



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



Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

**” Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΠΟΛΥΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΗΣ ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΙΑΣ
ΣΤΗΝ ΠΡΩΙΜΗ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΕΠΙΠΛΟΚΩΝ ΤΩΝ
ΑΡΤΗΡΙΟΦΛΕΒΙΚΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΓΙΑ ΑΙΜΟΚΑΘΑΡΣΗ ”**

υπό

ΣΙΔΗΡΟΠΟΥΛΟΥ ΜΑΡΙΑΣ

Ειδικευόμενης Ιατρού Ακτινολογίας

Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των

απαιτήσεων για την απόκτηση του

Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών

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

Λάρισα, 2024

Επιβλέπων:

*Βασίλειος Ραφαηλίδης, Επίκουρος Καθηγητής Ακτινολογίας, Τμήμα Ιατρικής,
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης*

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

- 1. Βασίλειος Ραφαηλίδης, Επίκουρος Καθηγητής Ακτινολογίας, Τμήμα Ιατρικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (Επιβλέπων)*
- 2. Μιλτιάδης Λαζαρίδης, Ομότιμος Καθηγητής Αγγειοχειρουργικής, Τμήμα Ιατρικής, ΔΠΘ*
- 3. Ευστράτιος Γεωργακαράκος, Αναπληρωτής Καθηγητής Αγγειοχειρουργικής, Τμήμα Ιατρικής, ΔΠΘ*

Τίτλος εργασίας στα αγγλικά:

**" THE CONTRIBUTION OF MULTIPARAMETRIC ULTRASOUND IN EARLY
DETECTION OF ARTERIOVENOUS FISTULA COMPLICATIONS IN
HEMODIALYSIS PATIENTS "**

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ολοκληρώνοντας τη συγγραφή της διπλωματικής μου εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Βασίλειο Ραφαηλίδη για την καθοδήγηση , τη στήριξη και την άμεση ανταπόκρισή του, καθώς επίσης και τα μέλη της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής μου κ.Λαζαρίδη και κ.Γεωργαράκο και τον καθηγητή κ. Γιαννούκα , για τη συμμετοχή μου στο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Υπερηχογραφική Λειτουργική Απεικόνιση για την πρόληψη & διάγνωση των αγγειακών παθήσεων» του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και την εμβάθυνση σε θέματα του αγγειακού υπερηχογραφήματος. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους ιατρούς κ. Δημοσθένη Κόκκινο , κ. Sasan Partovi και κ. Απόστολο Σαραφόπουλο για την ευγενική παραχώρηση κλινικών περιστατικών με ιδιαίτερα, χαρακτηριστικά, υπερηχογραφικά ευρήματα, τα οποία και παρουσιάζονται για εκπαιδευτικούς σκοπούς.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

	Σελίδες
Περίληψη	5
Abstract	6
Εισαγωγή	7
Κεφάλαιο 1 ^ο : Σκοπός της μελέτης	9
ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	
Κεφάλαιο 2 ^ο : Επιπλοκές των ΑΦΕ	10
2.1 Πρώιμες επιπλοκές των ΑΦΕ	10
2.1.1. Πρώιμη αποτυχία της ΑΦΕ : Ορισμοί – αίτια	10
2.1.2. Αποτυχία ωρίμανσης της ΑΦΕ	11
2.1.3. Κριτήρια ωρίμανσης μιας ΑΦΕ – υπερηχογραφική εκτίμηση	12
2.2 Όψιμες επιπλοκές των ΑΦΕ	15
2.2.1. Θρόμβωση	15
2.2.2. Σύνδρομο υποκλοπής	18
2.2.3. Στένωση	19
2.2.4. Ανευρύσματα – Ψευδοανευρύσματα – Αιματώματα	23
2.2.5 Λοίμωξη	28
2.2.6 Ισχαιμική νευροπάθεια	29
2.2.7 Καρδιακή Ανεπάρκεια υψηλής παροχής	30
2.2.8. Φλεβική Υπέρταση	30
ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	
Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας	
Κεφάλαιο 3 ^ο : Μεθοδολογία	31
Κεφάλαιο 4 ^ο : Αποτελέσματα	34
Κεφάλαιο 5 ^ο : Συζήτηση	43
Κεφάλαιο 6 : Συμπεράσματα	47
Βιβλιογραφία	48

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εισαγωγή: Οι αρτηριοφλεβικές επικοινωνίες (ΑΦΕ) αποτελούν τον πιο δημοφιλή τύπο αγγειακής πρόσβασης για αιμοκάθαρση, λόγω μειωμένου ποσοστού επιπλοκών και μακρύτερης επιβίωσης συγκριτικά με τους άλλους διαθέσιμους τύπους. Ωστόσο, κύριο μειονέκτημά τους συνιστά το ενδεχόμενο ανεπαρκούς ωρίμανσης και πρόιμης δυσλειτουργίας. Το υπερηχογράφημα, το οποίο χρησιμοποιείται με αυξανόμενο ρυθμό τα τελευταία χρόνια, αποτελεί σημαντική μέθοδο παρακολούθησης της καλής λειτουργίας και της πρόιμης ανίχνευσης επιπλοκών των ΑΦΕ.

Σκοπός: Σκοπός της συγκεκριμένης μελέτης είναι η ανάδειξη του ρόλου του υπερηχογραφήματος στην πρόιμη ανίχνευση επιπλοκών των ΑΦΕ, γεγονός που συμβάλλει στην μακρύτερη επιβίωση τους, μέσω ανασκόπησης της διαθέσιμης βιβλιογραφίας.

Μέθοδος: Πραγματοποιήθηκε αναλυτική ανασκόπηση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας σε καθιερωμένες μηχανές αναζήτησης (Pubmed, Medline, Google Scholar) σχετικά με τη συμβολή του υπερηχογραφήματος στην ανάδειξη επιπλοκών των ΑΦΕ. Στην αναζήτηση συμπεριλήφθηκαν αγγλικά άρθρα και χρησιμοποιήθηκαν ειδικές λέξεις – κλειδιά με συγκεκριμένη μεθοδολογία αναζήτησης.

Αποτελέσματα: Μέσω της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, εντοπίστηκαν και αναλύθηκαν συνολικά 23 άρθρα, εκ των οποίων, στα 15 αξιολογήθηκε η ευαισθησία και η ειδικότητα των υπερηχογραφικών μεθόδων και διερευνήθηκε η συμβολή τους στη διάγνωση επιμέρους επιπλοκών των ΑΦΕ, ενώ στα 7 συγκρίθηκε η ευαισθησία του υπερηχογραφήματος με άλλες τεχνικές διάγνωσης.

Συμπεράσματα: Το υπερηχογράφημα με τη χρήση πολυπαραμετρικών τεχνικών, είναι η πρώτη γραμμής απεικονιστική μέθοδος για την έγκαιρη διάγνωση και το σχεδιασμό της αντιμετώπισης πρόιμων και όψιμων επιπλοκών της ΑΦΕ. Ιδιαίτερα, εάν συνδυαστεί με την κλινική εξέταση ή την αξονική τομογραφία σε δύσκολες περιπτώσεις, η ευαισθησία και ειδικότητα μπορεί να φτάσει το 100%, ποσοστά ίσα της gold - standard αγγειογραφίας.

Λέξεις- Κλειδιά : "Υπερηχογράφημα" , "αρτηριοφλεβικές επικοινωνίες" , "επιπλοκές αγγειακής πρόσβασης", "Color Doppler υπερηχογράφημα", "διαγνωστική ευαισθησία υπερηχογραφήματος".

ABSTRACT

Introduction: Arteriovenous fistulas (AVFs) are the most favored type of vascular access used for hemodialysis due to their lower complication rate and longer survival compared to other types. However, their main disadvantage is the possibility of insufficient maturation and early dysfunction. Ultrasound (US) has been increasingly used in recent years and plays a crucial role in monitoring the proper function and detecting potential complications of AVFs.

Purpose: This study aims to highlight the role of ultrasound in the early detection of AVF complications, which can contribute to their longer survival.

Method: An analytical review of the existing literature regarding the contribution of ultrasound to the identification of AVF complications was carried out in established search engines (Pubmed, Medline, Google Scholar). The search included English articles and specific keywords with a particular research methodology.

Results: Through the review of the existing literature, a total of 23 articles were identified and analyzed. Of these, 15 evaluated the sensitivity and specificity of the ultrasound method and investigated its contribution to the diagnosis of individual complications of AVFs, while 7 compared the sensitivity of ultrasound with other diagnostic modalities.

