφή βραχιονίου αρτηρίας (υψηλών περιφερικών αντιστάσεων). (από Habib J, et al. Assessment of collateral circulation to the hand prior to radial artery harvest. *Vasc Med.* 2012;17(5):352-361.) [73]



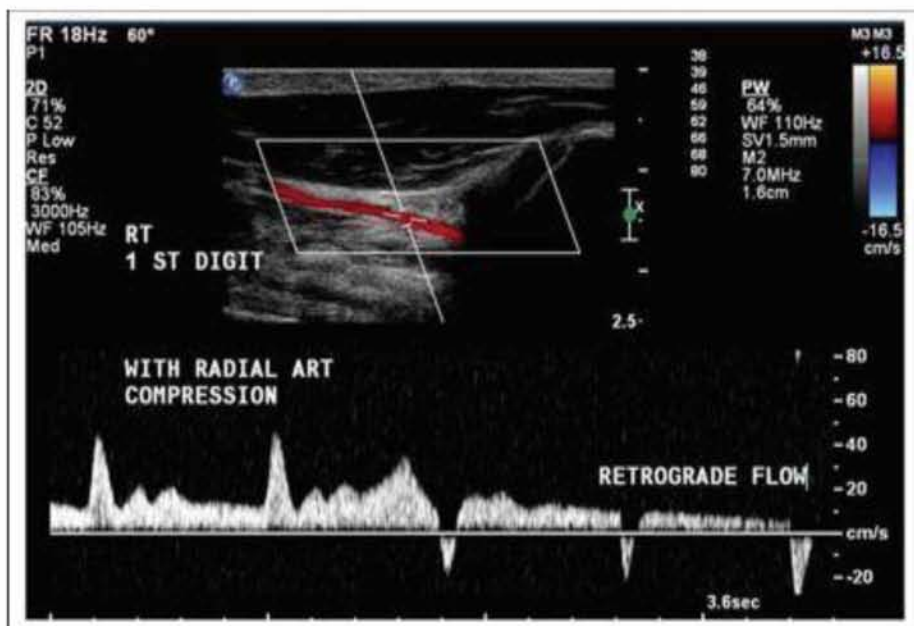
Εικόνα 15. Διαταραχή κυματομορφής Doppler («tardus parvus») κερκιδικής αρτηρίας σε ασθενή με στένωση υποκλειδίου αρτηρίας ομόπλευρα. (Cina A. et al. ECR 2007 Color Doppler sonography before and after AV haemodialysis fistulas preparation) [74]



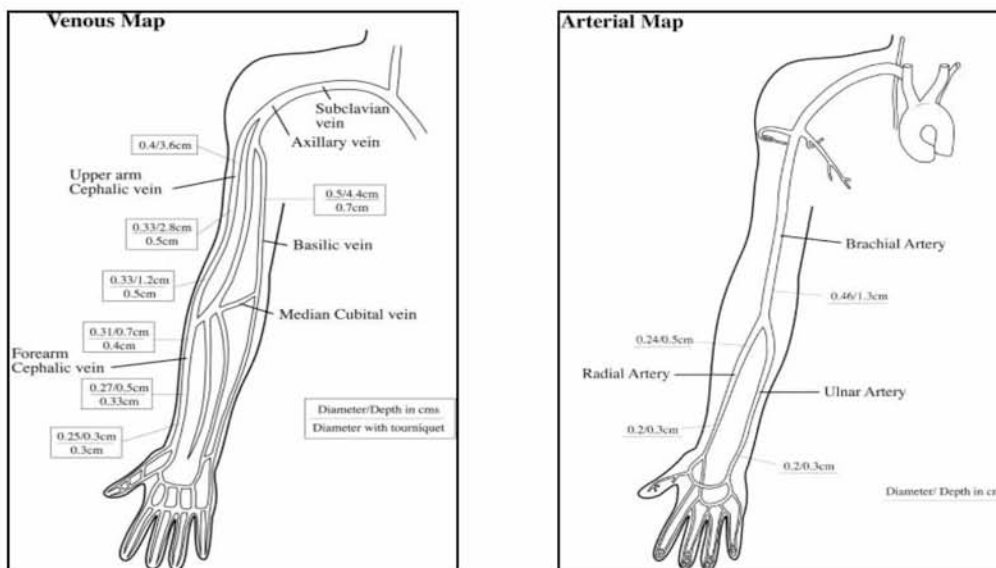
Εικόνα 16. Δοκιμασία αντιδραστικής υπεραιμίας: μεταβολή της κυματομορφής Doppler από τριφασική υψηλών περιφερικών αντιστάσεων(α) σε διφασική χαμηλών περιφερικών αντιστάσεων (β) με το άνοιγμα της παλάμης μετά από 2 λεπτά που έχει παραμείνει σε σφιχτή γροθιά (από Zamboli P., et al. Color Doppler ultrasound and arteriovenous fistulas for hemodialysis. *J.Ultrasound,* 2014;17:253–263) [75]



Εικόνα 17. Ανατομία αρτηριακού δικτύου άκρας χειρός, και ροή αίματος μετά από συμπίεση της κερκιδικής αρτηρίας. (Habib J, et al. Assessment of collateral circulation to the hand prior to radial artery harvest. Vasc. Med., 2012:17(5):352-361) [73]



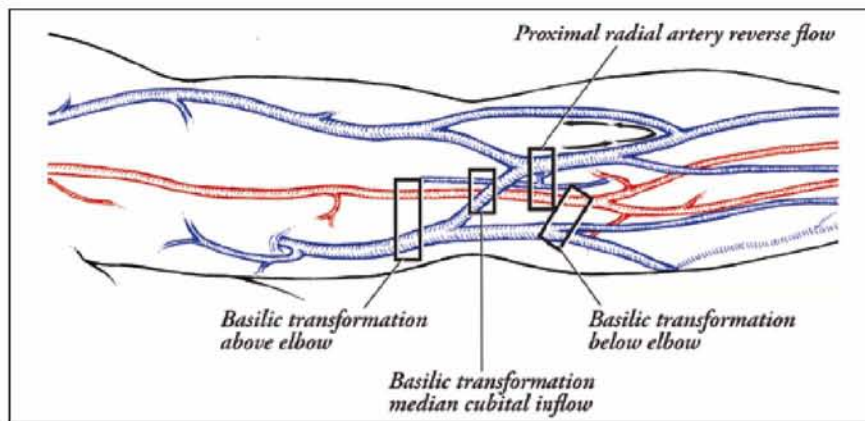
Εικόνα 18. Τροποποιημένο duplex Allen test. Υπερηχογραφικός έλεγχος αρτηριακής ροής μετά από συμπίεση της κερκιδικής αρτηρίας. Αναστροφή της ροής αν υπάρχει ικανοποιητική παράπλευρη κυκλοφορία. (Habib J, et al. Assessment of collateral circulation to the hand prior to radial artery harvest. Vasc Med. 2012:17(5):352-361) [73]



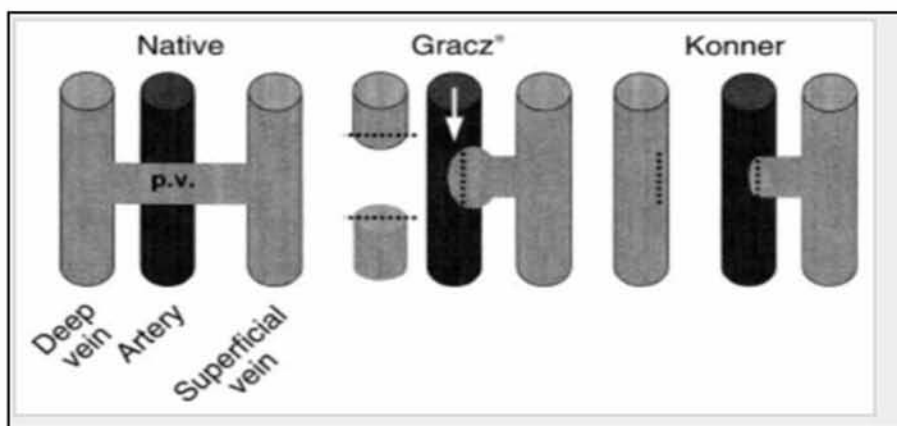
Εικόνα 19. Καταγραφή ευρημάτων αρτηριακού και φλεβικού υπερηχογραφικού ελέγχου. Για τις φλέβες καταγράφεται η διάμετρος με και χωρίς περιέδση και η απόσταση από το δέρμα. Για τις αρτηρίες καταγράφεται η διάμετρος και η απόσταση από το δέρμα. (Brown B. W. G. Preoperative Radiological Assessment for Vascular Access. Eur J Vasc Endovasc Surg 2006;31:64–69) [76]

Επιλογή φλέβας

Με βάση τον ορισμό των KDOQI 2006 [77] για τα κριτήρια της ώριμης ΑΦΕ, ο σκοπός της μελέτης είναι η ανεύρεση σημείου στο φλεβικό δίκτυο στο οποίο αν γίνει η αναστόμωση, θα μπορεί να ωριμάσει σε βαθμό ώστε να παρακεντάται και να εξασφαλίζεται επαρκής κάθαρση. Οι φλέβες με διάμετρο $>2-2.5\text{mm}$ πιο πιθανόν θα διαταθούν σε ικανοποιητικό βαθμό αν δεν έχουν τοιχωματικές βλάβες από προηγούμενες παρακενήσεις, επεισόδια θρομβοφλεβίτιδας ή θρόμβωσης με επανασηραγγοποίηση [78]. Η αύξηση της διαμέτρου κατά 40-50% της αρχικής μετά την τοποθέτηση περιχειρίδας σημαίνει καλή διατασιμότητα του αγγείου και συνδέεται με μεγαλύτερη πιθανότητα ωρίμανσης της αναστόμωσης. Ιδανικά θα πρέπει να είναι σε βάθος $<6\text{mm}$ και να υπάρχει ικανοποιητικό ευθύ τμήμα του αγγείου. Αν εντοπίσουμε φλεβικό σημείο με αυτά τα χαρακτηριστικά, ελέγχουμε την παρουσία παράπλευρων κλάδων στο σημείο που επιλέξαμε για την αναστόμωση, αφού η παρουσία τους μπορεί να οδηγήσει σε αποτυχία ωρίμανσης, ελέγχουμε την φλέβα σε όλη την πορεία της για σημεία στένωσης, ανατομικές παραλλαγές, παρουσία βαλβίδων και τις καταγράφουμε, καθώς και την εκβολή της σε κεντρικότερα αγγεία, γιατί θα πρέπει να εξασφαλίζεται βατό και επαρκές φλεβικό δίκτυο απορροής. Αν με τον υπερηχογραφικό έλεγχο βρεθούν στοιχεία που να θέτουν ισχυρή υποψία στένωσης κεντρικών φλεβών, περαιτέρω έλεγχος με φλεβογραφία είναι απαραίτητος. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε ασθενείς με ιστορικό τοποθέτησης κεντρικών φλεβικών καθετήρων, βηματοδότη ή port a cath, αφού έχει διαπιστωθεί ότι οι στενώσεις κεντρικών φλεβών σχετίζονται με αυξημένο κίνδυνο αποτυχία της αναστόμωσης. Η απόσταση από την αρτηρία είναι επίσης σημαντική δεδομένου ότι όσο πιο κοντά είναι τα αγγεία τόσο λιγότεροι χειρισμοί θα χρειαστούν [79].



Εικόνα 22. Σημεία δημιουργίας ΑΦΕ στην περιοχή του αγκώνα (Shenoy S. Surgical anatomy of upper arm: what is needed for AVF planning. J Vasc Access, 2009:10(4):223-232.)



Εικόνα 23. Τροποποιημένη τεχνική δημιουργίας ΑΦΕ μεταξύ της διαπυρώσας φλέβας και της βραχιονίου αρτηρίας για την διαφυλάξη του εν τω βάθει φλεβικού δικτύου (Konner K, et al. Tailoring the initial vascular access for dialysis patients. Kidney Int., 2002:62(1):329-338) [83]

Επιλογή αρτηρίας

Μια καλά λειτουργούσα ΑΦΕ πρέπει να έχει ροή $\geq 600\text{ml/min}$ που εξαρτάται από την παροχή της δότριας αρτηρίας. Αυτή με την σειρά της εξαρτάται από την διάμετρο του αγγείου και από την ικανότητα του αγγείου να διαταθεί (κυρίως στα μικρής διαμέτρου αγγεία) που με την σειρά της επηρεάζεται από την ποιότητα του τοιχώματος της αρτηρίας. Μετά την αναστόμωση παρατηρείται μια αύξηση της ροής στην αρτηρία κατά 10-25 φορές της βασικής ροής [78]. Η ικανότητα ανταπόκρισης της αρτηρίας στα ανωτέρω ζητούμενα μελετάται με τη δοκιμασία αντιδραστικής υπεραιμίας και την μέτρηση του δείκτη αντίστασης. Θα πρέπει επίσης να εξασφαλίζεται η αιμάτωση της άκρας χειρός (βατό παλαμιαίο τόξο και ωλένιος αρτηρία) αλλά και να μειώνεται η πιθανότητα συνδρόμου υποκλοπής. Για την επιλογή της αρτηρίας εξετάζονται η ανατομία, η διάμετρος και η παρουσία τοιχωματικών αλλοιώσεων, η κυματομορφή Doppler και η ροή.

Η κερκιδική αρτηρία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δότρια αρτηρία σε οποιοδήποτε σημείο της πορεία της. Τα πρώτα 4-5 εκ εκατοστά της μετά τον διχασμό της βραχιονίου αναφέρονται και ως εγγύς κερκιδική. Εάν επιλεγεί αυτό το σημείο για την αναστόμωση (με την κεφαλική ή την βασιλική φλέβα ή για τοποθέτηση μοσχεύματος) είναι σημαντικό να γίνεται μετά τα 2εκ από το διχασμό για να εκμεταλλευτούμε την αυξημένη διάμετρο του αγγείου χωρίς αύξηση του κινδύνου για σύνδρομο υποκλοπής. Η διάμετρός της δεν παρουσιάζει σημαντική διαφορά μέχρι το επίπεδο του καρπού ενώ έχει μικρότερη ροή σε σχέση με την βραχιόνιο αρτηρία [85].

Διάμετρος >2mm για την κερκιδική αρτηρία αρχής γενομένης από το πιο περιφερικό της τμήμα (ανατομική ταμπακοθήκη και καρπός) συνδέεται με μεγαλύτερη επιτυχία ωρίμανσης της αναστόμωσης [86], με απουσία τοιχωματικών αλλοιώσεων που θα εμποδίσουν την διεύρυνση του αγγείου, κυματομορφή Doppler τριφασικού pattern με θετική δοκιμασία αντιδραστικής υπεραιμίας και βατό παλαμιαίο τόξο (με βάση το Allen test) κατευθύνουν ως προς την δυνατότητα δημιουργίας αναστόμωσης. Για τα αγγεία μεγαλύτερης διαμέτρου οι τοιχωματικές αλλοιώσεις είναι λιγότερο σημαντικές από την διάμετρο από την οποία εξαρτάται κυρίως η ροή.

Στις πιο κεντρικές αναστομώσεις βασικό ρόλο παίζει επίσης και η διάμετρος της αναστόμωσης η οποία αν είναι 4-5 χιλ είναι κατάλληλη για την παροχή επαρκούς ροής κατά την ωρίμανση της προσπέλασης χωρίς αυξημένο κίνδυνο για φαινόμενο υποκλοπής αλλά και με μειωμένο κίνδυνο για επιβάρυνση της καρδιακής λειτουργίας λόγω υπερδυναμικής κυκλοφορίας [79].

Κατά τον σχεδιασμό της δημιουργίας αγγειακής προσπέλασης ακολουθούνται οι γενικές οδηγίες [80],[88]:

- κατά προτίμηση δημιουργία στο μη επικρατές άκρο
- όσο το δυνατόν πιο περιφερικά
- διασφάλιση για μελλοντικές θέσεις δημιουργίας προσπέλασης
- πρώτη επιλογή αυτόλογη κερκιδοκεφαλική ΑΦΕ στον καρπό (διάμετρος κεφαλικής φλέβας στο καρπό >2.5mm και κερκιδικής αρτηρίας >2mm)
ακολουθώς
- αυτόλογη βραχιονοκεφαλική ΑΦΕ στον αγκώνα (διάμετρος κεφαλικής φλέβας στον αγκώνα >2.5mm και βραχιόνιος αρτηρία >4mm)
ακολουθώς
- αυτόλογη βραχιονοβασιλική ΑΦΕ στον αγκώνα (διάμετρος βασιλικής φλέβας στον αγκώνα >2.5mm και βραχιόνιος αρτηρία >4mm) με πιθανή μετάθεση βασιλικής φλέβας
ή

-αρτηριοφλεβικό μόσχευμα (αν φλεβική διάμετρος >4mm) κατά σειρά προτίμησης: αρτηριοφλεβικό μόσχευμα τύπου αγκύλης στο αντιβράχιο, αρτηριοφλεβικό μόσχευμα ευθύ στο βραχίονα.

Οι Persic et al [93] μελέτησαν με προεγχειρητικό υπερηχογραφικό έλεγχο 129 ασθενείς (και τα δύο άκρα), ηλικίας 65-93 ετών, για την δημιουργία ΑΦΕ. Διαπίστωσαν ότι στο 32% ήταν δυνατή η δημιουργία ΑΦΕ σε μία μόνο θέση, στο 17% σε δύο θέσεις, στο 23% σε τρεις, στο 18% σε 4 διαφορετικές θέσεις ενώ στο 10% δεν ήταν δυνατή η δημιουργία ΑΦΕ. Στο 84% των ασθενών δημιουργήθηκε ΑΦΕ, χωρίς σημαντική διαφορά ανάμεσα σε διαβητικούς και μη διαβητικούς ή ανάμεσα σε άνδρες και γυναίκες.