Conclusion: Multiparametric ultrasound is considered the first-line imaging method for early diagnosis and proper treatment of early and late AVF complications. Especially, if US is combined with clinical examination or CT scan in difficult cases, sensitivity and specificity can reach rates up to 100%, percentages equal to those of gold-standard angiography.

Keywords: Ultrasound, Arteriovenous fistulas, Vascular access complications, Color Doppler US, Ultrasound diagnostic accuracy.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Παγκοσμίως, περίπου 2 εκατομμύρια ασθενείς έχουν διαγνωστεί με νεφρική νόσο τελικού σταδίου (ESRD, end-stage renal disease) και η ετήσια αναφερόμενη επίπτωση είναι σχεδόν 100.000 κλινικές περιπτώσεις [1]. Η αιμοκάθαρση αποτελεί σωτήρια μέθοδο νεφρικής υποκατάστασης για τους ασθενείς αυτούς [2]. Μέσω της αιμοκάθαρσης, το αίμα «καθαρίζεται» από τις τοξίνες και την περίσσεια υγρών και στη συνέχεια επιστρέφει φιλτραρισμένο πίσω στον ασθενή [3].

Για την πραγματοποίηση αιμοκάθαρσης μακράς χρονικής διάρκειας απαιτείται η παρουσία αγγειακής πρόσβασης. Ιστορικά, η πρώτη επιτυχής αγγειακή προσπέλαση για αιμοκάθαρση πραγματοποιήθηκε το 1966 [4]. Οι διαθέσιμοι τύποι αγγειακής πρόσβασης περιλαμβάνουν τις αρτηριοφλεβικές επικοινωνίες (ΑΦΕ), τα μοσχεύματα και τους κεντρικούς φλεβικούς καθετήρες. Ο ιδανικός τύπος αγγειακής πρόσβασης παρέχει στο μηχάνημα περιτοναϊκής διάλυσης ρυθμό αιματικής ροής επαρκή για αποτελεσματική αιμοκάθαρση, έχει μεγάλη διάρκεια ζωής και παρουσιάζει χαμηλό ποσοστό επιπλοκών [4]. Ωστόσο, οι επιπλοκές του κάθε τύπου αγγειακής πρόσβασης συνεχίζουν να είναι η αχίλλειος πτέρνα στη θεραπεία αιμοκάθαρσης.

Οι αυτόλογες ΑΦΕ αποτελούν, σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες, την πρώτη επιλογή αγγειακής πρόσβασης [1,5,6,7], καθώς συνδέονται με χαμηλότερα ποσοστά θρόμβωσης και λοίμωξης, με μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και μικρότερη διάρκεια ενδοноσοκομειακής νοσηλείας συγκριτικά με τα μοσχεύματα και τους κεντρικούς καθετήρες [1,7].

Μία αρτηριοφλεβική επικοινωνία (fistula) εξ ορισμού είναι μια τεχνητή επικοινωνία, που συνδέει χειρουργικά μια εγγενή φλέβα και αρτηρία με στόχο την αιμοκάθαρση, με τελικο-τελική (end-to-end anastomosis), τελικο-πλάγια (end-to-side anastomosis), (φλέβα-αρτηρία) ή πλαγιο-πλάγια (side-to-side anastomosis) αναστόμωση [1]. Οι αυτόλογες ΑΦΕ μπορούν να είναι συγγενείς (ανατομικές ανωμαλίες) ή επίκτητες, όπως οι θεραπευτικές για αιμοκάθαρση.

Δεν υπάρχουν δημοσιευμένες τυχαιοποιημένες μελέτες που να συγκρίνουν την κατάλληλη ανατομική θέση δημιουργίας μιας ΑΦΕ [4]. Ωστόσο, όταν σχεδιάζεται μόνιμη αγγειακή πρόσβαση προτιμάται πάντα η πιο περιφερική τοποθεσία και συνηθέστερα το άνω άκρο, ο καρπός ή το άνω μέρος του βραχίονα στο μη επικρατές άκρο [8,9].

Οι πιο συνήθεις τύποι αρτηριοφλεβικών επικοινωνιών είναι η κερκιδοκεφαλική και η βραχιονοκεφαλική επικοινωνία. Μία μετα-ανάλυση των Lazarides et al. ανέδειξε αυξημένα ποσοστά αποτυχίας στις κερκιδοκεφαλικές επικοινωνίες συγκριτικά με τις βραχιονοκεφαλικές, σε ηλικιωμένους ασθενείς [10]. Όταν η κεφαλική φλέβα του άνω βραχίονα δεν είναι διαθέσιμη, θα πρέπει να εξετάζεται το ενδεχόμενο μεταφοράς της επικοινωνίας στη βασιλική φλέβα [1].

Οι ΑΦΕ παρότι αποτελούν την πρώτη επιλογή, σχετίζονται με υψηλά ποσοστά μη ωρίμανσης και όψιμες επιπλοκές, όπως η στένωση, η θρόμβωση, το ανεύρυσμα/ψευδανεύρυσμα, το αιμάτωμα, το σύνδρομο υποκλοπής και η λοίμωξη [1,11]. Η επιτήρηση μέσω του συνδυασμού της φυσικής εξέτασης και της απεικόνισης είναι απαραίτητη για την έγκαιρη διάγνωση τυχόν επιπλοκών ή πρώιμης δυσλειτουργίας της ΑΦΕ και την συνεπακόλουθη αποφυγή αποτυχίας της [5,6,7].

Το υπερηχογράφημα χρησιμοποιείται πλέον με όλο και αυξανόμενο ρυθμό, για την παρακολούθηση της ΑΦΕ, την εκτίμηση της ωρίμανσης και την πρώιμη ανίχνευση επιπλοκών [1,12,13,14]. Ωστόσο, δεν έχει επίσημα καθοριστεί η μέθοδος εκλογής για τη διάγνωση των επιμέρους επιπλοκών των ΑΦΕ ή ο τρόπος παρακολούθησης (surveillance) μιας ΑΦΕ [5,6,7]. Για τον λόγο αυτό, στην παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάζεται ο ρόλος του πολυπαραμετρικού υπερηχογραφήματος στην πρώιμη διάγνωση επιπλοκών των ΑΦΕ, μέσω επισκόπησης της διεθνούς βιβλιογραφίας και παρουσίασης ανάλογων εκπαιδευτικών περιστατικών, με σκοπό την ανάδειξη όσο το δυνατόν περισσότερων πτυχών και διαστάσεων του εξεταζόμενου θέματος και την κατανόησή του σε βάθος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη και η ανάδειξη του ρόλου του πολυπαραμετρικού υπερηχογραφήματος στην πρώιμη ανίχνευση και στη διαχείριση πρώιμων, αλλά και όψιμων πιθανών επιπλοκών των ΑΦΕ. Στόχο της μελέτης αποτελεί η ανάδειξη, περιγραφή και αξιολόγηση των διαφορετικών υπερηχογραφικών τεχνικών που συμβάλλουν στη διάγνωση της κάθε τύπου επιπλοκής ξεχωριστά, βελτιώνοντας την επιβίωση της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας.

Στο γενικό μέρος αναλύονται οι βασικές αρχές, οι κατευθυντήριες οδηγίες και τα ιδιαίτερα απεικονιστικά- υπερηχογραφικά ευρήματα των επιπλοκών των ΑΦΕ, που συμβάλλουν στην έγκαιρη ανίχνευσή τους. Δίνεται ένα λεπτομερές πρωτόκολλο για τη διεξαγωγή και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων των υπερηχογραφικών μεθόδων, όσον αφορά τις επιπλοκές των ΑΦΕ, μέσω και της παρουσίασης αντίστοιχων, επιλεγμένων κλινικών περιστατικών. Στη συνέχεια, στο ειδικό μέρος, παρατίθεται επισκόπηση της σύγχρονης βιβλιογραφίας, παρουσιάζεται η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε και τα αποτελέσματα που προέκυψαν. Τέλος, γίνεται συζήτηση των συμπερασμάτων της έρευνας και υποδεικνύονται τα τυχόν υπάρχοντα κενά, με στόχο τη διερεύνησή τους σε μελλοντικές έρευνες και μελέτες περιστατικών.

Η παρούσα εργασία αναγνωρίζει τη σημασία της αύξησης του αριθμού δημιουργίας των ΑΦΕ και έχει ως σκοπό να τονίσει ότι η πραγματική έμφαση θα πρέπει να δοθεί στη σωστή παρακολούθηση της ωρίμανσης και την πρόληψη των επιπλοκών της κάθε νεοσύστατης ΑΦΕ, γεγονός που μπορεί να επιτευχθεί με τη βοήθεια των υπερηχογραφικών μεθόδων.

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ ΤΩΝ ΑΦΕ

Η διατήρηση μιας λειτουργικής αγγειακής πρόσβασης και οι συναφείς επιπλοκές αντιπροσωπεύουν την πιο κοινή αιτία νοσηρότητας σε νεφροπαθείς ασθενείς [15]. Είναι κρίσιμο να τονιστεί, ότι η μείωση των επιπλοκών / αποτυχίας μιας αγγειακής πρόσβασης αρχίζει πριν τη δημιουργία της, με σωστή επιλογή ασθενούς και σχεδίου. Όλη η ομάδα φροντίδας αιμοκαθαιρώμενων ασθενών πρέπει να είναι εξοικειωμένη με τις διάφορες επιπλοκές μιας ΑΦΕ.

Πρόσφατα, η ομάδα εργασίας στις νέες κατευθυντήριες οδηγίες του 2019 [7] αντικατέστησε τον όρο δυσλειτουργία της αγγειακής πρόσβασης με τρεις πιο ειδικούς όρους: (1) επιπλοκές ή δυσλειτουργίες που σχετίζονται με θρομβώσεις, (2) επιπλοκές που δεν σχετίζονται με θρομβώσεις και (3) επιπλοκές σχετιζόμενες με λοιμώξεις. Οι πιθανές επιπλοκές μιας ΑΦΕ γενικά χωρίζονται σε πρώιμες και όψιμες.

2.1 ΠΡΩΙΜΕΣ ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ ΤΩΝ ΑΦΕ

2.1.1. Πρώιμη αποτυχία της ΑΦΕ : Ορισμοί – αίτια

Οι πρώιμες επιπλοκές μιας ΑΦΕ περιλαμβάνουν τη μη ωρίμανση ή την πρώιμη αποτυχία της. Η πρωτογενής βατότητα είναι το πλέον επιθυμητό κλινικό αποτέλεσμα στο οποίο η ΑΦΕ παρέχει επαρκή ροή για αιμοκάθαρση, χωρίς καμία παρέμβαση.

Δευτερογενής βατότητα είναι η επιβίωση της αγγειακής πρόσβασης μέχρι την εγκατάλειψη, συμπεριλαμβανομένων όλων των παρεμβάσεων [11].

Άμεση αποτυχία της ΑΦΕ συμβαίνει όταν ο ρυθμός ροής του αίματος στην επικοινωνία είναι ανεπαρκής λόγω κακής κατάστασης των αγγείων ή χειρουργικών σφαλμάτων. Πρωτογενής - πρώιμη αποτυχία είναι η μόνιμη ανεπάρκεια της ΑΦΕ πριν να είναι κατάλληλη για αιμοκάθαρση, η οποία εμφανίζεται εντός 3 μηνών από την εμφύτευση της ΑΦΕ, λόγω ανεπαρκούς εισροής ή ακατάλληλης αναδιαμόρφωσης της εισερχόμενης αρτηρίας ή της εξερχόμενης φλέβας [16,11].

Τα ελαττώματα εισροής σχετίζονται με την ποιότητα του αρτηριακού τοιχώματος (λέπτυνση, παθολογίες που σχετίζονται με την ηλικία όπως αθηροσκλήρωση, διαβήτης, χρόνια νεφρική νόσος) [17]. Τα ελαττώματα εκροής σχετίζονται κυρίως με προϋπάρχουσες φλεβικές ανωμαλίες (λεπτές ή σκληρωτικές φλέβες, θρόμβωση λόγω φλεβοτομών ή εγχύσεων, θέση PICC, λανθασμένη χρήση βοηθητικών παράπλευρων φλεβών για τη δημιουργία ΑΦΕ). Άλλες πιθανές αιτίες πρόιμης αποτυχίας μιας ΑΦΕ αποτελούν η υπόταση που συνήθως σχετίζεται με χαμηλό όγκο αίματος από πρόσφατη αιμοκάθαρση ή οι δημογραφικοί παράγοντες: όπως ηλικία, παχυσαρκία, γυναικείο φύλο, ιστορικό διαβήτη ή περιφερικής αγγειοπάθειας [8].

2.1.2. Αποτυχία ωρίμανσης της ΑΦΕ

Ο όρος «ωρίμανση» αναφέρεται στη διαδικασία αναδιαμόρφωσης, με την οποία μια επικοινωνία αποκτά χαρακτηριστικά που την καθιστούν αποδεκτή για επιτυχή αιμοκάθαρση υψηλής ποιότητας. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της σταδιακής αύξησης της διαμέτρου και της αιματικής ροής με διαδοχικά αυξημένη χωρητικότητα της αντίστοιχης φλέβας και του συστήματος φλεβικής απορροής [16]. Η κλινική ωρίμανση αναφέρεται στην ικανότητα μιας ΑΦΕ να χρησιμοποιείται για αιμοκάθαρση με 2 βελόνες μεγάλων gauge για $\geq 75\%$ των συνεδρίων αιμοκάθαρσης ενός μεμονωμένου ασθενούς, σε χρονική περίοδο εντός 2 εβδομάδων [18,19].

Αν και οι ΑΦΕ αποτελούν την πρώτη επιλογή αγγειακής πρόσβασης στην αιμοκάθαρση, περίπου το 20% έως 60% από αυτές τελικά δεν είναι κατάλληλο για χρήση λόγω ανεπαρκούς ωρίμανσης [2,20]. Σε αυτούς τους ασθενείς, το υπερηχογράφημα μπορεί να αξιολογήσει και τις περισσότερες φορές να καθορίσει την αιτιολογία της ανωριμότητας. Οι περισσότερες περιπτώσεις αποτυχίας ωρίμανσης των ΑΦΕ οφείλονται σε υποκείμενη στένωση με μείωση της ροής αίματος της φλεβικής απορροής, με συνεπακόλουθη πλήρη θρόμβωση της αγγειακής πρόσβασης. Πρόσφατες έρευνες έχουν επίσης συνδέσει την ωρίμανση με κατάλληλη αιμοδυναμική και γρήγορη αιματική ροή προς τα εμπρός και απουσία μεγάλων φλεβικών παράπλευρων κλάδων που κλέβουν τη ροή από την αγγειακή πρόσβαση του άνω άκρου [13]. Ένας υψηλός διχασμός της βραχιόνιας αρτηρίας (20-25% των ασθενών) θα μπορούσε να μειώσει την έξοδο της άπω αρτηρίας και επομένως να προκαλέσει μεγαλύτερη περίοδο ωρίμανσης μιας ΑΦΕ.

Σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες (KDOQI), η κλινική εξέταση αποτελεί βασικό εργαλείο εκτίμησης της ωρίμανσης μιας ΑΦΕ [7]. Ωστόσο, το υπερηχογράφημα είναι ιδιαίτερα χρήσιμο συνδυαστικά, ειδικά σε ασθενείς με αυξημένο υποδόριο λίπος ή καθυστερημένη ωρίμανση [21,14].

2.1.3. Κριτήρια ωρίμανσης μιας ΑΦΕ – υπερηχογραφική εκτίμηση

Σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες (KDOQI), έχουν καθιερωθεί υπερηχογραφικά κριτήρια καταλληλότητας μιας επικοινωνίας, τα οποία αναφέρονται συχνά ως ο «κανόνας των 6»: Εντός 6 εβδομάδων μετά τη χειρουργική δημιουργία, μια ώριμη ΑΦΕ πρέπει να έχει διάμετρο ≥ 6 mm, βάθος αγγείου πρόσβασης < 6 mm και ροή αίματος > 600 mL/min [22].

Ορισμένοι συγγραφείς χρησιμοποιούν τα υπερηχογραφικά κριτήρια ωρίμανσης του Robbin (ελάχιστη διάμετρος της φλέβας ≥ 4 mm και/ή ο ρυθμός ροής του αίματος είναι ≥ 500 mL/min) [23,24]. Τα κριτήρια αυτά συμφωνούν και με τα κριτήρια του Πανεπιστημίου της Αλαμπάμα (UAB) [24]. Όταν πληρούνται και τα δύο αυτά κριτήρια, η επικοινωνία εκτιμάται ότι είναι κατάλληλη σε $> 95\%$ των περιπτώσεων, ενώ όταν δεν επιτυγχάνεται κανένα από τα κριτήρια, η καταλληλότητα της επικοινωνίας υπολογίζεται μόνο 33% [11,23, 24].

Σε σύγκριση με τα κριτήρια KDOQI, τα κριτήρια UAB είχαν αναπάντεχα υψηλότερη ευαισθησία (89% έναντι 68%), αλλά χαμηλότερη ειδικότητα (42% έναντι 70%) για μη υποβοηθούμενη χρήση μιας επικοινωνίας [24].