Ήδη από το 1998 από τους Silva et al [94] αναφέρονται τα ανωτέρω υπερηχογραφικά κριτήρια επιλογής αρτηριών και φλεβών κατάλληλων για αγγειακή προσπέλαση. Για το αρτηριακό δίκτυο εσωτερική αρτηριακή διάμετρος $\geq 2.0\text{mm}$, απουσία διαφοράς αρτηριακής πίεσης $\geq 20\text{mmHg}$ μεταξύ των δύο άκρων, βατό παλαμιαίο τόξο. Για το φλεβικό δίκτυο φλεβική εσωτερική διάμετρος $\geq 2.5\text{mm}$ για ΑΦΕ και $\geq 4\text{mm}$ για αρτηριοφλεβικό μόσχευμα, συνέχεια του αγγείου με το εν τω βάθει φλεβικό δίκτυο, απουσία στενώσεων ή σημείων απόφραξης, απουσία ομόπλευρης στένωσης ή απόφραξης κεντρικών φλεβών. Στην ανωτέρω μελέτη η εφαρμογή της προεγχειρητικής χαρτογράφησης οδήγησε σε μείωση του ποσοστού πρώιμης αποτυχίας στις αυτόλογες ΑΦΕ από 36% στο 8,3%, αύξηση των ΑΦΕ από το 14% στο 63% των ασθενών, αλλά και αύξηση της πρωτογενούς βατότητας στο ένα έτος στο 83%.

Κεφάλαιο 4. Η επίδραση της προεγχειρητικής υπερηχογραφικής μελέτης στην δημιουργία και την ωρίμανση της αγγειακής προσπέλασης μέσα από μελέτες.

4.1 Μελέτες σύγκρισης με την κλινική εξέταση και την φλεβογραφία

Μέχρι την εισαγωγή του προεγχειρητικού υπερήχου στην διαδικασία ελέγχου για την δημιουργία αγγειακής προσπέλασης, η απόφαση σχετικά με τον τύπο και την θέση δημιουργίας βασιζόταν αποκλειστικά στην κλινική εξέταση, την λήψη ιστορικού και την εμπειρία του χειρουργού. Τα αποτελέσματα της εφαρμογής του υπερηχογραφικού ελέγχου αναπόφευκτα συγκρίθηκαν με αυτά της κλινικής εξέτασης αλλά και με άλλες απεικονιστικές μεθόδους .

Έγινε αναδρομική ανασκόπηση ασθενών που μελετήθηκαν προεγχειρητικά με φλεβογραφία, φλεβογραφία και υπέρηχο ή μόνο υπέρηχο [95]. Μια αυτόλογη αναστόμωση δημιουργήθηκε στο 69,1% και 91,4% αντίστοιχα των ομάδων φλεβογραφίας και υπερήχου ενώ στην ομάδα με τον συνδυασμό των δύο εξετάσεων όλοι οι ασθενείς είχαν αυτόλογες ΑΦΕ. Αν και με την φλεβογραφία είχε προταθεί η τοποθέτηση αρτηριοφλεβικού μοσχεύματος σε 2 ασθενείς, τελικά με τον υπέρηχο βρέθηκε αγγείο κατάλληλης διαμέτρου για αυτόλογη ΑΦΕ. Ο υπέρηχος αποδείχθηκε ανώτερος της φλεβογραφίας εκτός των περιπτώσεων κεντρικής στένωσης.

Οι Allon et al [96] δημοσίευσαν τα αποτελέσματα μελέτης για την επίδραση του προεγχειρητικού υπερήχου στον τύπο και την έκβαση των αγγειακών προσπελάσεων. Όλοι οι ασθενείς υποβλήθηκαν σε υπερηχογραφικό έλεγχο προεγχειρητικά και το πλάνο της επέμβασης βασίστηκε στα δεδομένα του υπερήχου. Διαπιστώθηκε αύξηση στην δημιουργία αυτόλογων αναστομών από 34% στο 64% με τον προεγχειρητικό υπέρηχο και αύξηση του ποσοστού καταλληλότητας για αιμοκάθαρση από 46% σε 54% η οποία αφορούσε κατά κύριο λόγο τις αναστομές στο αντιβράχιο ενώ για τις αναστομές στον βραχίονα δεν διαπιστώθηκε βελτίωση. Το μεγαλύτερο όφελος ήταν σε γυναίκες και σε διαβητικούς ασθενείς ενώ διαπιστώθηκε σημαντική αύξηση του ποσοστού των ασθενών που εντάχθηκαν σε αιμοκάθαρση μέσω αρτηριοφλεβικής αναστόμωσης από το 16% στο 34%.

Ο Malonrē [97] αναφέρει ότι μόνο το 46,5% των ασθενών είχαν εμφανείς φλέβες κατά την κλινική εξέταση, σε αντίθεση με το 77, 4% αυτών που υποβλήθηκαν σε υπερηχογράφημα και βρέθηκαν κατάλληλες φλέβες. Στην τυχαίοποιημένη μελέτη των Mihmanli et al [98] βρέθηκε ότι η αποτυχία της ΑΦΕ ήταν υψηλή (25%) στην ομάδα της κλινικής εξέτασης σε σχέση με το 6% αποτυχίας στην ομάδα του υπερήχου. Οι Kakkos et al [99] αναφέρουν ότι με την χρήση υπερήχου διαπιστώθηκε αύξηση στο ποσοστό δημιουργίας αρτηριοφλεβικής αναστόμωσης στο βραχίονα από 12% στο 53% και ταυτόχρονη μείωση των μοσχευμάτων από 55% στο 19%.

Παράλληλα αυξήθηκαν σημαντικά και τα ποσοστά ωρίμανσης από 75%-50%-30% σε 79%-82%-86% μετά την χρήση προεγχειρητικού υπερήχου για κερκιδοκεφαλικές, βραχιονοκεφαλικές και βραχιονοβασιλικές αυτόλογες ΑΦΕ αντίστοιχα.

Σε προοπτική τυχαιοποιημένη μελέτη των Hossain et al [100] διαπιστώθηκε ότι χωρίς την χρήση υπερηχογραφικού ελέγχου ο κίνδυνος αποτυχίας της ΑΦΕ ήταν 3,56 φορές μεγαλύτερος ενώ μεγαλύτερο ήταν και το ποσοστό εγκατάλειψης της αυτόλογης ΑΦΕ κατά 2,63 φορές. Στον ένα χρόνο το 32% των ΑΦΕ δεν είχε παρακεντηθεί σε σχέση με το 12% της ομάδας του υπερήχου ενώ και η δευτερογενής βατότητα στον ένα χρόνο ήταν σαφώς μικρότερη (59% στην ομάδα κλινικής εξέτασης σε σχέση με 73% στην ομάδα προεγχειρητικού υπερήχου). Ο συνδυασμός υπερηχογραφικού ελέγχου και κλινικής εξέτασης είχε καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με την κλινική εξέταση μόνη της στην μελέτη των Mat Said et al [101]. Την πρώτη μετεγχειρητική ημέρα το 98,7% των ΑΦΕ είχαν ροίζο έναντι του 93,7% στην ομάδα της κλινικής εξέτασης ενώ στις 6 εβδομάδες το 92,2% και το 72% των ασθενών αντίστοιχα είχαν λειτουργική ΑΦΕ. Οι ΑΦΕ στην ομάδα του συνδυασμού κλινικής εξέτασης και προεγχειρητικού υπερήχου είχαν μεγαλύτερη πιθανότητα βατότητας κατά 5,7 φορές και 3,76 φορές στις 6 εβδομάδες και τους 3 μήνες αντίστοιχα σε σχέση με την ομάδα κλινικής εξέτασης καθώς και 3,08 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα καταλληλότητας για χρήση στην αιμοκάθαρση.

Οι Wong et al [102] δημοσίευσαν μια συστηματική ανασκόπηση 3 τυχαιοποιημένων μελετών για την επίδραση του προεγχειρητικού υπερήχου στην έκβαση των ΑΦΕ σε σχέση με την κλινική εξέταση. Σε σύνολο 402 ασθενών, 214 μελετήθηκαν με υπέρηχο προεγχειρητικά και 188 με κλινική εξέταση. Από τις μελέτες οι δύο αναφέρουν σημαντικό πλεονέκτημα της χρήσης υπερήχου ενώ στην τρίτη δεν προέκυψε διαφορά στο αποτέλεσμα. Σε μετα-ανάλυση [103] 4 μελετών με 450 ασθενείς έγινε σύγκριση της επίδρασης της πραγματοποίησης ή όχι υπερήχου ρουτίνας πριν την δημιουργία ΑΦΕ. Δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά ως προς τον αριθμό των ΑΦΕ που δημιουργήθηκαν, το ποσοστό των ΑΦΕ που ωρίμασαν στους έξι μήνες, τον αριθμό των ΑΦΕ που επιτυχώς χρησιμοποιήθηκαν για αιμοκάθαρση. Επίσης δεν μειώθηκε ο αριθμός των ασθενών που ξεκίνησαν αιμοκάθαρση με κεντρικό φλεβικό καθετήρα.

Οι Georgiadis et al [104] δημοσίευσαν μια συστηματική ανασκόπηση και μετα-ανάλυση 5 μελετών (574 ασθενείς) με σύγκριση προεγχειρητικού υπερήχου ρουτίνας σε σχέση με κλινική εξέταση και επιλεκτική χρήση υπερήχου πριν την δημιουργία ΑΦΕ. Από αυτές στις 4 γίνεται αναφορά στην άμεση αποτυχία εκ των οποίων οι δύο αναφέρουν μείωση του ποσοστού πρώιμης αποτυχίας στην ομάδα του προεγχειρητικού υπερήχου ενώ οι άλλες δύο όχι. Διαπιστώθηκε επίσης ότι και όσον αφορά την πρώιμη/μεσοπρόθεσμη καταλληλότητα έως και 6 μήνες, τα αποτελέσματα είναι θετικά για την ομάδα του προεγχειρητικού υπερήχου. Μόνο 2 μελέτες αναφέρονται στην βατότητα μετά το ένα έτος εκ των οποίων στην μία τα αποτελέσματα είναι παρόμοια μεταξύ των δύο ομάδων ενώ σε μία η διαφορά είναι σημαντική με υπεροχή της ομάδας υπερήχου (80% έναντι 65%). Σε δύο μελέτες

γίνεται σύγκριση μεταξύ επιλεκτικού και υπερήχου ρουτίνας ενώ στις άλλες σύγκριση μεταξύ υπερήχου ρουτίνας και κλινικής εξέτασης.

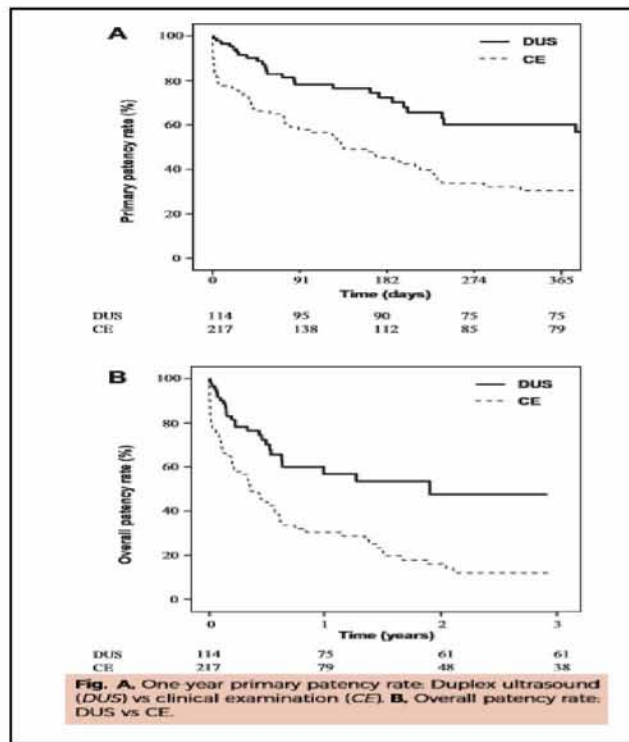
Study	Comparison (n)	Forearm fistulae (n)	DUS criteria	Outcome measures	Jadad score (R + DB + WD)
Smith et al. ¹⁵	Routine (47) vs. selective US (47)	Routine (27) Selective (27)	Artery and vein >2 mm	30 day fistula rate	2 + 0 + 1 = 3
Fering et al. ¹⁶	Routine (112) vs. selective US (106)	Routine (62) Selective (64)	Artery and vein >2 mm (3 mm at elbow)	Immediate and primary fistula; 1 year assisted patency	2 + 0 + 1 = 3
Witkowski et al. ¹⁷	Routine US (72) vs. clinical examination only (52)	Routine (72) Clinical examination (52)	Vessel diameters and other parameters	Immediate success rate	1 + 0 + 0 = 1
Nurral et al. ¹⁸	Routine US (30) vs. clinical examination only (30)	Routine (32) Clinical examination (34)	Artery and vein >1.8 mm	Immediate success rate and 30 day patency	2 + 0 + 1 = 3
Zhang et al. ¹⁹	Routine US (33) vs. clinical examination only (35)	Routine (32) Clinical examination (35)	Vessel diameters and other parameters	Immediate and 6 month patency	1 + 0 + 1 = 2

Note: DUS = Doppler ultrasound; US = ultrasound; R = randomization; DB = double blinded; WD = withdrawals and dropouts.
^a Radial artery volume flow.
^b Peak velocities, pulsatility, and resistance indices.

Εικόνα 24. Στοιχεία μελετών που αναλύθηκαν από τους Georgiadis et al.

Στην μελέτη των Wells et al [105] έγινε σύγκριση κλινικής εξέτασης και επιλεκτικής χρήσης προεγχειρητικής χαρτογράφησης με υπερηχογράφημα. Αρχικά με κλινικά κριτήρια καθορίστηκε η θέση δημιουργίας της αναστόμωσης και σημειώθηκαν οι περιπτώσεις που κρίθηκε αναγκαίος ο περαιτέρω έλεγχος με υπέρηχο. Ακολούθως από άλλο εξεταστή καθορίστηκε η θέση αναστόμωσης με βάση υπερηχογραφικά κριτήρια και έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων. Χρησιμοποιώντας μόνο κλινικά κριτήρια ο υπερηχογραφικός έλεγχος δεν κρίθηκε αναγκαίος σε 106/145 ασθενείς ενώ η διενέργεια υπερηχογραφήματος άλλαξε το πλάνο σε μια μόνο περίπτωση.

Στην μελέτη των Gyogi et al [106] έγινε αναδρομική ανάλυση και σύγκριση των δεδομένων από δύο χρονικές περιόδους μελέτης κατά τις οποίες στην μία για τις αγγειακές προσπελάσεις βασιζόνταν στην κλινική εξέταση ενώ στην άλλη σε όλους τους ασθενείς επιπλέον υπήρχε και προεγχειρητικός υπερηχογραφικός έλεγχος. Ελάχιστη αρτηριακή διάμετρος 1,6mm, ελάχιστη φλεβική διάμετρος 2,5mm στο αντιβράχιο και 3mm στο βραχίονα ήταν κατάλληλες για αναστόμωση. Στην ομάδα του υπερηχογραφικού ελέγχου δημιουργήθηκαν περισσότερες κερκιδοκεφαλικές ΑΦΕ (62% έναντι 40,5%) ενώ ήταν ίδιο το ποσοστό για τις βραχιονοκεφαλικές (26%) οι οποίες ήταν πιο συχνές στους διαβητικούς ασθενείς ενώ είχαν και μεγαλύτερο ποσοστό ωρίμανσης σε σχέση με τις κερκιδοκεφαλικές (93,5% έναντι 75%). Η πρωτογενής βατότητα στον ένα χρόνο ήταν 61,6% στην ομάδα υπερήχου και 26% στην ομάδα της κλινικής εξέτασης. Η συνολική βατότητα στα 3 χρόνια ήταν 53,6% για την ομάδα υπερήχου και 8% για την ομάδα κλινικής εξέτασης. Οι ασθενείς στην ομάδα του υπερήχου χρειάστηκαν συνολικά λιγότερες επεμβάσεις αναθεώρησης (25% έναντι 59%) εκ των οποίων το 1,8% (έναντι 4,1% της ομάδας κλινικής εξέτασης) αφορούσε αναστομώσεις πριν την χρήση τους για αιμοκάθαρση.



Εικόνα 25. Α) Πρωτογενής βατότητα στον ένα χρόνο στις ομάδες υπερηχογραφικού ελέγχου και κλινικής εξέτασης και Β) συνολική βατότητα στα 3 χρόνια για τις ίδιες ομάδες (από Györi GP, et al Preoperative ultrasound improves patency and cost effectiveness in arteriovenous fistula surgery. *J. Vasc. Surg.*, 2019;69(2):526-531)

Σε πρόσφατη προοπτική τυχαιοποιημένη μελέτη [107] για την επίδραση του προεγχειρητικού υπερηχογραφικού ελέγχου και την συσχέτιση των ευρημάτων του με παράγοντες κινδύνου για αποτυχία της ΑΦΕ, 228 ασθενείς τυχαιοποιήθηκαν να ελεγχθούν ή όχι με προεγχειρητικό υπερηχογράφημα. Στην ομάδα της κλινικής εξέτασης διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση της παρουσίας ομόπλευρα κεντρικού καθετήρα και της παχυσαρκίας με την αποτυχία της ΑΦΕ που δεν παρατηρήθηκε στην ομάδα του υπερήχου.

4.2 Μείωση αρνητικών διερευνητικών επεμβάσεων και αλλαγή πλάνου δημιουργίας αγγειακής προσπέλασης.

Στην μελέτη των Aishwarya et al [108] έγινε υπερηχογραφικός έλεγχος των αγγείων άνω άκρων με την χρήση περιχειρίδας σε 60 ασθενείς με μη διαγνωστική κλινική εξέταση. Ελάχιστη αρτηριακή διάμετρος ήταν 2 mm και ελάχιστη φλεβική διάμετρος 2,5 mm για αυτόλογη ΑΦΕ και 4mm για αρτηριοφλεβικό μόσχευμα. Τα αποτελέσματα των προεγχειρητικών μετρήσεων των αγγείων συγκρίθηκαν με περιεγχειρητικές μετρήσεις διαμέτρου και διαπιστώθηκε 100% συμφωνία ανάμεσα στον τύπο και την θέση που επιλέχθηκε με υπερηχογραφικό έλεγχο και χειρουργικά, 100% και 95% συμφωνία ως προς τις αρτηρίες και τις φλέβες αντίστοιχα που επιλέχθηκαν και αυτές που χρησιμοποιήθηκαν και 0% αρνητικές χειρουργικές επεμβάσεις. Στο 5% διαφωνίας ως προς την επιλογή φλέβας, χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικά από τα αρχικά φλεβικά στελέχη. Έχει βρεθεί επίσης ότι η προσθήκη

υπερηχογραφικού ελέγχου και φλεβογραφίας στην κλινική εξέταση οδήγησε σε αλλαγή πλάνου αλλά και αύξηση της βατότητας των ΑΦΕ που δημιουργήθηκαν.