Όγκος ροής

Η μέτρηση του όγκου ροής μιας ΑΦΕ (Qa) είναι ένα από τα θεμελιώδη βήματα του υπερηχογραφήματος Doppler, καθώς θεωρείται πλέον ο καλύτερος τρόπος παρακολούθησης της καλής λειτουργίας και ωρίμανσης μιας ΑΦΕ [1,12,25]. Όταν πραγματοποιείται σωστά, η μέτρηση αυτής της αιμοδυναμικής παραμέτρου είναι μια απλή διαδικασία λίγων λεπτών και επαναλαμβάνεται εύκολα.

Ο υπολογισμός του όγκου ροής δίνεται με τον ακόλουθο τύπο:

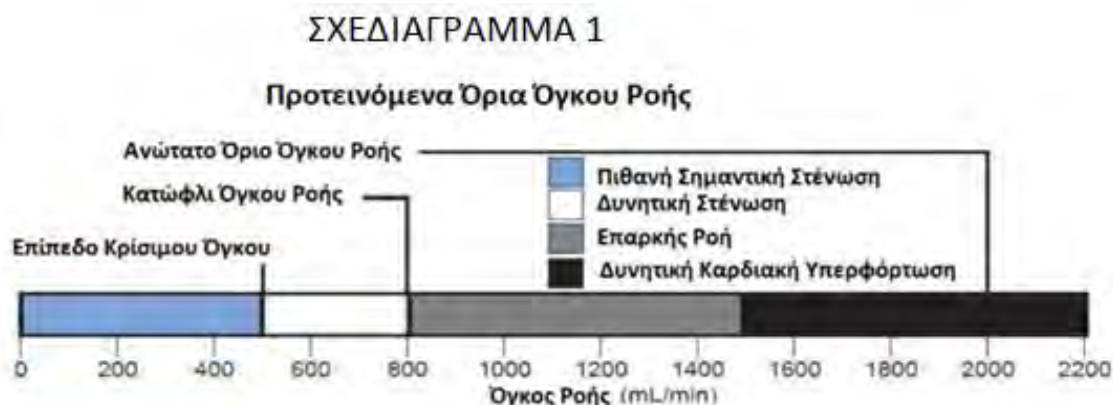
Όγκος ροής (mL/min) = εμβαδό διατομής (cm²) X μέση ταχύτητα (cm/sec) X 60 ,
όπου το εμβαδό διατομής υπολογίζεται από τη διάμετρο d (εμβαδόν = $\pi \cdot d^2 / 4$),
d = η διάμετρος του αγγείου και $\pi = 3.14$. [26]

Η διάμετρος του αγγείου και η μέση ταχύτητα μπορούν να μετρηθούν σε μία μόνο επιμήκη διατομή. Η μέτρηση και των δύο μεταβλητών στην ίδια σάρωση διασφαλίζει ότι και οι δύο έχουν γίνει στην ίδια θέση του αγγείου. Η διάμετρος του αγγείου μετριέται κατάλληλα σε μια μεγεθυμένη εικόνα B-mode, ενώ η μέση ταχύτητα ροής υπολογίζεται χρησιμοποιώντας την επιλογή μέσης ταχύτητας χρόνου που είναι διαθέσιμη αυτόματα στα περισσότερα υπερηχογραφικά μηχανήματα [26].

Η ροή της ΑΦΕ στην κλινική πράξη συνήθως μετράται στη βραχιόνιο αρτηρία, ανεξάρτητα από το ποια αρτηρία είναι η αρτηρία τροφοδοσίας. Σε περίπτωση υψηλού βραχιονίου διχασμού, μετράμε και τις δύο αρτηρίες και υπολογίζουμε τις τιμές. Συνήθως δε μετράμε τον όγκο ροής σε απαγωγό φλέβα, λόγω της εύκολης συμπίεσης των φλεβών με τον ηχοβολέα, των διακυμάνσεων της διαμέτρου, της συχνά ελικοειδούς πορείας τους και των συνοδών παράπλευρων φλεβικών κλάδων [26].

Το υπερηχογράφημα θα πρέπει να διενεργείται σε διάστημα > 24 ώρες μετά τον τερματισμό μιας συνεδρίας αιμοκάθαρσης. Γενικά, τα πιο συχνά σφάλματα υπολογισμού του όγκου ροής περιλαμβάνουν: λανθασμένες ρυθμίσεις του υπερηχογραφήματος (γωνία Doppler $> 60^\circ$, ακατάλληλος όγκος δείγματος), ακατάλληλη αγγειακή θέση υπολογισμού (κοντινή στένωση, αναστόμωση, διάταση ή καμπυλότητα), κακή τεχνική υπερήχων (συμπίεση φλέβας με ηχοβολέα), αιμοδυναμική αστάθεια (αρρυθμία, ταχυκαρδία, υπόταση) ή λανθασμένος χρόνος εξέτασης υπερηχογραφήματος (< 24 ώρες μετά τη συνεδρία αιμοκάθαρσης) [1,24,26].

Η ελάχιστη ροή αυτόλογης επικοινωνίας είναι 500 mL/min, ενώ οι περισσότερες επικοινωνίες που λειτουργούν καλά έχουν ροή που κυμαίνεται μεταξύ 800 και 1500 mL/min, όπως φαίνεται και από το Σχεδιάγραμμα 1 [24, 70].



Η υπερηχογραφική αξιολόγηση της ωρίμανσης μιας ΑΦΕ γίνεται με ανιχνευτή υψηλής ανάλυσης (≥ 9 mHz), ελάχιστη πίεση και ικανή ποσότητα γέλης. Συνήθως, το υπερηχογράφημα για την εκτίμηση ωρίμανσης της επικοινωνίας πραγματοποιείται τη 10η-14η ημέρα μετά τη δημιουργία της, καθώς και 4 εβδομάδες αργότερα [24]. Εάν μια ΑΦΕ δεν ωριμάσει σε 6 εβδομάδες, απαιτούνται πρόσθετες εξετάσεις, προκειμένου να επιτευχθεί έγκαιρη διάγνωση και θεραπεία.

Στις 4 βδομάδες συνήθως με την υπερηχογραφική εξέταση οι επικοινωνίες διαχωρίζονται σε:

- αυτές που έχουν ωριμάσει και πληρούν τα κριτήρια - «κανόνας των 6»,
- σε αυτές που φαίνεται να ωριμάζουν, αλλά δεν πληρούν τα κριτήρια (οριακός όγκος 400-600 mL/min, εσωτερική διάμετρος τμήματος εκροής 4-6 mm, μεγαλύτερο βάθος από την επιφάνεια του δέρματος 6–8 mm). Αυτές οι επικοινωνίες συνήθως θα πρέπει να επαναξιολογηθούν σε 4 βδομάδες πριν ληφθεί η οριστική απόφαση,
- σε αυτές όπου η αιματική ροή είναι επαρκής, αλλά η επικοινωνία δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Οι φλέβες εκροής μπορούν να βρίσκονται βαθύτερα από την επιφάνεια του δέρματος, να μην είναι έτοιμες για χρήση παρόλο που έχουν επαρκή διάμετρο. Αυτοί οι ασθενείς επωφελούνται από μια δεύτερη χειρουργική επέμβαση/επιφανειοποίηση φλέβας ή από παρακεντήσεις που καθοδηγούνται με υπερήχους, και
- σε αυτές που δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν, με όγκο ροής <400 ml/min [24].

2.2 ΟΨΙΜΕΣ ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ ΤΩΝ ΑΦΕ

Η όψιμη αποτυχία εμφανίζεται αφού η ΑΦΕ έχει συμπληρώσει τα κριτήρια καταλληλότητας για αιμοκάθαρση – συνήθως μετά από 3 μήνες μετά τη δημιουργία της. Η όψιμη αποτυχία έχει τις ίδιες κύριες αιτίες με την πρόιμη αποτυχία, δηλαδή τη μείωση της φλεβικής εκροής ή της αρτηριακής εισροής, ευνοώντας τη στάση και τη θρόμβωση. Συχνά προκύπτει από μια μη κρίσιμη στένωση που είναι ήδη εμφανής κατά την περίοδο ωρίμανσης και προοδευτικά μειώνει τον όγκο εκροής [11].

Οι πιο συχνές όψιμες επιπλοκές μιας ΑΦΕ περιλαμβάνουν τη θρόμβωση, τη στένωση, το σύνδρομο υποκλοπής, τη δημιουργία ανευρύσματος– ψευδοανευρύσματος - αιματώματος και τη λοίμωξη [1,4,11,12,16,27,28].

2.2.1 Θρόμβωση

Η θρόμβωση αποτελεί την πιο συχνή επιπλοκή των αρτηριοφλεβικών επικοινωνιών [1,11], παρότι οι ΑΦΕ παρουσιάζουν χαμηλότερα ποσοστά θρομβωτικών επεισοδίων από τα μοσχεύματα και τους κεντρικούς φλεβικούς καθετήρες [27].

Η θρόμβωση διαχωρίζεται σε πρώιμη και καθυστερημένη, με βάση τη χρονική στιγμή που συμβαίνει κατά τη διάρκεια ζωής της ΑΦΕ. Η πρώιμη θρόμβωση είναι μια μετεγχειρητική επιπλοκή και εμφανίζεται τις πρώτες 24 ώρες ή την πρώτη εβδομάδα μετά την εμφύτευση της επικοινωνίας. Τεχνικά λάθη, υπόταση, υπερπηκτικότητα, ελίκωση ή γωνίωση της φλέβας, συμπίεση λόγω μετεγχειρητικού αιματώματος, παρατεταμένος αγγειακός σπασμός και ακούσια συμπίεση της αναστόμωσης κατά τη διάρκεια της νύχτας αποτελούν τις πιο συχνές αιτίες. Η θρόμβωση αφορά την περιοχή της αναστόμωσης και τη φλέβα που παροχετεύει. Η αρτηρία σπάνια εμπλέκεται, εκτός εάν υπάρχει αθηροσκληρωτική, ιατρογενής ή φλεγμονώδης τοιχωματική βλάβη που ευνοεί μια ανεπαρκή εισροή αίματος [11].

Η υπερπλασία του νέο-έσω χιτώνα, που οδηγεί σε στένωση και μείωση του όγκου ροής, αντιπροσωπεύει την πιο κοινή παθοφυσιολογική αιτία της θρόμβωσης των ΑΦΕ και των μοσχευμάτων [18,31]. Η στένωση φλεβικής εκροής που οδηγεί σε στάση αποτελεί προδιαθεσικό παράγοντα για θρόμβωση στην αγγειακή προσπέλαση του άνω άκρου [11,30]. Σε ασθενείς με υποτροπιάζοντα θρομβωτικά επεισόδια πρέπει να γίνεται έλεγχος για καταστάσεις υπερπηκτικότητας (ομοζυγωτία ή ετεροζυγωτία για τον παράγοντα V Leiden, επίπεδα ΑΤΙΙΙ <60% των φυσιολογικών, ανεπάρκεια στις πρωτεΐνες C και S) [30]. Το 9% των ασθενών με υποτροπιάζοντα επεισόδια θρόμβωσης εμφανίζει συγγενή θρομβοφιλία. Η χρόνια νεφρική νόσος μπορεί επίσης να οδηγήσει σε ανωμαλίες πήξης, σε ποσοστό έως και 77% των περιπτώσεων [11].

Ασθενείς με οξεία θρόμβωση των ΑΦΕ συνήθως εμφανίζουν οξύ πόνο και οίδημα στο προσβεβλημένο άνω άκρο [31].

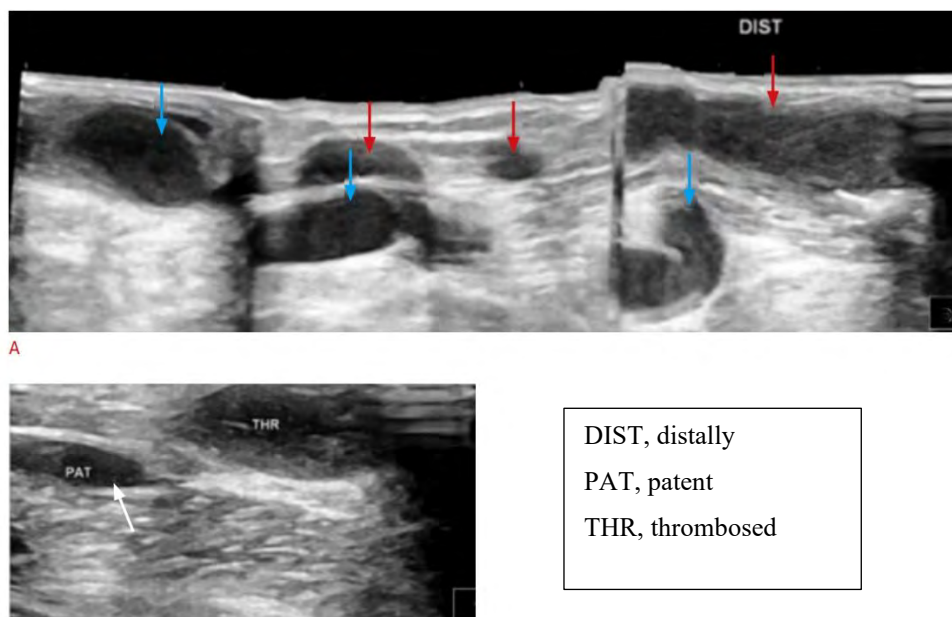
Το έγχρωμο Doppler υπερηχογράφημα αποτελεί τη μη επεμβατική μέθοδο εκλογής για τη διάγνωση της θρόμβωσης και η ευαισθησία του έχει υπολογιστεί ότι φτάνει έως και 100% [11]. Άμεσα και έμμεσα υπερηχογραφικά σημεία οδηγούν στη διάγνωση και καθορίζουν την έκταση του θρόμβου.

Η θρομβωμένη φλέβα υπερηχογραφικά εμφανίζεται συνήθως πλήρης συμπαγούς υλικού μικτής ηχογένειας, δεν συμπιέζεται και δεν ανταποκρίνεται σε δυναμικές δοκιμές όπως οι δοκιμασίες Valsalva και αναπνοής. Η ηχογένεια του θρόμβου είναι χαμηλή στην οξεία κατάσταση και αυξάνεται στη συνέχεια καθώς ο θρόμβος γίνεται πιο χρόνιος. Τα σημεία εισαγωγής της βελόνας θα πρέπει να αξιολογούνται προσεκτικά. Σε περίπτωση θρόμβωσης σε φλέβα απορροής, η ίδια η ΑΦΕ δεν παρουσιάζει αλλοιώσεις της χρωματικής ροής, αλλά η αρτηρία που τροφοδοτεί την επικοινωνία εμφανίζει επίμονο τριφασικό πρότυπο υψηλών αντιστάσεων αντί της διφασικής φασματικής κυματομορφής που παρατηρείται στην λειτουργική ΑΦΕ [11,18].

Η θρόμβωση χαρακτηρίζεται χρόνια όταν ο θρόμβος παραμένει πάνω από 1-2 μήνες. Σταδιακά, η φλέβα γίνεται πολύ μικρότερη και δεν επιτρέπει στο αίμα να ρέει ελεύθερα μέσα από το αγγείο. Η όψιμη θρόμβωση παρατηρείται συχνότερα σε περιοχή που έχει υποστεί επανειλημμένες τραυματικές παρακεντήσεις με βελόνα. Ο χρόνιος θρόμβος μειώνει τη διάμετρο του αγγείου και εμφανίζεται υπερηχοϊκός και επασβεστωμένος στο B-mode υπερηχογράφημα. Η φασματική καμπύλη απουσιάζει στην αποφραχθείσα φλέβα. Όταν ολοκληρωθεί η απόφραξη, το φάσμα της αρτηρίας δείχνει χαμηλές διαστολικές ταχύτητες μέχρι να λάβει ένα τριφασικό πρότυπο υψηλής αντίστασης. Παροχή < 500 ml/min σε ΑΦΕ ή στένωση > 50% στο υπερηχογράφημα σχετίζονται με θρόμβωση της προσπέλασης εντός 6 μηνών. Υποδόριο οίδημα μπορεί επίσης να ανιχνευθεί σε περιπτώσεις οξείας ή υποξείας θρόμβωσης [11].

Ο θρόμβος μπορεί να είναι πλήρης, εάν ο θρόμβος εμποδίζει πλήρως την αιματική ροή, ή μερικώς αποφρακτικός εάν γύρω από το θρόμβο υπάρχει απόδειξη ροής στο Color - Doppler υπερηχογράφημα. Νεότερες τεχνικές, όπως ο υπέρηχος με σκιαγραφικό (CEUS) μπορούν με μεγαλύτερη ακρίβεια να αναγνωρίσουν το θρόμβο και να καθορίσουν την έκταση και τα όρια του. [68]

Η οξεία θρόμβωση αποτελεί μια επείγουσα κατάσταση που απαιτεί άμεση φαρμακομηχανική θρομβεκτομή για πρόληψη μετατροπής της σε χρόνια θρομβωτική νόσο, με συνεπακόλουθη μόνιμη απώλεια της θέσης της αγγειακής πρόσβασης. Τα σημεία Doppler είναι ζωτικής σημασίας για την παραπομπή του ασθενούς σε άμεση θρομβόλυση [11,18].