Στην μελέτη των Labropoulos et al [109] σε σύνολο 137 ασθενών η διενέργεια προεγχειρητικού υπερήχου οδήγησε σε αλλαγή πλάνου στο 22,6% των ασθενών οι οποίοι στο 36,7% ήταν διαβητικοί και βρίσκονταν υπό αιμοκάθαρση για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Με την φλεβογραφία βρέθηκαν κεντρικές στενώσεις σε 18 ασθενείς και σε 12 από αυτούς χρειάστηκε να αλλάξει το αρχικό σημείο αναστόμωσης που είχε επιλεγεί, ενώ σε 8 περιπτώσεις τα ευρήματα κατά την επέμβαση ήταν διαφορετικά και έγινε τοποθέτηση αρτηριοφλεβικού μοσχεύματος ή κεντρικής αυτόλογης ΑΦΕ.

Με τα αποτελέσματα της υπερηχογραφικής μελέτης έγινε αλλαγή πλάνου σε 16/52 ασθενείς στην μελέτη των Robbin et al [110], υπήρξε αύξηση στον αριθμό των αυτόλογων ΑΦΕ από 32% στο 58% ενώ οι αποτυχημένες χειρουργικές επεμβάσεις μειώθηκαν από 11% στο 0%. Στην μελέτη των Usman et al [111] (case-control) έλαβαν μέρος 2 ομάδες των 100 ασθενών εκάστη. Στην ομάδα που μελετήθηκε με υπερηχογράφημα προεγχειρητικά δεν υπήρξε καμία αρνητική διερευνητική χειρουργική επέμβαση, εν αντιθέσει της ομάδας της κλινικής εξέτασης (με ποσοστό 24%) ενώ και τα ποσοστά ωρίμανσης στην ομάδα του υπερηχογραφικού ελέγχου ήταν μεγαλύτερα (79% έναντι 68,4%). Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρονται και από τους Ilhan et al [112]. Διαπιστώθηκε αύξηση στο ποσοστό των αναστομώσεων που δημιουργήθηκαν (από 75% στο 97%), σε 22 ασθενείς έγινε αλλαγή πλάνου με τον υπερηχογραφικό έλεγχο ενώ σε 12 ασθενείς άλλαξε το σημείο δημιουργίας αναστόμωσης και ο τύπος του χειρουργείου. Στην ομάδα του υπερηχογραφήματος σημειώθηκε επιτυχία δημιουργίας ΑΦΕ στο 100% ενώ στην ομάδα κλινικής εξέτασης 18,4% ποσοστό αρνητικών χειρουργικών διερευνήσεων. Η βατότητα στους 6 μήνες ήταν 93,4% και 80,7% στις ομάδες υπερηχογραφήματος και κλινικής εξέτασης αντίστοιχα.

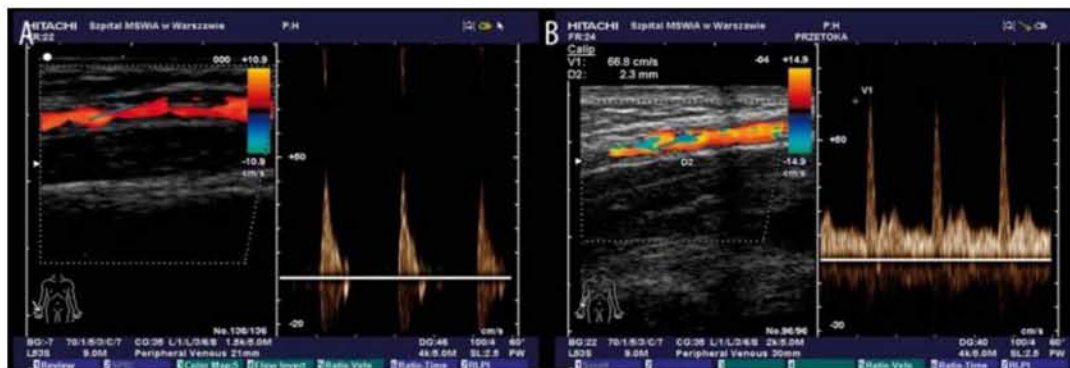
Μια μελέτη με ιδιαίτερο ενδιαφέρον είναι αυτή των Kim et al [113] στην οποία με την προσθήκη του προεγχειρητικού υπερηχογραφικού αρτηριακού ελέγχου στον φλεβικό έλεγχο προέκυψε αλλαγή χειρουργικού πλάνου. Αρχικά διενεργήθηκε φλεβικό υπερηχογράφημα και λήφθηκε απόφαση διενέργειας ΑΦΕ από δύο ανεξάρτητους αγγειοχειρουργούς. Ακολούθως έγινε και αρτηριακός υπερηχογραφικός έλεγχος και βρέθηκε ότι από τις κερκιδικές αρτηρίες το 49% ήταν <2mm, σε 16 περιπτώσεις διαπιστώθηκε υψηλός διχασμός βραχιονίου, στο 29% των περιπτώσεων ατελές παλαμιαίο τόξο και 7 περιπτώσεις με αλλαγή της κυματομορφής Doppler. Με βάση τα ευρήματα του αρτηριακού υπερηχογραφικού ελέγχου το αρχικό πλάνο άλλαξε σε 4-12% των περιπτώσεων με τις περισσότερες αλλαγές να αφορούν τον προγραμματισμό κερκιδοκεφαλικών ΑΦΕ (21-57%).

Ένα επίσης σημαντικό στοιχείο είναι η μεταβλητότητα της φλεβικής διαμέτρου όταν μετράται σε διαφορετικές ημέρες αφού επηρεάζεται από παράγοντες όπως η θερμοκρασία περιβάλλοντος, η νικοτίνη, το αλκοόλ [114]. Η περιοχική αναισθησία κατά την επέμβαση δημιουργίας αναστόμωσης προκαλεί αγγειοδιαστολή και στην μελέτη των Hui et al [115] έγινε σύγκριση της φλεβικής διαμέτρου από το προεγχειρητικό υπερηχογράφημα με μέτρηση διαμέτρου με υπέρηχο μετά την χορήγηση αναισθησίας ακριβώς πριν το χειρουργείο σε 65 ασθενείς. Η φλεβική διάμετρος πριν το χειρουργείο ήταν σημαντικά μεγαλύτερη στην άπω και μέση κεφαλική στο αντιβράχιο κατά μέσο όρο κατά 0,5 και 0,96mm αντίστοιχα. Αυτό οδήγησε σε αλλαγή χειρουργικού πλάνου με αύξηση κατά 2 φορές των κερκιδοκεφαλικών ΑΦΕ και εντοπισμό θέσεων για αναστόμωση που δεν είχαν βρεθεί προεγχειρητικά.

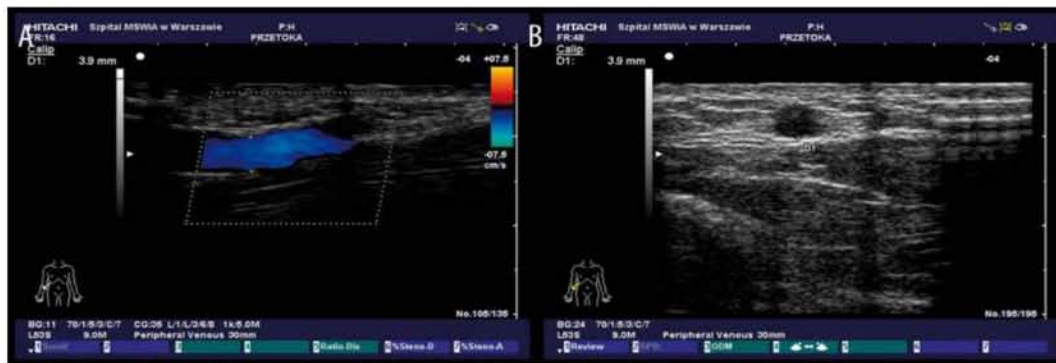
4.3 Επίδραση χαρακτηριστικών αρτηρίας και φλέβας στην έκβαση της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας

Τα ανατομικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά των αγγείων που θα χρησιμοποιηθούν για την ΑΦΕ, επηρεάζουν το αποτέλεσμα και άρα την λειτουργικότητα της ΑΦΕ. Δεν υπάρχει ομοφωνία στην βιβλιογραφία σχετικά με τις ελάχιστες διαμέτρους αρτηριών και φλεβών αν και από πολλούς συγγραφείς προτείνεται ελάχιστη αρτηριακή διάμετρος 2mm και ελάχιστη φλεβική διάμετρος 2,5mm. Υπάρχουν όμως και συγγραφείς που αναφέρουν επιτυχώς χρήση αγγείων με διαμέτρους μικρότερες αυτών, που σημαίνει ότι και άλλοι παράγοντες παίζουν ρόλο στην έκβαση της αναστόμωσης.

Στη μελέτη των Bojakowski et al [116] μελετήθηκαν με προεγχειρητικό υπερηχογράφημα τα αγγεία στον πήχη 91 ασθενών που προγραμματίζονταν για κερκιδοκεφαλική ΑΦΕ η οποία τελικά δημιουργήθηκε μόνο στους 68/91. Μελετήθηκαν η κεφαλική φλέβα για παρουσία στένωσης, μεταφλεγμονωδών αλλοιώσεων και μέτρηση διαμέτρου, και οι αρτηρίες για στένωση, ταχύτητα ροής και όγκο ροής, θρομβωτικές αλλοιώσεις και πάχος τοιχώματος. Η παρακολούθηση ήταν για 24 μήνες. Σε 2 περιπτώσεις δεν πραγματοποιήθηκε η ΑΦΕ λόγω μεταφλεγμονωδών αλλοιώσεων στην κεφαλική φλέβα, σε 20 συνολικά περιπτώσεις βρέθηκαν αλλοιώσεις είτε στην φλέβα είτε στην αρτηρία που απέκλεισαν τον σχηματισμό αυτόλογης ΑΦΕ, σε 5 ασθενείς βρέθηκε κερκιδική αρτηρία πλήρως αποφραγμένη ή με αιμοδυναμικά σημαντική στένωση και σε δύο περιπτώσεις οι αλλοιώσεις αφορούσαν και την αρτηρία και την φλέβα. Το 16, 2% είχε δυσλειτουργία στις πρώτες 6 εβδομάδες ενώ μετά από 12 και 24 μήνες το 65.2% και το 53% αντίστοιχα ήταν λειτουργικές. Σε 20 περιπτώσεις που είχαν φυσιολογική ωρίμανση παρουσιάστηκε θρόμβωση μετά από 9,2 μήνες κατά μέσο όρο και στο 95% η αιτία ήταν φλεβική στένωση. Στις ΑΦΕ που λειτούργησαν η PSV της κερκιδικής αρτηρίας προεγχειρητικά ήταν σημαντικά μεγαλύτερη ($44\pm 15,45\text{ml/min}$ έναντι $33,25\pm 18,46\text{ml/min}$) σε σχέση με τις μη λειτουργικές, όπως μεγαλύτερη ήταν και η διάμετρος της κεφαλικής φλέβας ($2,7\pm 0,65\text{mm}$ έναντι $2,35\pm 0,48\text{mm}$).



Εικόνα 26. Υπερηχογραφικός έλεγχος κερκιδικής αρτηρίας. Α) Εκτεταμένες αθηροσκληρωτικές αλλοιώσεις σε ασθενή με νεφρική ανεπάρκεια που προκαλούν στένωση του αιλού. Β) Φυσιολογική απεικόνιση αρτηριακού τοιχώματος και αιλού σε υγιή άτομο (από Bojakowski K, et al. Preoperative ultrasonographic examination of the radial artery and the cephalic vein and risks of dialysis arterio-venous fistula dysfunction. Pol J Radiol, 2010;75(1):7-12.)



Εικόνα 27. Υπερηχογραφικός έλεγχος κεφαλικής φλέβας κατά τον επιμήκη (Α) και εγκάρσιο (Β) άξονα (από Bojakowski K, et al. Preoperative ultrasonographic examination of the radial artery and the cephalic vein and risks of dialysis arterio-venous fistula dysfunction. Pol. J. Radiol. 2010;75(1):7-12.)

Η φλεβική διάμετρος έχει μελετηθεί εκτενώς στην προσπάθεια να προσδιοριστούν τα κατώτερα αποδεκτά όρια των αγγείων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν επιτυχώς στην δημιουργία προσπέλασης, ενώ ιδιαίτερη σημασία δόθηκε και στις μεταβολές της φλεβικής διαμέτρου στην επιτυχή ωρίμανση των ΑΦΕ.

Στην μελέτη των Cho et al [117] ο κυριότερος λόγος απόρριψης της κερκιδοκεφαλικής ΑΦΕ ήταν η μικρή διάμετρος της κεφαλικής φλέβας, το ποσοστό αποτυχίας ήταν 21% και η φλεβική διάμετρος <2,5mm ήταν ανεξάρτητος παράγοντας κινδύνου για αποτυχία ωρίμανσης.

Η σημασία της φλεβικής διαμέτρου αναδείχθηκε και στην μελέτη των Lauvaio et al [118] η οποία είχε σκοπό την ανάδειξη παραγόντων του ασθενή και ανατομικών-λειτουργικών αγγειακών δεικτών στην πρόβλεψη ωρίμανσης της αναστόμωσης. Προεγχειρητικός υπερηχογραφικός έλεγχος έγινε μόνο στις περιπτώσεις που δεν

υπήρχε καταληκτική φυσική εξέταση (φλεβική μελέτη με και χωρίς περιχειρίδα) και αν πάλι δεν υπήρχε αποτέλεσμα διενεργούνταν και φλεβογραφία. Μελετήθηκαν η ωρίμανση και η λειτουργική ωρίμανση σε 158 ασθενείς, των οποίων το 51% ήταν ήδη σε θεραπεία με αιμοκάθαρση μέσω κεντρικού καθετήρα. Σε πολυπαραγοντική ανάλυση, η φλεβική διάμετρος από τον προεγχειρητικό υπερηχογραφικό έλεγχο ήταν η μοναδική σημαντική μεταβλητή στην πρόβλεψη ωρίμανσης της ΑΦΕ, και η σημασία της ήταν ακόμα μεγαλύτερη όταν από μια δεδομένη ανατομική περιοχή χρησιμοποιούνταν η φλέβα με την μεγαλύτερη διάμετρο $\geq 4\text{mm}$.

Οι Mendes et al [119] χρησιμοποίησαν ως προγνωστικό παράγοντα επιτυχίας ωρίμανσης την μικρότερη διάμετρο της κεφαλικής φλέβας (μετά από μετρήσεις σε 8 σημεία από τον καρπό ως τον εγγύς βραχίονα). Επιτυχής ωρίμανση σημειώθηκε συνολικά στο 50% των ΑΦΕ. Στο 43% των περιπτώσεων η φλεβική διάμετρος ήταν $\leq 2\text{mm}$ και η λειτουργική ωρίμανση 16% ενώ αντίθετα για φλεβική διάμετρο $>2\text{mm}$ η λειτουργική ωρίμανση ήταν 76%.

Σε ανασκόπηση της βιβλιογραφίας από τον Bashar et al [120] διαπιστώθηκε ότι η βέλτιστη φλεβική διάμετρος ήταν μεταξύ 2,5mm και 4mm ενώ αν η φλεβική διάμετρος είναι $<2,5\text{mm}$ και δεν μεταβάλλεται μετά την χρήση περιχειρίδας, η φλέβα θεωρείται μη κατάλληλη.

Σε άλλη μελέτη [121] εξετάστηκαν ξεχωριστά οι ασθενείς που είχαν φλεβική διάμετρο με το προεγχειρητικό υπερηχογράφημα $>2,5\text{mm}$ και εκείνοι που είχαν φλέβα με διάμετρο $<2,5\text{mm}$ αλλά που μετά την χρήση περιχειρίδας η διάμετρος ήταν $>2,5\text{mm}$. Η λειτουργική ωρίμανση συνολικά ήταν 36%. Η χρήση περιχειρίδας οδήγησε σε αύξηση του αριθμού των ΑΦΕ που δημιουργήθηκαν αλλά δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στην επιτυχή λειτουργική ωρίμανση της ΑΦΕ.



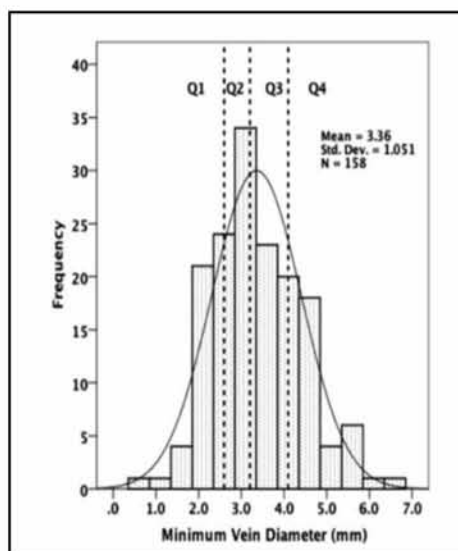
Εικόνα 28. Υπερηχογραφικός έλεγχος κεφαλικής φλέβας στον καρπό πριν (A) και μετά (B) την τοποθέτηση περιχειρίδας στο αντιβράχιο, με αύξηση της φλεβικής διαμέτρου από 1,7mm (A) σε 2,7mm (B) (από Lockhart ME, et al. Cephalic vein measurement before forearm fistula creation: does use of a tourniquet to meet the venous diameter threshold increase the number of usable fistulas? J Ultrasound Med. 2006;25(12):1541-1545)

Και σε αυτή την περίπτωση δεν υπάρχει ομοφωνία αφού από άλλους μελετητές αναφέρονται ως κατάλληλες φλέβες με διάμετρο $>2,5\text{mm}$ αλλά και μικρότερες φλέβες που μετά την χρήση περιχειρίδας η διάμετρος ήταν $>2,5\text{mm}$ [122].

Η φλεβική διάμετρος με περιχειρίδα $\geq 3\text{mm}$ δεν φάνηκε να έχει την ίδια προγνωστική αξία σε μελέτη σύγκρισης από τους Jayaraj et al [123] αφού συνδέθηκε με ποσοστό αποτυχίας 86% σε σχέση με το 37,5% σε φλεβική διάμετρο $\geq 3\text{mm}$ χωρίς περιχειρίδα. Σε αναδρομική μελέτη των Lee et al [124] έγινε προεγχειρητικός υπερηχογραφικός έλεγχος στο 42,5% των ασθενών και η μέση φλεβική διάμετρος ήταν $2,44\pm 0,82\text{mm}$. Το ποσοστό ωρίμανσης ήταν 72,2% και 82,4% με και χωρίς υπερηχογραφικό έλεγχο αντίστοιχα. Σε ασθενείς με φλεβική διάμετρο $<2\text{mm}$ και $\geq 2\text{mm}$ δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στο ποσοστό ωρίμανσης (71,3% έναντι 72,6%) ούτε στο χρόνο ωρίμανσης (66 έναντι 78 μέρες).

Στην ωρίμανση των ΑΦΕ μεγαλύτερο ρόλο παίζει πιθανότατα ο βαθμός αύξησης της φλεβικής διαμέτρου μετά από περιίδεση παρά η απόλυτη τιμή της διαμέτρου [125]. Στην μελέτη του Malonhr [97] βρέθηκε ότι στις ΑΦΕ που δεν ωρίμασαν η αύξηση της διαμέτρου μετά από περιίδεση ήταν κατά 48% μικρότερη σε σχέση με αυτές που ωρίμασαν. Σε πιο πρόσφατη μελέτη υπολογίστηκε ο λόγος των φλεβικών διαμέτρων με περιχειρίδα/χωρίς περιχειρίδα σε ασθενείς με κεφαλική φλέβα $<2\text{mm}$ στο προεγχειρητικό υπερηχογράφημα. Σύμφωνα με τη μελέτη όσο μεγαλύτερος ο λόγος τόσο πιο πιθανή η ωρίμανση της ΑΦΕ [126].

Σε αναδρομική ανάλυση από τους Dageforde et al [127] μελετήθηκε η συσχέτιση της αύξησης της φλεβικής διαμέτρου με την πρόβλεψη ωρίμανσης της ΑΦΕ σε 158 ασθενείς με βραχιονοκεφαλική ή βραχιονοβασιλική ΑΦΕ και με ελάχιστη φλεβική διάμετρο (MVD) $3,4\pm 1,1\text{mm}$. Η αύξηση της ελάχιστης φλεβικής διαμέτρου σχετίστηκε με αύξηση της πιθανότητας ωρίμανσης. Όταν $\text{MVD} \geq 3.3\text{mm}$ διαπιστώθηκε μεγαλύτερη πιθανότητα ωρίμανσης σε σχέση με μικρότερες διαμέτρους και μεγαλύτερη πιθανότητα μακροχρόνιας επιβίωσης της ΑΦΕ. Το 1/3 των ΑΦΕ με $\text{MVD} < 2.7\text{mm}$ απέτυχαν να ωριμάσουν στους 6 μήνες. Για κάθε αύξηση της MVD κατά 1,0 mm διαπιστώθηκε μείωση κατά 45% του κινδύνου αποτυχίας ωρίμανσης.



Εικόνα 29. Ιστόγραμμα κατανομής ελάχιστων φλεβικών διαμέτρων και τεταρτημόρια (Q1-Q4) όπου Q1 <2,7mm, Q2 2,7mm - 3,2mm, Q3 3,3mm-4,1mm, Q4 >4,1mm.

N = 158	Quartile 1	Quartile 2	Quartile 3	Quartile 4
	<2.7 mm, %	2.7-3.2 mm, %	3.3-4.1 mm, %	>4.1 mm, %
Fistula maturation				
6 months	63	79	90	90
Long-term patency				
6 months	67	77	90	91
12 months	63	55	67	78
24 months	29	49	58	71

Εικόνα 30. Εκτίμηση ωρίμανσης της ΑΦΕ και μακροπρόθεσμη βατότητα ΑΦΕ (μέθοδος Kaplan-Meier)(από Dageforde LA, et al. Increased minimum vein diameter on preoperative mapping with duplex ultrasound is associated with arteriovenous fistula maturation and secondary patency. J Vasc Surg., 2015;61(1):170-176.)

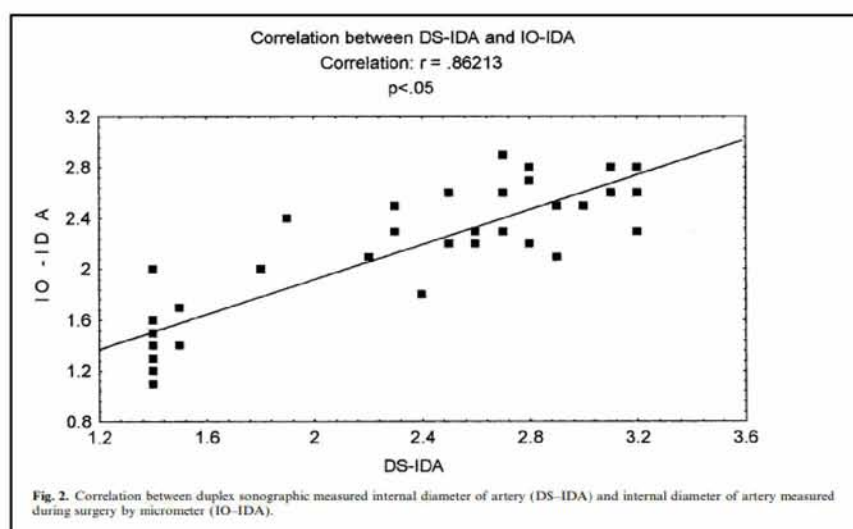
Παρά το γεγονός ότι για μεγαλύτερες φλεβικές διαμέτρους υπήρχαν καλύτερα αποτελέσματα, μερικοί ασθενείς ακόμη και με διάμετρο κεφαλικής $\leq 2\text{mm}$ χωρίς περιχειρίδα είχαν επιτυχή ΑΦΕ. Από την μελέτη των Hou et al [128] διαπιστώθηκε ότι οι παράγοντες που συνδέονταν με την επιβίωση της ΑΦΕ ήταν η μεγαλύτερη διατασιμότητα της φλέβας, η μη διαβητική νεφροπάθεια ως αιτία της χρόνιας νεφρικής ανεπάρκειας και η PSV της κερκιδικής αρτηρίας. Η καλύτερη κατώτερη τιμή διατασιμότητας της κεφαλικής φλέβας ήταν $>0,52\text{mm}$ και ήταν ανεξάρτητος προγνωστικός παράγοντας για την επιβίωση της κερκιδοκεφαλικής ΑΦΕ.

Μελετήθηκε επίσης η συσχέτιση προεγχειρητικής και μετεγχειρητικής φλεβικής διαμέτρου και μετεγχειρητικής ροής με την βατότητα της ΑΦΕ [129]. Σε 187 ασθενείς έγινε μέτρηση φλεβικής διαμέτρου προεγχειρητικά και μέτρηση διαμέτρου και ροής την πρώτη μετεγχειρητική μέρα. Για τις βραχιονοκεφαλικές ΑΦΕ διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά ανάμεσα σε λειτουργικές και μη λειτουργικές με

βάση την αύξηση της φλεβικής διαμέτρου (προεγχειρητικά μέσος όρος 2,81mm και μετεγχειρητικά για τις λειτουργικές 4,32mm) καθώς και με βάση την ροή (μέσος όρος στις λειτουργικές 269,9cm/s έναντι 171,4cm/s για τις μη λειτουργικές). Για τις κερκιδοκεφαλικές ΑΦΕ δεν υπήρχε συσχέτιση με την μεταβολή της φλεβικής διαμέτρου αλλά με την ροή μετεγχειρητικά (μέσος όρος στις λειτουργικές 223,1cm/s έναντι 163,1cm/s στις μη λειτουργικές). Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν και οι Manne [130] περί μη συσχέτισης αύξησης της διαμέτρου με την μετεγχειρητική πορεία για τις κερκιδοκεφαλικές ΑΦΕ με τα καλύτερα αποτελέσματα να ανευρίσκονται όταν η φλεβική διάμετρος $\geq 1,8\text{mm}$ και διάμετρος κερκιδικής αρτηρίας $\geq 2\text{mm}$. Για τις βραχιονοβασιλικές ΑΦΕ η ροή για τις λειτουργικές ήταν κατά μέσο όρο 261cm/s έναντι 165cm/s για τις μη λειτουργικές.

Η αρτηριακή διάμετρος είναι σημαντική για τις κερκιδοκεφαλικές ΑΦΕ αφού αναφέρεται ότι αν η διάμετρος της κερκιδικής αρτηρίας είναι $< 1,5\text{mm}$, η πιθανότητα αποτυχίας εντός των 12 εβδομάδων είναι περίπου 50% [131] όταν όλες οι ΑΦΕ με μεγαλύτερης διαμέτρου αρτηρία είναι λειτουργικές στην ίδια χρονική στιγμή. Παράλληλα και η αιματική ροή είναι συγκριτικά μεγαλύτερη τόσο πριν όσο και μετά την ΑΦΕ στις αρτηρίες μεγαλύτερης διαμέτρου.

Από τον Malovrh [132] μελετήθηκε η συσχέτιση της διαμέτρου της κερκιδικής αρτηρίας προεγχειρητικά και διεγχειρητικά και η επιτυχία της ΑΦΕ ανάλογα με την αρτηριακή διάμετρο, την αιματική ροή, και το αποτέλεσμα της δοκιμασίας αντιδραστικής υπεραιμίας. Σε 35 ασθενείς με πλάνο για δημιουργία κερκιδοκεφαλικής ΑΦΕ, μετρήθηκε η εσωτερική διάμετρος και η αιματική ροή πριν την επέμβαση και την 1^η μετεγχειρητική μέρα καθώς και σε -1, -3, -8 και -12 εβδομάδες. Κατά την επέμβαση υπολογίστηκε η εσωτερική διάμετρος της αρτηρίας (εξωτερική διάμετρος - 2χπάχος τοιχώματος). Βρέθηκε καλή συσχέτιση των μετρήσεων προ και διεγχειρητικά για την εσωτερική διάμετρο της κερκιδικής.



Εικόνα 31. Συσχέτιση μετρήσεων διαμέτρου κερκιδικής αρτηρίας προεγχειρητικά και διεγχειρητικά (από Malovrh M. Non-invasive evaluation of vessels by duplex sonography prior to construction of arteriovenous fistulas for haemodialysis. Nephrol Dial Transplant. 1998;13(1):125-129)

Η μικρότερη διάμετρος $\leq 1,5\text{mm}$ με ροή 19-31ml/min και η μη αλλαγή της κυματομορφής συνδυάζονται με αυξημένο κίνδυνο αποτυχίας (54,5% και 54% αντίστοιχα) ενώ διάμετρος $>1,5\text{mm}$ με ροή 34-52 ml/min έχουν 92% επιτυχία και με αλλαγή κυματομορφής 95% επιτυχία.

Στην μελέτη των Lockhart et al [133] διαπιστώθηκε ότι μεγαλύτερη προγνωστική αξία είχε η μεταβολή της PSV κατά τη δοκιμασία αντιδραστικής υπεραϊμίας μετά την χαλάρωση της γροθιάς και μόνο στο γυναικείο φύλο ενώ στην μελέτη των Abreu et al [134] οι μεγαλύτερες τιμές PSV σε κερκιδική και ωλένια αρτηρία κατά τον προεγχειρητικό υπερηχογραφικό έλεγχο ήταν συνδυασμένες με καλύτερη δευτερογενή βατότητα. Σε αυτή τη μελέτη η προχωρημένη ηλικία και η μικρή φλεβική διάμετρος ήταν ανεξάρτητοι παράγοντες κινδύνου για πρόιμη αποτυχία.

Σε κλινική μελέτη των Koksoy et al [135] διερευνήθηκε η δυνατότητα πρόβλεψης αρχικής επιτυχίας και μακροχρόνιας επιβίωσης αρτηριοφλεβικού μοσχεύματος με και χωρίς προεγχειρητικό υπερηχογράφημα. Σε ασθενείς που θα γινόταν τοποθέτηση μοσχεύματος, οι 21 ασθενείς είχαν μόνο κλινική εξέταση και οι 17 ασθενείς μελετήθηκαν με υπερηχογράφημα πριν και μετά την τοποθέτηση μοσχεύματος. Σε όλους τους ασθενείς τοποθετήθηκε ευθύ βραχιονο-μασχαλιαίο μόσχευμα PTFE. Μελετήθηκε η ροή της βραχιονίου αρτηρίας η οποία ήταν σημαντικά μικρότερη στα μοσχεύματα που αργότερα παρουσίασαν θρόμβωση (66ml/min έναντι 87ml/min) όπως στατιστικά σημαντική ήταν και η διαφορά στην μέση μετεγχειρητική ροή του μοσχεύματος (480ml/min έναντι 800ml/min).

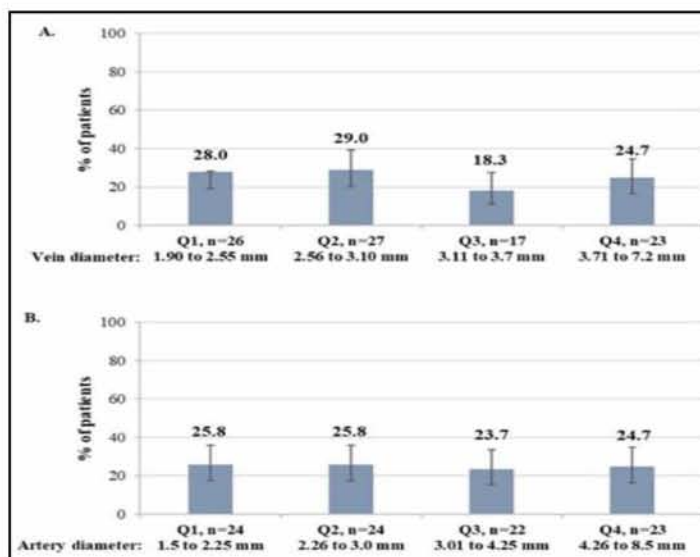
Στην προσπάθεια πρόβλεψης της ωρίμανσης της κερκιδοκεφαλικής ΑΦΕ, μελετήθηκαν η μεταβολές της διαμέτρου και της ροής της βραχιονίου αρτηρίας μετά την αναστόμωση [136]. Η προεγχειρητική εσωτερική διάμετρος της αρτηρίας και η ροή ήταν $4,3\pm 0,7\text{mm}$ και $56,1\pm 19,2\text{ml/min}$ αντίστοιχα. Στις 28 μέρες μετά την δημιουργία της ΑΦΕ η ροή ήταν κατά μέσο όρο $720,4\pm 132,8\text{ml/min}$. Από την μελέτη διαπιστώθηκε ότι ήδη την πρώτη μετεγχειρητική μέρα η ροή είναι $>50\%$ της ροής την 28^η μετεγχειρητική μέρα ενώ τις επόμενες μέρες ο βαθμός αύξησης της ροής είναι σημαντικά μικρότερος. Αυτές οι μετρήσεις θα μπορούσαν να βοηθήσουν στην πρόβλεψη πιθανής αποτυχίας της ΑΦΕ.

Οι Masengou et al [137] αναφέρουν ότι είναι 7 φορές πιο πιθανή αποτυχία ωρίμανσης της κερκιδοκεφαλικής ΑΦΕ αν η ροή της κερκιδικής αρτηρίας είναι $<50\text{ml/min}$ σε σχέση με παρουσία μεγαλύτερης ροής. Σε αυτή τη μελέτη χρησιμοποιήθηκε η μικρότερη φλεβική διάμετρος (μετά από μέτρηση σε 3 σημεία 5, 10 και 15εκ. από το σημείο της ΑΦΕ), μελετήθηκε η PSV και η ροή σε κερκιδική και βραχιόνιο αρτηρία, ενώ αντένδειξη για κερκιδοκεφαλική ΑΦΕ ήταν η παρουσία σημαντικού βαθμού αποτιτανώσεων στην κερκιδική αρτηρία. Η αποτυχία ωρίμανσης ήταν 31% και συνδυαζόταν με το γυναικείο φύλο, την ελάχιστη φλεβική διάμετρο και τις κερκιδοκεφαλικές ΑΦΕ. Το 55% των περιπτώσεων που είχαν ελάχιστη φλεβική διάμετρο $<2,7\text{mm}$ είχαν αποτυχία ωρίμανσης σε σχέση με 28% αποτυχία σε ελάχιστη φλεβική διάμετρο $>2,7\text{mm}$. Η ελάχιστη κερκιδική ροή στις λειτουργικές ΑΦΕ ήταν

80ml/min σε σχέση με 48ml/min σε αυτές που δεν ωρίμασαν. Χρησιμοποιώντας ως κριτήριο μόνο την κερκιδική αρτηριακή ροή <50ml/min, το 74% με ροή κάτω του 50ml/min απέτυχαν να ωριμάσουν σε σχέση με το 27% αποτυχία σε ροή >50ml/min.

Από την μελέτη διαπιστώθηκε ότι καλύτερα αποτελέσματα για την πρόγνωση πρώιμης αποτυχίας είχε ο συνδυασμός κλινικών παραμέτρων και μετρήσεων με υπερηχογράφημα από ότι το καθένα από αυτά μόνο του.

Οι Orpea et al [138] συσχέτισαν τις μετρούμενες στο προεγχειρητικό υπερηχογράφημα διαμέτρους των αγγείων με τα ποσοστά ωρίμανσης και την πρωτογενή βατότητα στα 2 χρόνια καθώς και με παράγοντες-χαρακτηριστικά των ασθενών. Από τις συνολικά 93 ΑΦΕ, το 22,3% απέτυχαν να ωριμάσουν ενώ δεν υπήρχε διαφορά στον τύπο της ΑΦΕ. Από αυτές που ωρίμασαν το 81,8% είχαν λειτουργική βατότητα μετά από 2 χρόνια, από τις οποίες το μεγαλύτερο ποσοστό ήταν κερκιδοκεφαλικές και βραχιονοκεφαλικές ΑΦΕ, ενώ από τις βραχιονοβασιλικές που είχαν ωριμάσει το 66,7% ήταν μη λειτουργικές στα 2 χρόνια. Το ποσοστό ωρίμανσης αύξανε με την αύξηση της φλεβικής διαμέτρου για όλους τους τύπους ΑΦΕ με ελάχιστη φλεβική διάμετρο $2,83 \pm 0,59\text{mm}$ για τις κερκιδοκεφαλικές ΑΦΕ, $3,7 \pm 1,3\text{mm}$ για βραχιονοκεφαλικές και $4,08 \pm 1,59\text{mm}$ για βραχιονοβασιλικές ΑΦΕ. Σε σχέση με την αρτηριακή διάμετρο το μεγαλύτερο ποσοστό ωρίμανσης ήταν για την διάμετρο 3,01-4,25mm (86%) και 4,26-8,5mm (82%) (κυρίως βραχιονοκεφαλικές) με αντίστοιχα ποσοστά βατότητας στα 2 χρόνια 75% και 78,6%. Η αποτυχία ωρίμανσης ήταν πιο συχνή σε ηλικιωμένους ασθενείς και σε ασθενείς με περιφερική αγγειοπάθεια (61,1% ωρίμανση με περιφερική αγγειοπάθεια έναντι 80% ωρίμανση χωρίς αγγειοπάθεια).