Εικόνα 1 : Δύο ξεχωριστές ΑΦΕ (γαλάζιο και κόκκινο) που δημιουργήθηκαν σε διαφορετική χρονική στιγμή. Το B - mode υπερηχογράφημα ανέδειξε την παρουσία θρόμβωσης ως υπερηχογενές, μη συμπίεσιμο υλικό σε όλο το μήκος των ΑΦΕ. Η φίστουλα με βατό ένα πολύ μικρό κομμάτι της είναι πλέον ακατάλληλη για αιμοκάθαρση.

Image origin : case courtesy of Dr. Demosthenes Cokkinos

2.2.2 Σύνδρομο Υποκλοπής

Το σύνδρομο υποκλοπής που σχετίζεται με την αγγειακή πρόσβαση στην αιμοκάθαρση (DASS) είναι μια ασυνήθιστη αλλά αναγνωρισμένη επιπλοκή που συνήθως επηρεάζει καπνιστές, διαβητικούς και ηλικιωμένους ασθενείς (≥ 80 ετών) [1].

Σε ασθενείς με ΑΦΕ, το σύνδρομο υποκλοπής είναι πιο συχνό μεταξύ αυτών που περιλαμβάνουν τη βραχιόνιο αρτηρία [32]. Σύμφωνα με δημοσιευμένες μελέτες, συμπτωματική ισχαιμία του περιφερικού άνω άκρου εμφανίζεται στο 10% έως 25% των ασθενών με βραχιονοκεφαλική και βραχιονοβασιλική επικοινωνία, ενώ η συμπτωματική ισχαιμία παρατηρείται μόνο στο 1% έως 2% αυτών με κερκιδοκεφαλικές ΑΦΕ [33].

Το σύνδρομο υποκλοπής προκαλείται από αρτηριακή ανεπάρκεια περιφερικά της ΑΦΕ. Αυτό σημαίνει ότι το μεγαλύτερο μέρος της αρτηριακής παροχής αίματος ρέει στην αναστόμωση και όχι στην άπω αρτηρία, που οδηγεί σε ισχαιμία των χεριών, υποξία και νέκρωση [1]. Συνήθως, η διάγνωση της ισχαιμίας γίνεται κλινικά μέσω της επισκόπησης κρύων, αποχρωματισμένων δακτύλων, ,ελκών, ή από την απουσία κερκιδικού παλμού. Ψηφιακή πίεση <50 mm Hg και βραχιόνιος δείκτης (DBI) <0.6 μπορούν να βρεθούν στο πάσχον άκρο. [29] Οι αλλαγές αυτές αντιστρέφονται με συμπίεση της επικοινωνίας. Η αποτυχία σχηματισμού επαρκούς παράπλευρου δικτύου και/ή η υπερβολική ροή αίματος είναι οι κύριες αιτίες της συμπτωματικής υποκλοπής [34,35].

Κλινικά, το σύνδρομο χωρίζεται σε 4 στάδια. Στο στάδιο 1 είναι ασυμπτωματικό (φαινόμενο υποκλοπής), ενώ σταδιακά εμφανίζεται άλγος ανάπαυσης, κόπωσης και έλκη / γάγγραινα (στάδιο 4).

Η διάγνωση του συνδρόμου είναι κλινική και επιβεβαιώνεται από απεικονιστικές μεθόδους, όπως το υπερηχογράφημα, όπου παρατηρείται αυξημένη ροή στην επικοινωνία και αμφίδρομη ροή στην άπω αρτηρία [34,35]. Αυτή η αλλαγή στην κατεύθυνση της ροής έχει ονομαστεί «υποκλοπή», και όταν δεν αντισταθμίζεται από παράπλευρο δίκτυο, οδηγεί σε ισχαιμικές εκδηλώσεις. Στην πλήρη αρτηριακή υποκλοπή, η κατεύθυνση της ροής μακριά από το μόσχευμα αντιστρέφεται, ωστόσο στη μερική υποκλοπή, η φασματική κυματομορφή γίνεται διφασική [34,35]. Το σύνδρομο υποκλοπής επιβεβαιώνεται εάν η ήπια συμπίεση του μοσχεύματος αντιστρέψει την κατεύθυνση της ροής και επιτευχθεί φυσιολογική φασματική κυματομορφή. Το υπερηχογράφημα είναι η πρώτη επιλογή στη διάγνωση των υποκείμενων αιτιών και σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να αντικαταστήσει την αγγειογραφία [5,6,7,24]. Στην αρτηριακή υποκλοπή, συνήθως εξετάζεται η κερκιδική αρτηρία στον καρπό [34,35].

Η θεραπεία αυτού του συνδρόμου αποτελεί ιδιαίτερη πρόκληση, με υψηλό κίνδυνο ακρωτηριασμού των δακτύλων και του αντιβραχίου. Η διαδικασία περιφερικής επαναγγείωσης – μεσοδιαστήματος απολίνωσης είναι η θεραπεία εκλογής, διατηρώντας παράλληλα την ΑΦΕ [36].

2.2.3 Στένωση

Η στένωση εμφανίζεται ως αρκετά συχνή επιπλοκή στις ΑΦΕ [1,4,11,12,16,27,28]. Στην αιμοδυναμική, ως στένωση ορίζουμε τη μείωση του εύρους του αυλού των αγγείων που προκύπτει από μια αθηρωματική πλάκα, από υπερπλασία του νέο-έσω χιτώνα ή από αποφρακτικό θρόμβο. Οι στενώσεις των ΑΦΕ οδηγούν σε αυξημένες φλεβικές πιέσεις και χαμηλούς ρυθμούς ροής κατά τη διάρκεια της αιμοκάθαρσης [11]. Ο κίνδυνος θρόμβωσης γενικά αυξάνεται με τον βαθμό της στένωσης. Η στένωση γίνεται κρίσιμη ή σοβαρή όταν η στένωση του αγγείου οδηγεί σε σημαντική πτώση του όγκου ροής.

Στις εγγενείς ΑΦΕ έχουν συνολικά περιγραφεί τρία είδη στενώσεων :

Α) Η πιο κοινή θέση να συμβεί μια στένωση σε μια ΑΦΕ είναι το παρα-αναστομωτικό τμήμα (80%), με αυτές τις στενώσεις να επηρεάζουν τα πρώτα 2 cm της φλέβας που παροχετεύει, κοντά στην αρτηριοφλεβική αναστόμωση [11,18]. Αυτή η στένωση λόγω αντιδραστικής υπερπλασίας του νέο-έσω χιτώνα οδηγεί σε πρόωμη αποτυχία της επικοινωνίας. Στην ώριμη ΑΦΕ, αντιπροσωπεύει μια εξέλιξη της αρχικής στένωσης . Καθώς σε αυτή την περίπτωση η στένωση είναι επίμονη, τα μακροχρόνια αποτελέσματα αγγειοπλαστικής (PTA) δεν είναι ενθαρρυντικά, ενώ και η χρήση αγγειοπλαστικής με μπαλόνι απαιτεί συχνά χειρουργική αναθεώρηση [11].

Β) Η αναστομωτική στένωση προκαλείται είτε από αντιδραστική υπερπλασία του νεο-έσω χιτώνα είτε από χειρουργικά σφάλματα. Είναι η πιο κοινή αιτία στένωσης εισροής, μη ικανοποιητικής ωρίμανσης και πρόωμης αποτυχίας σε μια ΑΦΕ. Σε εγγενείς επικοινωνίες, το 40% των προσβάσεων εμφανίζει στένωση εισροής και συνυπάρχουσα βλάβη στη φλεβική πλευρά, σύμφωνα με δημοσιευμένες μελέτες [67].

Γ) Η στένωση του σημείου της φλεβοκέντησης είναι μια τυπική επιπλοκή μιας ώριμης επικοινωνίας. Μπορεί να είναι είτε κοντό σε μήκος, ως μια όψιμη επιπλοκή των προεμφυτευτικών φλεβοτομών που εντοπίζεται μεταξύ των δύο σημείων φλεβοκέντησης, είτε ως μια πολλαπλή ή εκτεταμένη στένωση που αντιπροσωπεύει την ινωτική απόκριση της φλέβας σε επαναλαμβανόμενες παρακεντήσεις [11]. Η αγγειοπλαστική είναι η θεραπεία πρώτης επιλογής για αυτή τη στένωση [37].