Εικόνα 32. Κατανομή σε τεταρτημόρια ανάλογα με την φλεβική διάμετρο (Α) και την αρτηριακή διάμετρο (Β) από τον προεγχειρητικό υπερηχογραφικό έλεγχο (από Orpea et al, Clujul Med. 2018)

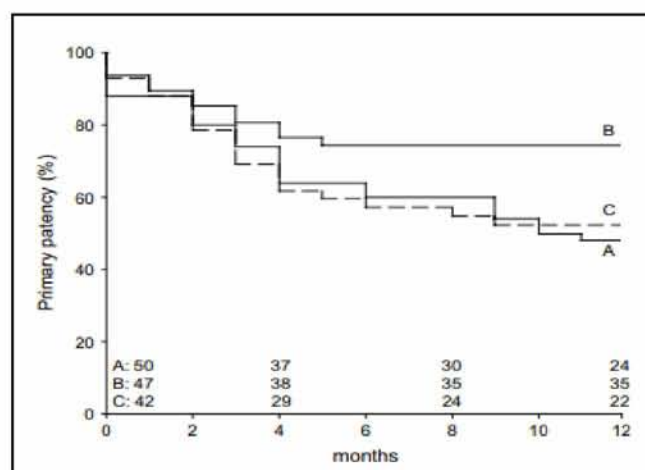
Table IV
AVF maturation and long-term primary patency by vein and artery diameter quartiles.

Category	Q1	Q2	Q3	Q4	p-value
Vein diameter	1.90–2.55 mm N=26	2.56–3.10 mm N=27	3.11–3.70 mm N=17	3.71–7.20 mm N=23	
Fistula maturation, n (%)	16 (61.5 %)	19 (70.4%)	14 (82.3)	22 (95.7)	0.03
Patency at 2 years, n (%)	10 (76.9%)	13 (86.7%)	7 (77.8)	15 (83.3)	0.47
Artery diameter	1.50–2.25 mm N=24	2.26–3.00 mm N=24	3.01–4.25 mm N=22	4.26–8.50 mm N=23	
Fistula maturation, n (%)	16 (66.7)	17 (70.8)	19 (86.4)	19 (82.6)	0.33
Patency at 2 years, n (%)	12 (92.3)	10 (83.3)	12 (75.0)	11 (78.6)	0.66

Note: statistical analysis performed by ANOVA chi-square test (p-value was considered statistically significant if ≤ 0.05). Q, quartile; N, number of patients in a quartile; n (%), number (percentage) of patients in a given category.

Εικόνα 33. Ωρίμανση ΑΦΕ και μακροπρόθεσμη βατότητα ανάλογα με τεταρτημόρια αρτηριακής και φλεβικής διαμέτρου (από Orprea et al, Clujul Med. 2018)

Η συσχέτιση μεταξύ μετρήσεων διαμέτρου αρτηρίας και φλέβας με βατότητα και αποτυχία της κερκιδοκεφαλικής ΑΦΕ μελετήθηκε από τους Kortten et al. [139] οι οποίοι προσπάθησαν να καθορίσουν ιδανική διάμετρο αγγείων για επιτυχή δημιουργία κερκιδοκεφαλικής ΑΦΕ. Με αγγειακό υπέρηχο μελετήθηκαν αρτηριακή διάμετρος και φλεβική διάμετρος μετά από διάταση (με περιχειρίδα). Η μέση αρτηριακή διάμετρος ήταν 2,3mm και η μέση φλεβική διάμετρος μετά από διάταση 2,3mm ενώ μελετήθηκαν 3 διαφορετικές κατηγορίες ανάλογα με την αρτηριακή ($\leq 2\text{mm}$, $\geq 2,1\text{mm}$ έως $\leq 2,5\text{mm}$, $\geq 2,6\text{mm}$) και την φλεβική διάμετρο ($\leq 1,9\text{mm}$, $\geq 2\text{mm}$ έως $\leq 2,6\text{mm}$, $\geq 2,7\text{mm}$). Η πρώιμη αποτυχία ήταν 11% και η πρωτογενής βατότητα στον 1 χρόνο 57%, με τα καλύτερα αποτελέσματα για την δεύτερη κατηγορία διαμέτρου αρτηρίας ($\geq 2,1\text{mm}$ έως $\leq 2,5\text{mm}$) ενώ η δευτερογενής βατότητα στον 1 χρόνο ήταν 76%. Μόνο η κερκιδική διάμετρος είχε συσχέτιση με την πρωτογενή βατότητα ενώ δεν βρέθηκε συσχέτιση με την φλεβική διάμετρο.



Εικόνα 34. Πρωτογενής βατότητα για διαμέτρους κερκιδικής αρτηρίας από το προεγχειρητικό υπερηχογράφημα A: $\leq 2.0\text{mm}$, B: $\geq 2.1\text{mm}$ και $\leq 2.5\text{mm}$, C: $\geq 2.6\text{mm}$ (από Kortten et al Eur J Vasc Endovasc Surg. 2007)

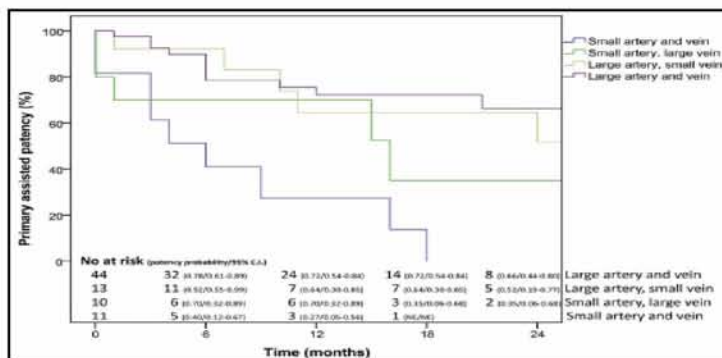
Στην μελέτη των Kakkos et al [140] βρέθηκε ότι είναι σημαντική και η αρτηριακή αλλά και η φλεβική διάμετρος μετά από διάταση με περιχειρίδα. Σ' αυτή τη μελέτη για την δημιουργία ΑΦΕ η ελάχιστη διάμετρος κεφαλικής φλέβας και κερκιδικής αρτηρίας ήταν 3mm και 2mm αντίστοιχα, ενώ για την βραχιόνιο αρτηρία δεν είχε καθοριστεί κατώτερο όριο διαμέτρου. Το ποσοστό λειτουργικών κερκιδοκεφαλικών ΑΦΕ ήταν 80,4% ενώ δεν υπήρχε σημαντική διαφορά στην συχνότητα άμεσης θρόμβωσης (5,4%-5,3%). Στην ανάλυση που ακολούθησε διαπιστώθηκε ότι φλεβική διάμετρος μικρότερη από 4,3mm είναι προγνωστικός παράγοντας μείωσης δευτερογενούς και υποβοηθούμενης δευτερογενούς βατότητας. Η βατότητα στα 4 χρόνια ήταν 19,6% σε σχέση με 91,7% για μεγαλύτερης διαμέτρου φλέβα. Οι βραχιονοκεφαλικές ΑΦΕ με αρτηριακή διάμετρο $\leq 4,1$ mm είχαν μικρότερο ποσοστό λειτουργικότητας σε σχέση με εκείνες με αρτηριακή διάμετρο $\geq 4,1$ mm, ενώ η παρουσία αρτηρίας $\leq 4,1$ mm και φλέβας $\leq 3,8$ mm ήταν προγνωστικοί παράγοντες μικρότερης πρωτογενούς υποβοηθούμενης βατότητας. Στο συνδυασμό μικρής διαμέτρου φλέβα- μικρής διαμέτρου αρτηρία η βατότητα στους 18 μήνες ήταν 0% ενώ στο συνδυασμό μεγάλης διαμέτρου φλέβα- μεγάλης διαμέτρου αρτηρία ήταν 72,3%. Άρα σε περιπτώσεις συνδυασμού μικρών αγγείων συστήνεται από τους συγγραφείς να λαμβάνεται υπόψιν είτε η αλλαγή της τεχνικής, για παράδειγμα με χρήση της βασιλικής αν είναι πιο μεγάλη από την κεφαλική ή η εξέταση του άλλου άκρου.

Table 2. Pre-operative ultrasound findings and functionality outcome measures of the radiocephalic and brachiocephalic AVF study groups.

	AVF type Radiocephalic (n = 57)	Brachiocephalic (n = 78)	p value	All AVFs (n = 135)
AVF side, I/R	46/11	57/21	.18	103/32
Pre-operative cephalic vein diameter, minimum, mm, median (IQR)	3.8 (3.4–4.2)	4.4 (3.8–5.1)	.001	4.0 (3.5–4.7)
Pre-operative arterial diameter, minimum, mm, median (IQR)	3.0 (2.5–3.2)	4.8 (4.1–5.6)	<.001	3.7 (3.0–5.0)
Outcome measures of AVF functionality*				
Immediate thrombosis	3 (5.4%)	4 (5.3%)	.65	7 (5.3%)
Ligation (steal)	0 (0%)	2 (2.7%)		2 (1.5%)
Remaining failure patterns	8 (14.3%)	12 (16.0%)		20 (15.3%)
Successfully used (functional) AVF	45 (80.4%) ^b	57 (76.0%) ^c		102 (77.9%)
Time to use, days, median (IQR)	60 (52–85)	61 (54–77.5)	.96	61 (54–78.75)

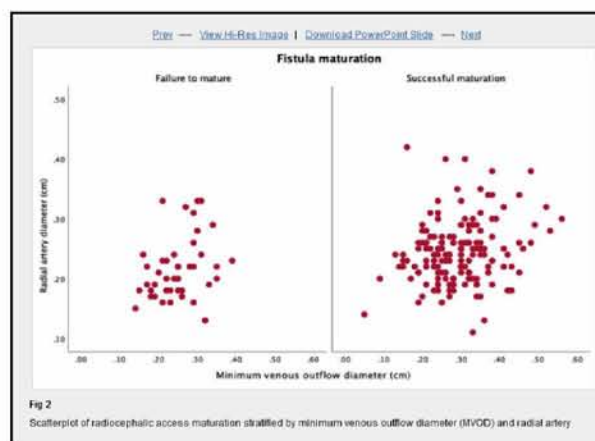
IQR = interquartile range.
 * Excluding four patients in whom the AVF could not be assessed for possible use (1 patient with a radiocephalic AVF with renal function recovery that prompted AVF ligation and 3 patients with brachiocephalic AVF, including the single post-operative death, a late death, and an AVF not needed because of pre-emptive kidney transplantation), including ^bthree and ^c10 AVFs used after elevation.

Εικόνα 35. Ευρήματα προεγχειρητικού υπερηχογραφήματος και συσχέτιση με την έκβαση των κερκιδοκεφαλικών και βραχιονοκεφαλικών ΑΦΕ. (από Kakkos S. et al, Eur J Vasc Endovasc Surg. 2017)



Εικόνα 36. Πρωτογενής υποβοηθούμενη βατότητα και συσχέτιση με διάμετρο βραχιονίου αρτηρίας και κεφαλικής φλέβας. Στο συνδυασμό μικρής διαμέτρου αρτηρία-μικρής διαμέτρου φλέβα, η βατότητα στους 18 μήνες είναι 0%. (από Kakkos S. et al, Eur J Vasc Endovasc Surg. 2017)

Σε άλλη μελέτη [141] βρέθηκε ότι για τις κερκιδοκεφαλικές ΑΦΕ η ελάχιστη φλεβική διάμετρος με περιχειρίδα <3mm ήταν ανεξάρτητος προγνωστικός παράγοντας αποτυχίας ωρίμανσης ενώ σε συνδυασμό και με διάμετρο κερκιδικής αρτηρίας <2,1mm ήταν ανεξάρτητοι προγνωστικοί παράγοντες αποτυχίας ωρίμανσης και απώλειας της βατότητας στους 12 μήνες. Για τις βραχιονοκεφαλικές ΑΦΕ ελάχιστη φλεβική διάμετρος <3,4mm ήταν ανεξάρτητος προγνωστικός παράγοντας για μειωμένη πρωτογενή και δευτερογενή βατότητα μαζί με το ιστορικό κεντρικού καθετήρα ομόπλευρα και ετερόπλευρα της ΑΦΕ.



Εικόνα 37. Διάγραμμα διασποράς ωρίμανσης κερκιδοκεφαλικής ΑΦΕ σε σχέση με διάμετρο κερκιδικής αρτηρίας και κεφαλικής φλέβας (από Misskey J. et al, J Vasc Surg 2020)

Η μελέτη των Wilmink et al [142] αφορούσε την ικανότητα πρόβλεψης της λειτουργικότητας της ΑΦΕ βασισμένοι στις μετρήσεις αγγειακών διαμέτρων με προεγχειρητικό υπερηχογράφημα. Διαπιστώθηκε ότι στις λειτουργικές κερκιδοκεφαλικές ΑΦΕ η μέση διάμετρος κερκιδικής αρτηρίας ήταν 2,58mm έναντι 2,46mm σε αυτές με πρώιμη αποτυχία. Είκοσι επτά κερκιδοκεφαλικές ΑΦΕ δημιουργήθηκαν με κερκιδική αρτηρία <2mm εκ των οποίων 2 με διάμετρο 1,5mm και απέτυχαν και οι δύο. Η διάμετρος της βραχιονίου δεν είχε διαφορά ανάμεσα στις λειτουργικές και τις μη λειτουργικές. Από τις φλεβικές διαμέτρους, η παρουσία φλέβας >4mm στον αγκώνα ήταν ανεξάρτητος προγνωστικός παράγοντας λειτουργικότητας. Κερκιδική αρτηρία <2mm και φλέβα στον αγκώνα με διάμετρο <3mm ήταν ανεξάρτητοι αρνητικοί προγνωστικοί παράγοντες για λειτουργικότητα της ΑΦΕ. Οι γυναίκες και οι ασθενείς με νεφραγγειακή ή υπερτασική νεφρική νόσο είχαν 3 φορές μικρότερη πιθανότητα για λειτουργική ΑΦΕ. Σε σχέση με την περίοδο μελέτης προ της χρήσης υπερήχου, με την εφαρμογή προεγχειρητικού υπερηχογραφικού ελέγχου δημιουργήθηκαν περισσότερες κερκιδοκεφαλικές ΑΦΕ (63% έναντι 55%) ενώ αυξήθηκε και η λειτουργικότητα (80% έναντι 75%).

Η επίδραση των αγγειακών διαμέτρων στην πρωτογενή λειτουργική ωρίμανση της κερκιδοκεφαλικής ΑΦΕ μελετήθηκε από τους Kordzadeh et al [143] σε προοπτική μελέτη κοόρτης για 4 έτη. Η διάμετρος κεφαλικής φλέβας $>1,55\text{mm}$ και κερκιδικής αρτηρίας $>1,6\text{mm}$ βρέθηκε ότι ήταν ανεξάρτητοι παράγοντες συνδεδεμένοι με την λειτουργική ωρίμανση στο 86% των κερκιδοκεφαλικών ΑΦΕ. Όταν η διάμετρος κεφαλικής φλέβας ήταν $1,55-1,99\text{mm}$ ή μεγαλύτερη, υπήρχε 4πλάσια πιθανότητα ωρίμανσης, αν η διάμετρος της κερκιδικής αρτηρίας ήταν $1,66-1,99\text{mm}$ υπήρχε εφταπλάσια πιθανότητα και αν και τα δύο αγγεία ήταν $\geq 2\text{mm}$ 15πλάσια πιθανότητα ωρίμανσης. Από την μελέτη αποδείχθηκε ότι όταν η κατώτερη αποδεκτή διάμετρος κεφαλικής φλέβας είναι $>1,5\text{mm}$ (ωρίμανση 86% αντί για 38%) και η διάμετρος κερκιδικής αρτηρίας $>1,6\text{mm}$ (ωρίμανση 91% αντί για 34%), η πρωτογενής λειτουργική ωρίμανση μπορεί να προβλεφθεί στο 85% των περιπτώσεων.

Στην προσπάθεια να καθοριστούν οι κατώτερες τιμές των μορφολογικών και λειτουργικών παραμέτρων των αγγείων που επηρεάζουν την επιτυχή ωρίμανση της ΑΦΕ, 122 ασθενείς που προγραμματίστηκαν για κερκιδοκεφαλική ΑΦΕ μελετήθηκαν με προεγχειρητικό υπερηχογράφημα [144]. Στο 53% σημειώθηκε επιτυχής ωρίμανση στις 4 εβδομάδες, στο 36% καθυστερημένη ωρίμανση (8 εβδομάδες) και αποτυχία ωρίμανσης στο 11%. Από την ανάλυση προέκυψε ότι οι κύριοι παράγοντες που συνδέονταν με επιτυχία της ΑΦΕ ήταν η διάμετρος κεφαλικής φλέβας $>1,8\text{mm}$, διάμετρος κερκιδικής αρτηρίας $>1,6\text{mm}$ και διατασιμότητα της φλέβας $>0,4\text{mm}$. Παρατηρήθηκε ότι οι γυναίκες είχαν μεγαλύτερο χρόνο ωρίμανσης και μικρότερης διαμέτρου κερκιδική αρτηρία σε σχέση με τους άνδρες.

4.4 Υπερηχογραφικός έλεγχος σε ειδικές κατηγορίες ασθενών

Στην Hemodialysis fistula maturation study [145], μελετήθηκαν προεγχειρητικοί και διεγχειρητικοί παράγοντες πρόβλεψης πρώιμης αποτυχίας της ΑΦΕ σε μια προσπάθεια αναγνώρισης ασθενών υψηλού κινδύνου. Από μελέτη 602 ασθενών που συμμετείχαν, πρώιμη αποτυχία (θρόμβωση διαπιστωμένη με κλινική εξέταση ή υπερηχογράφημα εντός 18 ημερών) διαπιστώθηκε σε ποσοστό 5,3%. Ο κίνδυνος πρώιμης αποτυχίας ήταν αυξημένος για το γυναικείο φύλο, την θέση της ΑΦΕ (στο αντιβράχιο σε σχέση με το βραχίονα), την φλεβική διάμετρο $2-3\text{mm}$ και την χρήση της κερκιδικής αντί για την βραχιόνια αρτηρία. Για την φλεβική διάμετρο διαπιστώθηκε μια μη γραμμική συσχέτιση με τον κίνδυνο πρώιμης αποτυχίας και αύξηση του κινδύνου μη ωρίμανσης, ενώ μείωση του κινδύνου διαπιστώθηκε για διάμετρο κεφαλικής $>3\text{mm}$. Από το προεγχειρητικό υπερηχογράφημα στις κερκιδοκεφαλικές ΑΦΕ διαπιστώθηκε μια αντίστροφη συσχέτιση μεταξύ της διαμέτρου της κερκιδικής αρτηρίας με τον κίνδυνο άμεσης μετεγχειρητικής θρόμβωσης και θρόμβωσης εντός των πρώτων 18 ημερών.

Οι Vassalotti et al [146] μελέτησαν το αποτέλεσμα της εφαρμογής προεγχειρητικού υπερηχογραφήματος στην επίπτωση λειτουργικών αναστομών με σύγκριση των αποτελεσμάτων για παχύσαρκους (η ομάδα περιλάμβανε

περισσότερες γυναίκες) και μη παχύσαρκους ασθενείς. Δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των παραμέτρων από το φλεβικό υπερηχογράφημα στις δύο ομάδες (ελάχιστη διάμετρος κεφαλικής μέσον του αντιβράχιου, PSV περιφερικής κερκιδικής αρτηρίας, βατότητα υποκλειδίου φλέβας). Κανένας από τους παχύσαρκους ασθενείς δεν χρειάστηκε φλεβογραφία. Δεν διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά στον αριθμό των λειτουργικών ΑΦΕ μεταξύ των δυο ομάδων ασθενών.

Σε μετα-ανάλυση και συστηματική ανασκόπηση από τους Ferring et al [147], μελετήθηκαν τα αποτελέσματα από 7 προοπτικές και 4 αναδρομικές μελέτες ως προς την έκβαση με την χρήση υπερηχογραφήματος (επιλεκτικά ή ρουτίνας) όσον αφορά τα ποσοστά δημιουργίας ΑΦΕ, την πρωτογενή βατότητα στον ένα χρόνο και τα ποσοστά δημιουργίας ΑΦΕ στον καρπό. Αν και δεν υπάρχουν σε όλες τις μελέτες όλα τα απαιτούμενα στοιχεία, από αυτές που τα διαθέτουν και μπορεί να γίνει σύγκριση φαίνεται μια αύξηση τόσο στα ποσοστά δημιουργίας ΑΦΕ αλλά και στην πρωτογενή βατότητα μετά την εφαρμογή του προεγχειρητικού υπερηχογραφικού ελέγχου.

Author	n	Ultrasound	% AVF-based access		1-year primary		% AVF in forearm
			ultrasound	ultrasound	ultrasound	patency after-before	
<i>Prospective</i>							
Patel 2003 [38]	256	selective	73%	61%	57%	73%	31%
Allon 2001 [37]	217	routine	64%	34%	54%	46%	54%
Silva 1998 [27]	172	routine	63%	14%	83%	48%	-
Huber 2002 [39]	139	routine	90%	-	84%	-	25%
Jungling 2003 [47]	51	routine	94%	-	71%	-	85%
McGill 2005 [40]	-	routine	72%	32%	-	-	52%
Nguyen 2003 [41]	-	selective	98%	-	-	-	35%
<i>Retrospective</i>							
Konner 2002 [46]	748	selective	>95%	-	76%	-	53%
Asher 2000 [26]	267	selective	68%	5%	84%	-	-
Gibson 2001 [42]	187	selective	74%	41%	56%	-	-
Ackad 2005 [43]	111	routine	87%	49%	-	-	31%

Εικόνα 38. Προοπτικές και αναδρομικές μελέτες έκβασης των ΑΦΕ πριν και μετά την χρήση προεγχειρητικού υπερηχογραφήματος. (από Ferring M. et al, Nephrol Dial Transplant 2008)

Σε 2 μελέτες προτείνεται κατώτερη αρτηριακή διάμετρος 1,5mm, σε μία τα 1,6mm και σε άλλη μία τα 2mm λόγω αυξημένων ποσοστών άμεσης και πρώιμης αποτυχίας (έως και 64%) όταν χρησιμοποιούνταν αγγεία μικρότερης διαμέτρου, ενώ σε μία μελέτη αναφέρεται συσχέτιση μεταξύ IMT της κερκιδικής αρτηρίας και της αποτυχίας της ΑΦΕ στον ένα χρόνο. Στη δοκιμασία αντιδραστικής υπεραιμίας δείκτης αντίστασης $RI > 0,7$ ήταν ένδειξη πρώιμης αποτυχίας της ΑΦΕ σε μια μελέτη ενώ σε μια άλλη καλύτερος δείκτης λειτουργικότητας ήταν η μεταβολή της PSV. Στη φλεβική μελέτη, η κατώτερη φλεβική διάμετρος προεγχειρητικά ορίζεται στα 1,6mm, >2mm, >2,6 mm σε αντίστοιχες μελέτες. Η φλεβική διατασιμότητα μετά από χρήση περιχειρίδας εξετάζεται σε 3 μελέτες εκ των οποίων στη μια θεωρείται κατάλληλη φλέβα αν έχει αύξηση διαμέτρου κατά 48% ενώ στις άλλες δύο όταν η φλεβική

διάμετρος είναι $\geq 2,5\text{mm}$ μετά την χρήση περιχειρίδας. Σε ασθενείς υψηλού κινδύνου (γυναίκες, διαβητικοί ασθενείς, παχυσαρκία) ο κίνδυνος αποτυχίας μειώνεται με την χρήση προεγχειρητικού υπερήχου.

Οι Rooijens et al [148] μελέτησαν την επίδραση του προεγχειρητικού υπερηχογραφικού ελέγχου στη δημιουργία αγγειακής προσπέλασης σε ασθενείς με επηρεασμένα αγγεία. Προεγχειρητικά σε όλους έγινε φυσική εξέταση και μέτρηση αρτηριακής πίεσης και ακολούθως υπερηχογραφικός έλεγχος αρτηριών και φλεβών (με χρήση περιχειρίδας). Όταν η διάμετρος της κερκιδικής αρτηρίας ήταν $< 1\text{mm}$ ο ασθενής θα λάμβανε μόσχευμα. Αν η διάμετρος της κερκιδικής αρτηρίας ήταν $> 2\text{mm}$ και η διάμετρος της κεφαλικής φλέβας $1,6\text{mm}$ θα λάμβανε αυτόλογη ΑΦΕ, ενώ αν η διάμετρος κερκιδικής αρτηρίας ήταν $1-2\text{mm}$ και της κεφαλικής φλέβας $< 1,6\text{mm}$ θα εντασσόταν τυχαία είτε στην ομάδα αυτόλογης ΑΦΕ είτε στην ομάδα μοσχεύματος. Με βάση τα αποτελέσματα του υπερηχογραφήματος από 383 ασθενείς οι 140 προγραμματίστηκαν για αυτόλογη ΑΦΕ και οι 61 για αρτηριοφλεβικό μόσχευμα. Οι υπόλοιποι 182 θα λάμβαναν είτε μόσχευμα (90) είτε αυτόλογη ΑΦΕ (92). Από τις αυτόλογες ΑΦΕ το 41% παρουσίασε πρόωμη αποτυχία και 33% και 52% πρωτογενή και δευτερογενή βατότητα στον ένα χρόνο ενώ για τα μοσχεύματα τα αντίστοιχα ποσοστά στον ένα χρόνο ήταν 52% και 79%.

Μια ξεχωριστή μελέτη όσον αφορά τόσο το σχεδιασμό όσο και τα αποτελέσματα είναι αυτή των Woo et al [149]. Μια ομάδα ειδικών κλήθηκε να επιλέξει την κατάλληλη αγγειακή προσπέλαση για ασθενείς με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, κλινικά σενάρια που δημιουργήθηκαν από τους μελετητές. Στόχος ήταν ο καθορισμός κριτηρίων σχετιζόμενων με τον ασθενή για την επιλογή τύπου και θέσης αναστόμωσης με βάση δεδομένα υπερηχογραφικά, δημογραφικά και κλινικά χαρακτηριστικά των ασθενών. Στο 77,7% των περιπτώσεων υπήρξε συμφωνία των ειδικών.

Η νεαρή ηλικία, η μεγάλη φλεβική διάμετρος, η απουσία παθολογικής παχυσαρκίας, η μεγάλη αρτηριακή διάμετρος και η καλή λειτουργική κατάσταση του ασθενούς ήταν στοιχεία καταλληλότητας για την δημιουργία αυτόλογης ΑΦΕ. Αντίθετα, η προχωρημένη ηλικία, η εξάρτηση από αιμοκάθαρση και οι φλέβες μικρής διαμέτρου ήταν παράγοντες που κατεύθυναν προς την δημιουργία αρτηριοφλεβικού μοσχεύματος. Υπήρξε ομοφωνία ότι σε παρουσία μικρής κεφαλικής φλέβας ή κερκιδικής αρτηρίας $< 2\text{mm}$ η κερκιδοκεφαλική ΑΦΕ δεν προτεινόταν. Η βραχιονοκεφαλική ΑΦΕ κρίθηκε μη κατάλληλη για όλους τους ασθενείς με μικρής διαμέτρου φλέβες, όπως και η μετάθεση της βασιλικής φλέβας στο αντιβράχιο όταν μικρής διαμέτρου φλέβα ή κερκιδική αρτηρία $< 2\text{mm}$ ήταν παρούσα ή για ασθενείς χωρίς αυτονομία. Η τοποθέτηση μοσχεύματος στο αντιβράχιο ήταν πιο πιθανή για ηλικιωμένους ασθενείς, εξαρτώμενους από αιμοκάθαρση και με μικρής διαμέτρου φλέβες.

Η μελέτη έδειξε ότι η επιλογή αγγειακής προσπέλασης βασίζεται σε συγκεκριμένα για τον κάθε ασθενή χαρακτηριστικά στα οποία περιλαμβάνονται ανατομικά χαρακτηριστικά των αγγείων, η ηλικία και η λειτουργικότητα του ασθενή.

Κεφάλαιο 5. Κατευθυντήριες οδηγίες.

Το 2018 δημοσιεύθηκαν οι κατευθυντήριες οδηγίες για την αγγειακή προσπέλαση από την Ευρωπαϊκή Αγγειοχειρουργική Εταιρεία [150].

Στις οδηγίες αναφέρεται ότι

- η δημιουργία μόνιμης αγγειακής προσπέλασης θα πρέπει να προηγείται κατά 3-6 μήνες της προβλεπόμενης έναρξης αιμοκάθαρσης (class I level B), χρόνος απαραίτητος για την ωρίμανση και διορθωτικές παρεμβάσεις αν χρειαστούν,
- είναι σημαντική η διαφύλαξη των αγγείων ασθενών που πρόκειται να ενταχθούν σε πρόγραμμα αιμοκάθαρσης,
- πρώτη επιλογή παραμένει η αυτόλογη αρτηριοφλεβική ΑΦΕ (class I level A) και ακολουθούν αρτηριοφλεβικό μόσχευμα και κεντρικός φλεβικός καθετήρας. Προτιμάται η πιο περιφερική θέση ΑΦΕ. Το ζητούμενο είναι όλοι οι ασθενείς να ξεκινήσουν αιμοκάθαρση με μια περιφερική αυτόλογη ΑΦΕ, κατά προτίμηση στο μη επικρατές άκρο (class IIa level C) και να διαφυλαχθούν τα αγγεία του άκρου για μελλοντικές προσπελάσεις.
- Η κερκιδοκεφαλική ΑΦΕ στον καρπό εξακολουθεί να είναι πρώτη επιλογή (class I level B.) Για την δημιουργία της συνεκτιμώνται τα ευρήματα από την κλινική εξέταση και τον υπερηχογραφικό έλεγχο. Είναι εφικτή αν η ελάχιστη εσωτερική διάμετρος κερκιδικής αρτηρίας και κεφαλικής φλέβας (με περιχειρίδα) είναι >2mm. Για βραχιονοκεφαλική και βραχιονοβασιλική ΑΦΕ η ελάχιστη διάμετρος για αρτηρία και φλέβα είναι 3mm.
- Όταν δεν είναι δυνατή η δημιουργία αυτόλογης ΑΦΕ στον καρπό ή μετά από αποτυχία της, μπορούν να δημιουργηθούν πιο κεντρικές αναστομώσεις (αντιβράχιο, αγκώνα, βραχίονα). Η επόμενη επιλογή είναι η δημιουργία αναστόμωσης με μετάθεση της κατάλληλης φλέβας, όπως η μετάθεση της βασιλικής φλέβας στον βραχίονα όταν κερκιδοκεφαλική ή βραχιονοκεφαλική ΑΦΕ έχουν αποτύχει, η οποία μπορεί να πραγματοποιηθεί σε ένα ή δύο χρόνους.
- Ο προεγχειρητικός υπερηχογραφικός έλεγχος των αρτηριών και φλεβών και των δύο άνω άκρων συνιστάται σε όλους τους ασθενείς κατά τον προγραμματισμό δημιουργίας αγγειακής προσπέλασης (class I level A).
- Για την δημιουργία αυτόλογης κερκιδοκεφαλικής ΑΦΕ συνιστάται η ελάχιστη εσωτερική διάμετρος προ-εγχειρητικά για αρτηρία και φλέβα να είναι 2.0mm και για τοποθέτηση αρτηριοφλεβικού μοσχεύματος ελάχιστη διάμετρος φλέβας απορροής στον αγκώνα τα 4.0mm.

Τον Απρίλιο 2020 δημοσιεύθηκαν οι κατευθυντήριες οδηγίες KDOQI [41] σχετικά με την αγγειακή προσπέλαση. Η γενική κατεύθυνση είναι να ακολουθείται μια διαδικασία επικεντρωμένη στον ασθενή και στο πλάνο ζωής του (Patient Life Plan first) και σύμφωνα μ' αυτό να προσδιορίζεται η αγγειακή προσπέλαση. Απομακρύνονται από την θεωρία fistula first, αλλά ο σχεδιασμός θα πρέπει να περιλαμβάνει και τις επόμενες επιλογές πέραν της πρώτης αγγειακής προσπέλασης.

-προτείνουν πρώτα ΑΦΕ ή αρτηριοφλεβικό μόσχευμα πάντα σύμφωνα με το πλάνο ζωής του ασθενή, και καθορίζουν περιπτώσεις έναρξης με κεντρικό καθετήρα (με ή χωρίς υποδόριο τούνελ)

-θεωρούν λογική την προτίμηση σε ΑΦΕ ή αρτηριοφλεβικό μόσχευμα σε σχέση με καθετήρα τόσο ως αρχική προσπέλαση όσο και στους χρόνιους ασθενείς, η βέλτιστη επιλογή αποφασίζεται μετά από εξέταση των χαρακτηριστικών των αγγείων, των παθήσεων του ασθενή, της κλινικής του κατάστασης και της προτίμησής του.

-μια ώριμη ΑΦΕ προτιμάται σε σχέση με αρτηριοφλεβικό μόσχευμα ή κεντρικό καθετήρα κατά την έναρξη της αιμοκάθαρσης

-στην επιλογή της θέσης αυτόλογης ΑΦΕ ή αρτηριοφλεβικού μοσχεύματος λαμβάνεται υπόψιν και ο προβλεπόμενος χρόνος παραμονής στην αιμοκάθαρση ως εξής:

A) για πάνω από ένα χρόνο:

-ΑΦΕ snuffbox ή περιφερική κερκιδοκεφαλική ή κερκιδοβασιλική ΑΦΕ με μετάθεση βασιλικής

-αρτηριοφλεβικό μόσχευμα στον πήχη ή εγγύς αυτόλογη ΑΦΕ στον πήχη (εγγύς κερκιδοκεφαλική, συνδυασμός και με διαπιτρώσες, ή βραχιονοβασιλική ΑΦΕ)

-αυτόλογη βραχιονοβασιλική ΑΦΕ ή αρτηριοφλεβικό μόσχευμα στο βραχίονα

B) για λιγότερο από ένα χρόνο

-αρτηριοφλεβικό μόσχευμα στον πήχη ή αυτόλογη βραχιονοκεφαλική ΑΦΕ,

-αρτηριοφλεβικό μόσχευμα στον βραχίονα

Γ) Σε επείγουσα έναρξη αιμοκάθαρσης χωρίς τον απαραίτητο χρόνο για σχεδιασμό ή δημιουργία αγγειακής προσπέλασης και με αναμενόμενη περιορισμένη διάρκεια αιμοκάθαρσης (λιγότερο από ένα έτος) τοποθέτηση μοσχεύματος τύπου αγκύλης (άμεσης ή κανονικής παρακέντησης) στον πήχη ή το βραχίονα ή τοποθέτηση κεντρικού φλεβικού καθετήρα ενώ αν αναμενόμενη διάρκεια αιμοκάθαρσης για περισσότερο από ένα έτος τοποθέτηση κεντρικού φλεβικού καθετήρα και ακολούθως προγραμματισμός για αγγειακή προσπέλαση όπως στην οδηγία A, ή αρτηριοφλεβικό μόσχευμα άμεσης παρακέντησης στον πήχη

Βασικές αρχές που εξακολουθούν να ισχύουν, με δεδομένο ότι υπάρχουν διαθέσιμα κατάλληλα αγγεία είναι η κατά προτίμηση στο μη επικρατές άκρο, αν υπάρχει δυνατότητα επιλογής, σε όσο πιο περιφερική θέση ενώ θα πρέπει να προφυλάσσουμε τα αγγεία για μελλοντικές προσπελάσεις

Κατά τον προεγχειρητικό έλεγχο

-σύσταση για φυσική εξέταση επικεντρωμένη στην ανατομία των αγγείων για τον αρχικό καθορισμό του πλάνου δημιουργίας αγγειακής προσπέλασης, με μεγάλη έμφαση στον ασθενή και τα αγγεία του για τον καθορισμό τύπου και θέσης της αγγειακής προσπέλασης

-προτείνουν επιλεκτική χρήση υπερηχογραφικού ελέγχου σε περιπτώσεις υψηλού κινδύνου αποτυχίας της ΑΦΕ

Clinical Problem	Risk Factors
Fistula failure	Elderly age, female, comorbidities (eg, peripheral vascular disease, coronary artery disease), small pediatric patients
Peripheral vessel damage	Ipsilateral: PICC insertion, other iatrogenic (eg, venipuncture), self-inflicted (eg, IVDU), disease states (eg, vasculitis), radial artery harvesting for CABG
Central venous stenosis	Multiple CVCs; prolonged CVC duration; cardiac implantable electronic device; PICC; surgery or trauma to neck, chest, upper extremity
Limitations to physical examination	Morbid obesity, suboptimal conditions (eg, patient dehydrated or vasoconstricted), poor skin integrity, patient refusal

Note: When central venous stenosis is suspected, ultrasound has low sensitivity for detecting central vein stenosis, and venogram should be performed when possible to confirm and locate lesions.
Abbreviations: CABG, coronary artery bypass graft; CVC, central venous catheter; IVDU, intravenous drug use; PICC, peripherally inserted catheter central.