Οι Tirinescu et al., πραγματοποίησαν μια μεγάλη μελέτη παρατήρησης σε 97 ασθενείς και εντόπισαν ως πιο συχνές θέσεις να εμφανιστεί η στένωση σε μια ΑΦΕ: στην περιοχή πέριξ της αναστόμωσης στις περισσότερες περιπτώσεις, και ακολούθως στο

αντιβράχιο και στο βραχίονα [38]. Στις βραχιονοκεφαλικές ΑΦΕ στένωση συνήθως εμφανίζεται στο κεφαλικό τόξο.

Δυσλειτουργία της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας ή του μοσχεύματος, δυσκολίες κατά τη διαδικασία παρακέντησης, πόνος στη θέση της ΑΦΕ και αυξημένες φλεβικές πιέσεις - μπορεί όλα να υποδηλώνουν την παρουσία μιας υποκείμενης στένωσης [18]. Πολλοί παράγοντες επηρεάζουν τη σοβαρότητα της στένωσης μιας επικοινωνίας, όπως το μήκος του στενωτικού τμήματος (νόμος του Poiseuille), τα σημεία και η διάμετρος της στένωσης, η παρουσία ικανού παράπλευρου δικτύου, η πλαστικότητα της φλέβας, τα ελαττώματα εισροής/εκροής που συνυπάρχουν και αιμοδυναμικοί παράγοντες όπως η καρδιακή παροχή, η αρτηριακή πίεση, τα ανευρύσματα και γεωμετρικές ανωμαλίες [11,39].

Οι έγχρωμες και φασματικές υπερηχογραφικές Doppler τεχνικές μπορούν να ανιχνεύσουν τη στένωση του αυλού αλλά και να την ποσοτικοποιήσουν. Ειδικότερα, έχουν θεσπιστεί υπερηχογραφικά κριτήρια για τη διάγνωση μιας στένωσης, τα οποία περιλαμβάνουν μορφολογικούς και αιμοδυναμικούς παράγοντες, καθώς και αλλαγές στην ταχύτητα PSV.

Α) Μορφολογικά – γεωμετρικά κριτήρια: Η στένωση της **αρτηρίας** θεωρείται «κρίσιμη», όταν η διάμετρος της αρτηρίας μειώνεται κατά 60%-75%. Η στένωση της **φλέβας** θεωρείται κρίσιμη εάν ο αυλός παρουσιάζει σημαντική ($\geq 50\%$) μείωση στην εγκάρσια διάμετρο του (διάμετρος $< 2-3$ mm).

Ωστόσο, τα γεωμετρικά κριτήρια περιορίζονται από την αναξιοπιστία των μετρήσεων σε μια ώριμη ΑΦΕ, όταν η φλέβα παροχέτευσης εμφανίζει μια αλληλουχία στένωσης και διαστολής λόγω συνεχούς παρακέντησης. Επίσης, οι ηχοβολείς χαμηλής συχνότητας (7,5 MHz) δεν μπορούν να αναδείξουν ευκρινώς την υπερπλασία του νέο-έσω χιτώνα σε λειτουργία B- mode [11,18].

Β) Αιμοδυναμικά κριτήρια: Τα κριτήρια αυτά βασίζονται σε υπερηχογραφικές τεχνικές Color (CD) και Pulse Waved Doppler (φασματική ανάλυση - PWD). Στο CD, τεχνικά σφάλματα (artifacts), όπως το aliasing, το μωσαϊκό χρώματος και η χρωματική διακύμανση υποδηλώνουν υποκείμενη στενωτική νόσο. Σε PWD, οι τιμές μέγιστης συστολικής ταχύτητας (PSV) είναι άμεσες ενδείξεις στένωσης όταν είναι $>300-400$ cm/s [1,11].

Τα χαρακτηριστικά της αιματικής ροής της βραχιόνιας αρτηρίας είναι ένας ακόμη παράγοντας που θα πρέπει να υπολογιστεί. Οι τυπικές τιμές του όγκου ροής μιας ώριμης, λειτουργικής επικοινωνίας είναι $>600 \text{ mL/min}$. Η απόλυτη μείωση του ρυθμού ροής όγκου $<500 \text{ mL/min}$ ή μείωση $>25\%$ τον τελευταίο μήνα (εάν ο ρυθμός ροής του αίματος είναι $<1000 \text{ mL/min}$) είναι ενδεικτικό σημείο στένωσης [5,11,18]. Άλλα έμμεσα σημεία στένωσης είναι ο δείκτης αντίστασης $RI > 0,7$ ή καθυστερημένη συστολική άνοδος.

Οι δημοσιευμένες κατευθυντήριες οδηγίες περιγράφουν τα ακόλουθα βασικά κριτήρια για την παρουσία σημαντικής στένωσης στην αγγειακή προσπέλαση του άνω άκρου (Πίνακας 1): Στένωση του αγγειακού αυλού $>50\%$ και δι-τριπλασιασμός της PSV (αυτή είναι η αναλογία μεταξύ του PSV στη στενωτική και στην προστενωτική περιοχή), συν ≥ 1 από τα ακόλουθα κριτήρια: Ροή αίματος $<500 \text{ mL/min}$ σε ΑΦΕ, μείωση της ροής του αίματος $>25\%$ σε περιπτώσεις ροής αίματος $<1000 \text{ mL/min}$ και/ή υπολειπόμενη διάμετρος του εξεταζόμενου αγγείου $<2 \text{ mm}$ [5,40]. Εάν υπάρχουν μόνο 1-2 κύρια κριτήρια, η στένωση θεωρείται οριακή και η επανεκτίμηση ενδείκνυται εντός 6-8 εβδομάδων [40].

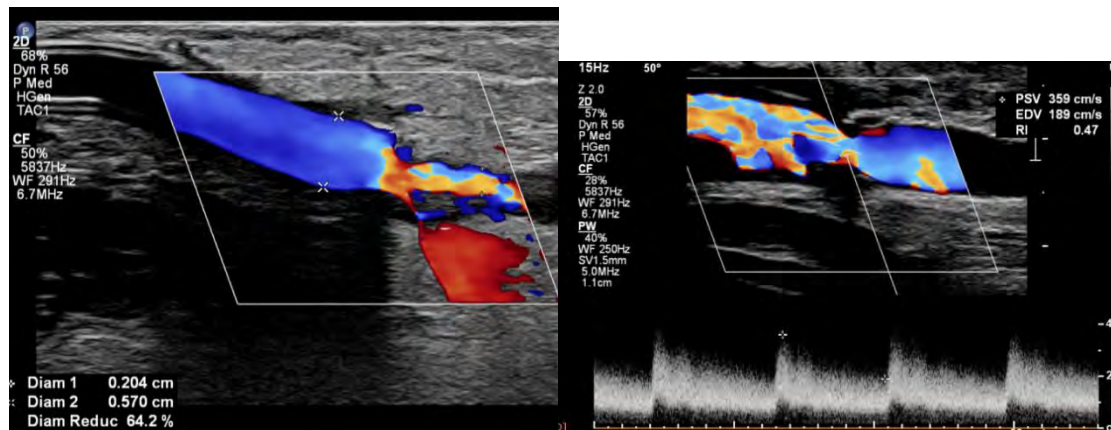
ΠΙΝΑΚΑΣ 1

ΚΥΡΙΑ ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΤΕΝΩΣΗΣ	ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ (≥ 1)
Στένωση του αγγειακού αυλού $>50\%$	Ροή αίματος $<500 \text{ mL/min}$
Αύξηση της PSV $> 2-3x$	μείωση της ροής του αίματος $>25\%$
	Υπολειπόμενη διάμετρος εξεταζόμενου αγγείου $<2 \text{ mm}$

Η στένωση στην αρτηρία είναι σπάνια και εμφανίζεται κυρίως σε ηλικιωμένους ασθενείς με αθηροσκλήρυνση [11]. Η παρουσία επαρκών παράπλευρων στοιχείων, η χαμηλή συστηματική πίεση, η κακή γωνία ανίχνευσης Doppler και η κεντρική φλεβική στένωση είναι μερικοί από τους παράγοντες που μπορούν να εμποδίσουν την επιτυχή διάγνωση της στένωσης. Ωστόσο, ο βαθμός στένωσης δεν είναι απόλυτος στην πρόβλεψη αποτυχίας της ΑΦΕ [11,40].