Εικόνα 39. Παραδείγματα περιπτώσεων όπου ο υπερηχογραφικός έλεγχος μπορεί να είναι χρήσιμος (από Lok CE et al, Am J Kidney Dis 2020)

-θεωρούν λογική την χρήση των τεχνικών απεικόνισης αγγείων για την εκτίμηση κατάλληλων αγγείων για την δημιουργία αγγειακής προσπέλασης (προεγχειρητικό υπερηχογράφημα και ενδοχειρουργικό υπερηχογράφημα, φλεβογραφία για πιθανή στένωση κεντρικών φλεβών) ανάλογα με την κλινική κατάσταση του ασθενή και την υπολειπόμενη νεφρική λειτουργία

-θεωρούν λογικό ότι αν και δεν έχουν καθοριστεί κατώτερα επίπεδα διαμέτρου αγγείων, αρτηρίες και φλέβες με διάμετρο <2mm θα πρέπει να εξετάζονται προσεκτικά και θα πρέπει να συνεκτιμούνται πολλαπλά χαρακτηριστικά των αγγείων όπως μέγεθος, διατασιμότητα, ροή.

Συμπεράσματα

Η συνεχής αύξηση του αριθμού των ασθενών που υποβάλλονται σε αιμοκάθαρση αλλά και η μεγαλύτερη παραμονή τους στη μέθοδο αντικατοπτρίζει τις συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες για λειτουργικές αγγειακές προσπελάσεις. Ο προεγχειρητικός υπερηχογραφικός έλεγχος μας δίνει στοιχεία απαραίτητα για την ανατομία των αγγείων αλλά και για την λειτουργικότητά τους ώστε να καθορίσουμε σε ποιους ασθενείς, πια αγγειακή προσπέλαση και σε πια θέση αν δημιουργηθεί θα έχει μεγαλύτερες πιθανότητες να είναι λειτουργική και να εξασφαλίζει επαρκή κάθαρση. Επιπλέον από τον αρχικό έλεγχο καταγράφονται και στοιχεία για πιθανές μελλοντικές προσπελάσεις, που πιθανότατα θα χρειαστούν. Η εξέλιξη της τεχνολογίας των υπερήχων και η εφαρμογή νέων τεχνικών για την πρόβλεψη λειτουργικότητας μιας αγγειακής προσπέλασης είναι συνεχής και αναμένουμε να μας δώσουν νέα στοιχεία στο μέλλον για τον σχεδιασμό και την δημιουργία των αγγειακών προσπελάσεων.

Βιβλιογραφία

- [1] **Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) CKD Work Group.** KDIGO 2012 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. *Kidney Inter.* 2013, (Suppl.):3:1–150.
- [2] **Ζηρογιάννης Π.Ν., Πιερίδης Α., Διαμαντόπουλος Α.** *Κλινική Νεφρολογία*, Αθήνα 2005 Ιατρικές Εκδόσεις TEXNOΓΡΑΜΜΑ.
- [3] **Daugirdas J.T, Blake P.G, Ihg T.S.** *Handbook of dialysis*. Fourth Edition. 2007. Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins.
- [4] **NKF-K/DOQI Clinical Practice Guidelines for Hemodialysis Adequacy: update 2000.** *Am. J. Kidney Dis.*, 2001;37:7-64.
- [5] **Unver S., Atasoyu E.M., Evrenkaya T.R.** “Effects of Comorbidity from AV Fistula Insufficiency on Fistula Blood Flow Rate in Hemodialysis Patients”. *Dialysis & Transplantation*, 2006;35:11:682-688.
- [6] **Ελληνική Νεφρολογική Εταιρεία Νοσηλευτών.** Επικαιροποιημένα Πρωτόκολλα Νεφρολογικής Νοσηλευτικής. (<https://www.en-en.gr/protokolla-nefrologikis-nosileftikis-praktikis/>).
- [7] **Karaboyas A., Morgenstern H., Li Y., et al.** “Estimating the Fraction of First-Year Hemodialysis Deaths Attributable to Potentially Modifiable Risk Factors: Results from the DOPPS”. *Clin. Epidemiol.* 2020;12:51-60.
- [8] **Feldman H. I., Kobrin S., Wasserstein A.** “Hemodialysis vascular access morbidity”. *JASN*, 1996;7(4):523-535.
- [9] **United States Renal Data System. 2017 USRDS annual data report: Epidemiology of kidney disease in the United States.** *National Institutes of Health, National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases, Bethesda, MD*, 2017. (<https://www.usrds.org/annual-data-report/>).

- [10] **Centers for Disease Control and Prevention. Chronic Kidney Disease Surveillance System- United States (<http://www.cdc.gov/ckd>)**
- [11] **US Renal Data System 2019 Annual Data Report: Epidemiology of Kidney Disease in the United States** [published online ahead of print, 2019 Oct 31]. *Am. J. Kidney Dis.*, 2019:S0272-6386(19)31008-X. (<https://www.usrds.org/annual-data-report/>).
- [12] **Smart N.A., Dieberg G., Ladhani M., Titus T.** “Early referral to specialist nephrology services for preventing the progression to end-stage kidney disease”. *Cochrane Database Syst. Rev.*, 2014;(6)
- [13] **Astor B.C., Eustace J.A., Powe N.R., et al.** "Timing of nephrologist referral and arteriovenous access use: the CHOICE Study". *Am. J. Kidney Dis.*, 2001;38(3):494-501.
- [14] **Zulkarnaev A., Fominikh N., and Stepanov V.** FP670 “VASCULAR ACCESS AND PATIENT SURVIVAL: AN UNDERESTIMATED CONTRIBUTION OF COMORBIDITY”. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 2019;34:Suppl._1
- [15] **Hammes M.** “When Is the Right Time for Arteriovenous Fistula Placement in Patients with End-Stage Renal Disease?” *Am. J. Nephrol.*, 2017;45(4):353-355.
- [16] **Tattersall J., Dekker F., Heimbürger O., et al.** “When to start dialysis: updated guidance following publication of the Initiating Dialysis Early and Late (IDEAL) study”. *Nephrol. Dial. Transplant*, 2011;26(7):2082-2086.
- [17] **Chan C.T., Blankestijn P.J., Dember L.M., et al.** “Dialysis initiation, modality choice, access, and prescription: conclusions from a Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Controversies Conference”. *Kidney Int.*, 2019;96(1):37-47.
- [18] **Konner K.** “History of vascular access for haemodialysis”. *Nephrol. Dial. Transplant*, 2005;20(12):2629-2635.
- [19] **Brescia M.J., Cimino J.E., Appel K., Hurwicz B.J.** “Chronic hemodialysis using venipuncture and a surgically created arteriovenous fistula”. *N. Engl. J. Med.*, 1966;275:1089-109.

- [20] **Baker L.D. Jr, Johnson J.M., Goldfarb D.** “Expanded polytetrafluoroethylene (PTFE) subcutaneous arteriovenous conduit: an improved vascular access for chronic hemodialysis”. *Trans. Am. Soc. Artif. Intern. Organs*, 1976;22:382-387.
- [21] **Shusterman N.H., Kloss K., Mullen J.L.** “Successful use of double-lumen, silicone rubber catheters for permanent hemodialysis access”. *Kidney Int.*, 1989;35(3):887-890.
- [22] **Tordoir J.H., Rooyens P., Dammers R., et al.** “Prospective evaluation of failure modes in autogenous radiocephalic wrist access for haemodialysis”. *Nephrol. Dial. Transplant*, 2003;18(2):378-383.
- [23] **Mickley V.** “Stenosis and thrombosis in haemodialysis fistulae and grafts: the surgeon's point of view”. *Nephrol. Dial. Transplant*, 2004;19(2):309-311.
- [24] **Sun Han., Pil Won Seo, Jae-Wook Ryu.** “Surgical Outcomes of Forearm Loop Arteriovenous Fistula Formation Using Tapered versus Non-Tapered Polytetrafluoroethylene Grafts”. *Korean J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 2017;50:30-35.
- [25] **Rosas S.E., Joffe M., Burns J.E., et al.** “Determinants of successful synthetic hemodialysis vascular access graft placement”. *J. Vasc. Surg.*, 2003;37(5):1036-1042.
- [26] **Haddad N.J., VanCleaf S., Agarwal A.K.** “Central Venous Catheters in Dialysis: The Good, the Bad and the Ugly”. *The Open Urology & Nephrology Journal*, 2012;5(suppl. 1:M3):12-18.
- [27] **Lok C.E., Sontrop J.M., Tomlinson G., et al.** “Cumulative patency of contemporary fistulas versus grafts (2000-2010)”. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 2013;8(5):810-818.
- [28] **Al Jaishi A.A., Olive M.J., Thomas S.M., et al.** “Patency rates of the arteriovenous fistula for hemodialysis: A systematic review and meta-analysis”. *American Journal of Kidney Diseases*, 2014;63(3):464-478.
- [29] **Inston N., Mistry H., Gilbert J., et al.** “Aneurysm in vascular access: State of the art and future developments”. *The Journal of Vascular access*, 2017;18(6):464-472.

- [30] **Malik J., Tuka V., Kasalova Z., et al.** “Understanding the dialysis access steal syndrome. A review of the etiologies, diagnosis, prevention and treatment strategies”. *The Journal of Vascular Access*, 2008;9(3):155-166.
- [31] **Saad T.F.** “Bacteremia associated with tunneled, cuffed hemodialysis catheters”. *American Journal of Kidney Diseases*, 1999;34(6):114-1124.
- [32] **Allon M.** “Quantification of Complications of Tunneled Hemodialysis Catheters”. *Am. J. Kidney Dis.*, 2019;73(4):462-464.
- [33] **MacRae Jennifer, Ahmed Ayesha, et al.** “Central Vein Stenosis: A Common Problem in Patients on Hemodialysis”. *ASAIO Journal*, 2005;51(1):77-81.
- [34] **Navuluri R., Regalado S.** “The KDOQI 2006 Vascular Access Update and Fistula First Program Synopsis”. *Semin. Intervent. Radiol*, 2009;26(2):122-124.
- [35] **Pisoni RL.** “Vascular access use in Europe and the United States: Results from the DOPPS”. *Kidney Int.*, 2002;61:305–316.
- [36] **Mehta S.** “Statistical summary of clinical results of vascular access procedures for haemodialysis”, in Sommer B.G., Henry M.L.: *Vascular Access for Hemodialysis-II* (ed. 2). Chicago, IL, Gore, 1991:145–157.
- [37] **Kaufman J.L.** “The decline of the autogenous hemodialysis access site”. *Semin. Dial.*, 1995;8:59–61.
- [38] **Woodside K.J., Bell S., Mukhopadhyay P., et al.** “Arteriovenous Fistula Maturation in Prevalent Hemodialysis Patients in the United States: A National Study” [published correction appears in *Am J Kidney Dis.* 2018 Aug; 72(2):314]. *Am. J. Kidney Dis.*, 2018;71(6):793-801.
- [39] **Kim D.H., Park J.I., Lee J.P., et al.** “The effects of vascular access types on the survival and quality of life and depression in the incident hemodialysis patients”. *Ren. Fail.* 2020;42(1):30–9.

- [40] **Beathard G.A., Lok C.E., Glickman M.H., et al.** “Definitions and End Points for Interventional Studies for Arteriovenous Dialysis Access”. *Clin. J. Am. Soc. Nephrol.*, 2018;13(3):501-512.
- [41] **Lok C.E., Huber T.S., Lee T., et al.** “KDOQI Vascular Access Guideline Work Group. KDOQI clinical practice guideline for vascular access: 2019 update”. *Am. J. Kidney Dis.*, 2020;75(4) (suppl. 2):S1-S164.
- [42] **Wedgwood K.R., Wiggins P.A., Guillou P.J.** “A prospective study of end-to-side vs. side-to-side arteriovenous fistulas for haemodialysis”. *Br J Surg.*, 1984;71(8):640-642.
- [43] **Smith E.G., Gohil R, Chetter I.C.** “Factors affecting the patency of arteriovenous fistulas for dialysis access”. *J. Vasc. Surg.*, 2012;55:849-55.
- [44] **Malovrh M.** “Strategy for the maximal use of native arteriovenous fistulae for hemodialysis”. *Scientific World Journal*, 2006;6:808-815.
- [45] **Woo K., Lok C.E.** “New Insights into Dialysis Vascular Access: What Is the Optimal Vascular Access Type and Timing of Access Creation in CKD and Dialysis Patients?” *Clin. J. Am. Soc. Nephrol.*, 2016;11(8):1487-1494.
- [46] **Franco Ricardo Portioli.** “Arteriovenous fistulas in hemodialysis: factors of success and the role of nephrologists”. *Brazilian Journal of Nephrology*, 2018;40(4):309-311.
- [47] **Yammine K., Mirela Eric M.** “Patterns of the superficial veins of the cubital fossa: A meta-analysis”. *Phlebology*, 2017;32(6):403–414.
- [48] **Pires L., Ráfare A.L., Peixoto B.U., et al.** “The venous patterns of the cubital fossa in subjects from Brazil”. *Morphologie*, 2018;102(337):78-82.
- [49] **Lucas Alves Sarmiento Pires, et al.** “Comprehensive review of the superficial veins of the forearm from a historical, anatomical and clinical point of view”. *IJAE*, 2019;124:2:142-152.

- [50] **Maalman R.S., Donkor Y.O., Ayamba A.M., et al.** “A Rare Anatomical Variation of the Termination of Right and Left Cephalic Veins”. *Case Reports in Vascular Medicine*, 2018.
- [51] **Jun E.S.W., Lun A.L.Y., Nikam M.** “A rare anatomic variant of a single-conduit supraclavicular cephalic arch draining into the external jugular vein presenting with recurrent arteriovenous fistula stenosis in a hemodialysis patient”. *J. Vasc. Surg. Cases Innov. Tech.*, 2017;3(1):20-22.
- [52] **Anaya-Ayala J.E., Younes H.K., Kaiser C.L., et al.** “Prevalence of variant brachial-basilic vein anatomy and implications for vascular access planning”. *J. Vasc. Surg.*, 2011;53(3):720-724.
- [53] **Kaiser C.L., Anaya-Ayala J.E., Ismail N., et al.** “Unrecognized basilic vein variation leading to complication during basilic vein transposition arteriovenous fistula creation: case report and implications for access planning”. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.*, 2010;39:627-62.
- [54] **Lee H.S., Song Y.R., Kim J.K., et al.** “Anatomical variants of upper arm veins on preoperative mapping venography for hemodialysis access in Korean adults”. *J. Vasc. Access*, 2019;20(3):270-275.
- [55] **Rodríguez-Niedenführ M., Vázquez T., Nearn L., et al.** “Variations of the arterial pattern in the upper limb revisited: a morphological and statistical study, with a review of the literature”. *J. Anat.*, 2001;199:5:547-566.
- [56] **Kian K., Shapiro J.A., Salman L., et al.** “High brachial artery bifurcation: clinical considerations and practical implications for an arteriovenous access”. *Semin. Dial.*, 2012;25(2):244-247.
- [57] **Valenti D., Mistry H., Junghans C., et al.** “High brachial artery bifurcation is associated with failure of upper limb autologous arteriovenous fistulae”. *J. Vasc. Surg.*, 2009;49:5.

- [58] **Tsoucalas G., Eleftheriou A., Panagouli E.** “High Bifurcation of the Brachial Artery: An Embryological Overview”. *Cureus*. 2020;12(2):e7097
- [59] **Gupta N., Yuo T.H., Konig G. 4th, et al.** “Treatment strategies of arterial steal after arteriovenous access”. *J. Vasc. Surg.*, 2011;54(1):162-167.
- [60] **Sullivan E.D., Peter D.J., Cranley J.J.** “Real-time B-mode venous ultrasound”. *J. Vasc. Surg.*, 1984;1(3):465-471.
- [61] **Tordoir J.H., de Bruin H.G., Hoeneveld H., et al.** “Duplex ultrasound scanning in the assessment of arteriovenous fistulas created for hemodialysis access: comparison with digital subtraction angiography”. *J. Vasc. Surg.*, 1989;10(2):122-128.
- [62] **Finlay D.E., Longley D.G., Foshager M.C. et al.** “Duplex and color Doppler sonography of hemodialysis arteriovenous fistulas and grafts”. *RadioGraphics*, 1993;13:5:983-989.
- [63] **MacRae J.M., Oliver M., Clark E., et al.** “Arteriovenous Vascular Access Selection and Evaluation”. *Can. J. Kidney Health Dis.*, 2016;3:2054358116669125.
- [64] **Kim S.M., Han Y., Kwon H., et al.** “Impact of a preoperative evaluation on the outcomes of an arteriovenous fistula”. *Ann. Surg. Treat. Res.*, 2016;90(4):224-230.
- [65] **Sivaharini S., Yuvaraj Babu K., Karthik Ganesh Mohanraj.** “Comparative analysis of Allen`s test with modified Allen`s test and its clinical importance”. *Drug Invention Today*. 2018;10.
- [66] **vanBemmelen P.S., Kelly P., Blebea J.** “Improvement in the visualization of superficial arm veins being evaluated for access and bypass”. *J. Vasc. Surg.*, 2005;42(5):957-962.
- [67] **Davidson I., Chan D., Dolmatch B., et al.** “Duplex ultrasound evaluation for dialysis access selection and maintenance: a practical guide”. *The Journal of Vascular access*, 2008;9:1-9.

- [68] **Kerr S.F., Krishan S., Lapham R.C., et al.** “Duplex sonography in the planning and evaluation of arteriovenous fistulae for haemodialysis”. *Clin. Radiol.* 2010;65(9):744-749.
- [69] **Mihmanli I., Besirli K., Kurugoglu S., et al.** “Cephalic vein and hemodialysis fistula: Surgeon's observation versus color Doppler ultrasonographic findings”. *J. Ultrasound Med.*, 2001;20:217-22.
- [70] **Chin E. E., Zimmerman P.T., Grant E.G.** “Sonographic evaluation of upper extremity deep venous thrombosis”. *J. Ultrasound Med.*, 2005;24(6):829-840.
- [71] **Canaud B., Ponce P., et al.** “Vascular Access Management for Haemodialysis: A Value-Based Approach from NephroCare Experience”, *Vascular Access Surgery-Tips and Tricks*, Publisher IntechOpen, 2019.
- [72] **Croft R., Brooks S., Nicolaou A., Kakkos S., et al.** “Is Preoperative Vein Mapping Beneficial for the Creation of Dialysis Arteriovenous Fistulas? ” *The Journal for Vascular Ultrasound*, 2012;36 (1):23–25.
- [73] **Habib J., Baetz L., Satiani B.** “Assessment of collateral circulation to the hand prior to radial artery harvest”. *Vasc. Med.*, 2012;17(5):352-361.
- [74] **Cina A., et al.** “Color Doppler sonography before and after AV haemodialysis fistulas preparation”. *Congress ECR 2007, Poster Number C-852*, Educational Exhibit, (<https://dx.doi.org/>)
- [75] **Zamboli P., Fiorini F., D’Amelio A., et al.** “Color Doppler ultrasound and arteriovenous fistulas for hemodialysis”. *J. Ultrasound*, 2014;17:253–263.
- [76] **Brown B. W. G.** “Preoperative Radiological Assessment for Vascular Access”. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.*, 2006;31:64–69.
- [77] **National Kidney Foundation.** KDOQI Clinical Practice Guidelines and Clinical Practice Recommendations for 2006 Updates: Hemodialysis Adequacy, Peritoneal

Dialysis Adequacy and Vascular Access”. *Am. J. Kidney Dis.*, 2006;48(suppl 1):S1-S322.

- [78] **Mendes R.R., Farber M.A., Marston W.A., et al.** “Prediction of wrist arteriovenous fistula maturation with preoperative vein mapping with ultrasonography”. *J Vasc. Surg.*, 2002;36(3):460-463.
- [79] **Shenoy S.** “Surgical anatomy of upper arm: what is needed for AVF planning”. *J. Vasc. Access*, 2009;10(4):223-232.
- [80] **Sidawy A.N., Spergel L.M., Besarab A., et al.** “The Society for Vascular Surgery: clinical practice guidelines for the surgical placement and maintenance of arteriovenous hemodialysis access”. *J. Vasc. Surg.*, 2008;48(5) (Suppl.):2S-25S.
- [81] **Lomonte C., Basile C.** “Preoperative assessment and planning of haemodialysis vascular access”. *Clin. Kidney J.*, 2015;8(3):278-281.
- [82] **Kong X., Tang L., Liang L., et al.** “Clinical outcomes following the surgery of new autologous arteriovenous fistulas proximal to the failed ones in end-stage renal disease patients: a retrospective cohort study”. *Ren. Fail*, 2019;41(1):1036-1044.
- [83] **Konner K., Hulbert-Shearon T.E., Roys E.C., et al** “Tailoring the initial vascular access for dialysis patients”. *Kidney Int.*, 2002;62(1):329-338.
- [84] **Robbin M.L., Greene T., Cheung A.K., et al.** “Arteriovenous Fistula Development in the First 6 Weeks after Creation”. *Radiology*, 2016;279(2):620-629.
- [85] **Jennings W.C., Mallios A., Mushtaq N.** “Proximal radial artery arteriovenous fistula for hemodialysis vascular access”. *J. Vasc. Surg.*, 2018;67(1):244-253.
- [86] **Masengu A., Maxwell AP., Hanko J.B.** "Investigating clinical predictors of arteriovenous fistula functional patency in a European cohort”. *Clin. Kidney J.*, 2016;9(1):142–147.
- [87] **Malovrh M.** “Approach to patients with end-stage renal disease who need an arteriovenous fistula”. *Nephrol. Dial. Transplant*, 2003;18 (Suppl. 5):v50-v52.

- [88] **AIUM practice parameter** for the Performance of Ultrasound Vascular Mapping for Preoperative Planning of Dialysis Access, American Institute of ultrasound in Medicine 2016 (<https://www.aium.org/resources/guidelines/predialysisaccess>).
- [89] **Navuluri R., Regalado S.** “The KDOQI 2006 Vascular Access Update and Fistula First Program Synopsis”. *Semin. Intervent. Radiol*, 2009;26(2):122-124.
- [90] **Tordoir J., Canaud B., Haage P., et al.** “EBPG on Vascular Access”. *Nephrol. Dial. Transplant*, 2007;22(Suppl. 2):ii88-ii117.
- [91] **Chierighini L. C. C., Francolin P. C., Chammas M. C., et al.** “Evaluation of hemodialysis arteriovenous fistula before and after surgery: Teaching points Poster No.: C-0625” Congress: ECR 2014.
- [92] **ERBP Guideline Development Group on Vascular Access**, Clinical practice guideline on peri- and postoperative care of arteriovenous fistulas and grafts for haemodialysis in adults. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 2019;34(Supplement_2):ii1-ii42.
- [93] **Persic V., Ponikva 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):334-339.
- [94] **Silva M.B. Jr, Hobson R.W. 2nd, Pappas P.J., and et al.** “A strategy for increasing use of autogenous hemodialysis access procedures: impact of preoperative non invasive evaluation”. *J. Vasc. Surg.*, 1998;27(2):302-308.
- [95] **Choi J.W., Joh J.H., Park H.C.** “The Usefulness of Duplex Ultrasound for Hemodialysis Access Selection”. *Vasc. Specialist Int.*, 2017;33(1):22-26.
- [96] **Allon M., Lockhart M.E., Lilly R.Z., et al.** “Effect of preoperative sonographic mapping on vascular access outcomes in hemodialysis patients”. *Kidney Int.*, 2001;60(5):2013-2020.

- [97] **Malovrh M.** “Native arteriovenous fistula: Preoperative evaluation”. *Am. J. Kidney Dis.*, 2002;39:1218-25.
- [98] **Mihmanli I., Besirli K., Kurugoglu S., et al.** “Cephalic vein and hemodialysis fistula: Surgeon's observation versus color Doppler ultrasonographic findings”. *J. Ultrasound Med.*, 2001;20:217-22.
- [99] **Kakkos S.K., Haddad G.K., Stephanou A., et al.** “Routine preoperative venous and arterial mapping increases both, construction and maturation rate of upper arm autogenous arteriovenous fistulae”. *Vasc. Endovascular Surg.*, 2011;45(2):135-141.
- [100] **Hossain S., Sharma A., Dubois L., et al.** “Preoperative point-of-care ultrasound and its impact on arteriovenous fistula maturation outcomes”. *J. Vasc. Surg.*, 2018;68(4):1157-1165.
- [101] **Mat Said N., Musa K.I., Mohamed Daud M.A., et al.** “The Combination of Sonography and Physical Examination Improves the Patency and Suitability of Hemodialysis Arteriovenous Fistula in Vascular Access”. *Malays J. Med. Sci.*, 2016;23(4):26-32.
- [102] **Wong C.S., McNicholas N., Healy D., et al.** “A systematic review of preoperative duplex ultrasonography and arteriovenous fistula formation”. *J. Vasc. Surg.*, 2013;57(4):1129-1133.
- [103] **Kosa S.D., Al-Jaishi A.A., Moist L., Lok C.E.** “Preoperative vascular access evaluation for haemodialysis patients”. *Cochrane Database Syst. Rev.*, 2015;2015(9):CD007013.
- [104] **Georgiadis G.S., Charalampidis D.G., Argyriou C., et al.** “The Necessity for Routine Pre-operative Ultrasound Mapping Before Arteriovenous Fistula Creation: A Meta-analysis”. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.*, 2015;49(5):600-605.

- [105] **Wells A.C., Fernando B., Butler A., et al.** “Selective use of ultrasonographic vascular mapping in the assessment of patients before haemodialysis access surgery”. *Br. J. Surg.*, 2005;92(11):1439-1443.
- [106] **Györi G.P., Eilenberg W., Dittrich L., et al.** “Preoperative ultrasound improves patency and cost effectiveness in arteriovenous fistula surgery”. *J. Vasc. Surg.*, 2019;69(2):526-531.
- [107] **Lopes J.R.A., Marques A.L.B., Correa J.A.** “The influence of a doppler ultrasound in arteriovenous fistula for dialysis failure related to some risk factors [published online ahead of print, 2020 Apr 27]”. *J. Bras. Nefrol*, 2020:S0101.
- [108] **K. C. A., Srinath M.G., Desai S.C., et al.** “Value of preoperative sonographic vascular evaluation of haemodialysis access in upperlimb”. *J. Clin. Diagn. Res.*, 2014;8(12):RC06-RC10.
- [109] **Lampropoulos G., Papadoulas S., Katsimperi G., et al.** “Preoperative evaluation for vascular access creation”. *Vascular*, 2009;17(2):74-82.
- [110] **Robbin M.L., Gallichio M.H., Deierhoi M.H., et al.** “US vascular mapping before hemodialysis access placement”. *Radiology*, 2000;217(1):83-88.
- [111] **Usman M.J.R., Misbah M.** “Vascular Preoperative Venous Mapping Decreases the Frequency of Negative Exploration in Arteriovenous Fistula Creation”. *JIMDC*, 2017;6(3):131-134.
- [112] **Ilhan G., Esi E., Bozok S., et al.** “The clinical utility of vascular mapping with Doppler ultrasound prior to arteriovenous fistula construction for hemodialysis access”. *J. Vasc. Access*, 2013;14(1):83-88.
- [113] **Kim J.J., Koopmann M., Ihenachor E., et al.** “The Addition of Ultrasound Arterial Examination to Upper Extremity Vein Mapping before Hemodialysis Access”. *Ann. Vasc. Surg.*, 2016;33:109-115.

- [114] **Planken R.N., Keuter X.H., Hoeks A.P., et al.** “Diameter measurements of the forearm cephalic vein prior to vascular access creation in end-stage renal disease patients: graduated pressure cuff versus tourniquet vessel dilatation”. *Nephrol. Dial. Transplant*, 2006;21(3):802-806.
- [115] **Hui S.H., Folsom R., Killewich L.A., et al.** “A comparison of preoperative and intraoperative vein mapping sizes for arteriovenous fistula creation”. *J. Vasc. Surg.*, 2018;67(6):1813-1820.
- [116] **Bojakowski K., Gorczyca-Wiśniewska E., Szatkowski M., et al.** “Preoperative ultrasonographic examination of the radial artery and the cephalic vein and risks of dialysis arterio-venous fistula dysfunction”. *Pol. J. Radiol.*, 2010;75(1):7-12.
- [117] **Cho M., Kim J.S., Cho S., et al.** “Baseline characteristics of arm vessels by preoperative duplex ultrasonography in Korean patients for hemodialysis vascular access”. *J. Vasc. Access*, 2019;20(6):646-651.
- [118] **Lauvao L.S., Ihnat D.M., Goshima K.R., et al.** “Vein diameter is the major predictor of fistula maturation”. *J. Vasc. Surg.*, 2009;49(6):1499-1504.
- [119] **Mendes R.R., Farber M.A., Marston W.A., et al.** “Prediction of wrist arteriovenous fistula maturation with preoperative vein mapping with ultrasonography”. *J. Vasc. Surg.*, 2002;36(3):460-463.
- [120] **Bashar K., Clarke-Moloney M., Burke P.E., et al.** “The role of venous diameter in predicting arteriovenous fistula maturation: when not to expect an AVF to mature according to pre-operative vein diameter measurements? A best evidence topic”. *Int. J. Surg.*, 2015;15:95-99.
- [121] **Lockhart M.E., Robbin M.L., Fineberg N.S., et al.** “Cephalic vein measurement before forearm fistula creation: does use of a tourniquet to meet the venous diameter threshold increase the number of usable fistulas?” *J. Ultrasound Med.*, 2006;25(12):1541-1545.

- [122] **McGrogan D.G., Maxwell A.P., Khawaja A.Z., et al.** “Current tools for prediction of arteriovenous fistula outcomes”. *Clin. Kidney J.*, 2015;8(3):282-289.
- [123] **Jayaraj A., Crawford C., Logar C., et al.** “Impact of Routine Use of a Tourniquet during Preoperative Vein Mapping on the Diameter of Arm Veins and Creation of Functional Arteriovenous Fistulas”. *Journal for Vascular Ultrasound*, 2013;37(1):21–25.
- [124] **Lee K.G., Chong T.T., Goh N., 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)*, 2017;22(5):382-387.
- [125] **Planken R.N., Keuter X.H., Hoeks A.P., et al.** “Diameter measurements of the forearm cephalic vein prior to vascular access creation in end-stage renal disease patients: graduated pressure cuff versus tourniquet vessel dilatation”. *Nephrol. Dial. Transplant*, 2006;21(3):802-806.
- [126] **Zhang F., Li Y., Wang T., et al.** “Influence of cephalic vein dilation on arteriovenous fistula maturation in patients with small cephalic veins”. *Medicine (Baltimore)*, 2020;99(1):e18576.
- [127] **Dageforde L.A., Harms K.A., Feurer I.D., et al.** “Increased minimum vein diameter on preoperative mapping with duplex ultrasound is associated with arteriovenous fistula maturation and secondary patency”. *J. Vasc. Surg.*, 2015;61(1):170-176.
- [128] **Hou G., Hou Y., Sun X., et al.** “Venous distensibility is more important than venous diameter in primary survival of autogenous radiocephalic arteriovenous fistulas [published online ahead of print, 2020 May 6]”. *J. Vasc. Access*, 2020:1129729820920103.
- [129] **Manne V., Pogula V., Nalubolu M., et al.** “Can pre and postoperative vein diameter and postoperative flow velocities influence the patency of vascular access in

hemodialysis patients?" *Indian Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, 2018;5(3):145.

[130] **Manne V., Vaddi S.P., Reddy V.B., et al.** "Factors influencing patency of brescia-cimino arteriovenous fistulas in hemodialysis patients". *Saudi J. Kidney Dis. Transpl.*, 2017;28:313-7.

[131] **Parmar J., Aslam M., Standfield N.** "Pre-operative radial arterial diameter predicts early failure of arteriovenous fistula (AVF) for haemodialysis". *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.*, 2007;33:113-5.

[132] **Malovrh M.** "Non-invasive evaluation of vessels by duplex sonography prior to construction of arteriovenous fistulas for haemodialysis". *Nephrol. Dial. Transplant*, 1998;13(1):125-129.

[133] **Lockhart M.E., Robbin M.L., Allon M.** "Preoperative sonographic radial artery evaluation and correlation with subsequent radiocephalic fistula outcome". *J. Ultrasound. Med.*, 2004;23(2):161-171.

[134] **Abreu R., Rioja S., Vallespin J., et al.** "Predictors of early failure and secondary patency in native arteriovenous fistulas for hemodialysis". *Int. Angiol.*, 2018;37(4):310-314.

[135] **Köksoy C., Kuzu A., Erden I., et al.** "Predictive value of colour Doppler ultrasonography in detecting failure of vascular access grafts". *Br. J. Surg.*, 1995;82(1):50-52.

[136] **Lomonte C., Casucci F., Antonelli M., et al.** "Is there a place for duplex screening of the brachial artery in the maturation of arteriovenous fistulas?" *Semin. Dial.*, 2005;18(3):243-246.

[137] **Masengu A., McDaid J., Maxwell A.P., Hanko J.B.** "Preoperative radial artery volume flow is predictive of arteriovenous fistula outcomes [published correction appears in *J Vasc Surg.* 2016 Apr; 63(4):1133]". *J. Vasc. Surg.*, 2016;63(2):429-435.

- [138] **Oprea A., Molnar A., Vlăduțiu D., et al.** “Correlation between preoperative vein and artery diameters and arteriovenous fistula outcome in patients with end-stage renal disease. *Chujul. Med.*, 2018;91(4):399-407.
- [139] **Korten E., Toonder I.M., Schrama Y.C., et al.** “Dialysis fistulae patency and preoperative diameter ultrasound measurements”. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.*, 2007;33(4):467-471.
- [140] **Kakkos S.K., Kaplanis N., Papachristou E.C., et al.** “The Significance of Inflow Artery and Tourniquet Derived Cephalic Vein Diameters on Predicting Successful Use and Patency of Arteriovenous Fistulas for Haemodialysis”. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.*, 2017;53(6):870-878.
- [141] **Misskey J., Hamidizadeh R., Faulds J., et al.** “Influence of artery and vein diameters on autogenous arteriovenous access patency”. *J Vasc Surg.*, 2020;71(1):158-172.
- [142] **Wilmink T., Corte-Real Houlihan M.** “Diameter Criteria Have Limited Value for Prediction of Functional Dialysis Use of Arteriovenous Fistulas”. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.*, 2018;56(4):572-581.
- [143] **Kordzadeh A., Askari A., Hoff M., et al.** “The Impact of Patients Demographics, Anatomy, Comorbidities, and Peri-operative Planning on the Primary Functional Maturation of Autogenous Radiocephalic Arteriovenous Fistula”. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.*, 2017;53:726-732.
- [144] **Jemcov T.K.** “Morphologic and functional vessels characteristics assessed by ultrasonography for prediction of radiocephalic fistula maturation”. *J. Vasc. Access*, 2013;14(4):356-363.
- [145] **Farber A., Imrey P.B., Huber T.S., et al.** “Multiple preoperative and intraoperative factors predict early fistula thrombosis in the Hemodialysis Fistula Maturation Study”. *J. Vasc. Surg.*, 2016;63(1):163-70.

- [146] **Vassalotti J.A., Falk A., Cohl E.D., et al.** “Obese and non-obese hemodialysis patients have a similar prevalence of functioning arteriovenous fistula using pre-operative vein mapping”. *Clin. Nephrol*, 2002;58(3):211-214.
- [147] **Ferring M., Henderson J., Wilmink A., Smith S.** “Vascular ultrasound for the pre-operative evaluation prior to arteriovenous fistula formation for haemodialysis: review of the evidence”. *Nephrol. Dial. Transplant*, 2008;23(6):1809-1815.
- [148] **Roijens P.P., Burgmans J.P., Yo T.I., et al.** “Autogenous radial-cephalic or prosthetic brachial-antecubital forearm loop AVF in patients with compromised vessels? A randomized, multicenter study of the patency of primary hemodialysis access”. *J. Vasc. Surg.*, 2005;42(3):481-487.
- [149] **Woo K., Ulloa J., Allon M., et al.** “Establishing patient-specific criteria for selecting the optimal upper extremity vascular access procedure”. *J Vasc Surg.*, 2017;65(4):1089-1103.
- [150] **Committee Vascular Access:** 2018 Clinical Practice Guidelines of the European Society for Vascular Surgery (ESVS) *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.*, 2018;55:757-818.