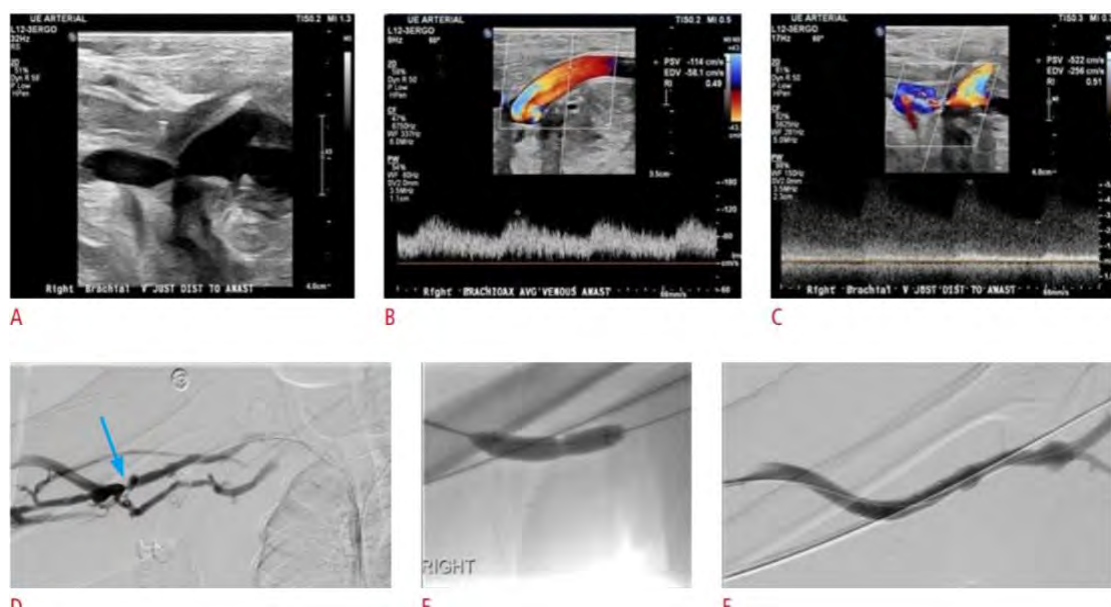
Οι προηγούμενες κατευθυντήριες γραμμές KDOQI του 2006 υποστήριζαν ότι η PTA είναι η πρώτη γραμμή θεραπείας για τη στένωση στην αγγειακή πρόσβαση. Αν και

αυτό γενικά παραμένει ως αρχή στη σύγχρονη εποχή, στις νέες κατευθυντήριες οδηγίες εξετάζονται αρκετές σημαντικές νέες κλινικές δοκιμές [7,8,40].



Εικόνα 2 : Στένωση >50% με μορφολογικά (64,2%) και αιμοδυναμικά κριτήρια (PSV = 359 cm/ sec) σε ασθενή με κερκιδοκεφαλική ΑΦΕ.

Image origin: Κλινική Ακτινολογίας, Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο Θεσσαλονίκης ΑΧΕΠΑ



Εικόνα 3 : 39 χρονών γυναίκα με νεφρική νόσο τελικού σταδίου και αιφνίδιο οίδημα ΔΕ άνω άκρου. Στο Gray scale - Color Doppler υπερηχογράφημα αναδείχθηκε στένωση της φλεβικής απορροής 50-99%, με σημαντική άνοδο της ταχύτητας αμέσως κεντρικότερα της αναστόμωσης. Η φιστουλογραφία ανέδειξε την παρουσία μεγάλου βαθμού στένωσης , η οποία αντιμετωπίστηκε επιτυχώς με αγγειοπλαστική και τοποθέτηση stent.

Image origin: Imaging Institute, Cleveland Clinic Main Campus, Cleveland, Ohio

2.2.4. Ανευρύσματα – Ψευδοανευρύσματα - Αιματώματα

Μια σημαντική κατηγορία επιπλοκών των ΑΦΕ περιλαμβάνει τραυματισμούς του φλεβικού τοιχώματος που δημιουργούν ανευρύσματα, ψευδοανευρύσματα και αιματώματα [11].

Το ανεύρυσμα και το ψευδοανεύρυσμα εμφανίζονται συχνά ως μια ψηλαφητή μάζα στη φυσική εξέταση. Το έγχρωμο Doppler υπερηχογράφημα, με υψηλής συχνότητας ηχοβολείς (7.5–20 MHz) αποτελεί απαραίτητο εργαλείο για την αξιολόγηση μιας εστιακής μάζας στο άνω άκρο και τη διαφοροποίηση ανευρυσμάτων, ψευδοανευρυσμάτων, και αιματωμάτων από οξεία θρομβωμένη αγγειακή προσπέλαση (ψευδομάζα). Το ανεύρυσμα, το αιμάτωμα και το ψευδοανεύρυσμα μπορεί να αφορούν τη φλέβα απορροής, την αναστόμωση και σπανιότερα την αρτηρία της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας [1,11,31].

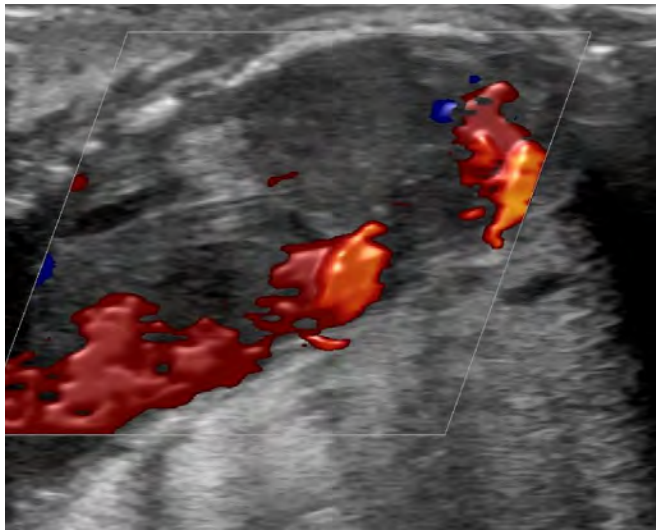
Ανεύρυσμα. Μετά τη δημιουργία μιας ΑΦΕ, αιμοδυναμικές δυνάμεις επιδρούν τόσο στην αρτηρία όσο και στη φλέβα, οδηγώντας σε αύξηση της διαμέτρου του αγγείου, της ροής και του όγκου του αίματος σε όλο το κύκλωμα. Αυτές οι φυσιολογικές αλλαγές μπορεί να γίνουν παθολογικές, εάν η φλέβα εκροής συνεχίζει να διαστέλλεται και εν τέλει γίνει ανευρυσματική. Η επαναλαμβανόμενη παρακέντηση σε επαναλαμβανόμενα σημεία ή η στροβιλώδης ροή αίματος λόγω στένωσης είναι οι κύριες αιτίες σχηματισμού ανευρύσματος, το οποίο παρατηρείται σε περίπου 5 έως 7% των περιπτώσεων [7,8].

Στην αρτηριακή κυκλοφορία, ως ανεύρυσμα ορίζουμε ένα αγγείο με μέγεθος 1,5 φορές μεγαλύτερο από το φυσιολογικό του. Ο ορισμός μιας ανευρυσματικής ΑΦΕ είναι κάπως συγκεχυμένος, επειδή μια ώριμη επικοινωνία είναι ουσιαστικά ένα «ανεύρυσμα». Οι Balaz και Bjorck προσπάθησαν να διευκρινίσουν αυτό το ζήτημα και όρισαν ως ανεύρυσμα μιας αγγειακής πρόσβασης, τη διεύρυνση και των 3 αγγείων, διαμέτρου >18 mm ή περίπου 3 φορές της διαμέτρου της φλέβας απορροής μιας ώριμης επικοινωνίας [41]. Σύμφωνα με αυτόν τον ορισμό, τα ανευρύσματα δεν μπορούν ουσιαστικά να αναπτυχθούν σε μοσχεύματα παρά μόνο σε ΑΦΕ, καθώς απαιτείται διάταση και των 3 στοιβάδων. Ωστόσο, υπάρχουν πολλά άλλα συστήματα ταξινόμησης [7].

Η διάγνωση τίθεται με τη βοήθεια του υπερηχογραφήματος, κατά το οποίο παρατηρείται διάταση που εξορμάται από αγγεία με ή χωρίς χρωματικό σήμα. Η ροή

του αίματος στην κοιλότητα του ανευρύσματος περιγράφεται ως μια κυκλική δίνη παρόμοια με ένα σύννεφο καπνού τσιγάρου, εμφανής στην υπερηχογραφική εικόνα B-Mode. Σε περίπτωση θρόμβωσης, ο βατός αυλός εμφανίζει συνήθως χρωματική ροή. Ένα πλήρως θρομβωμένο ανεύρυσμα μερικές φορές υπερηχογραφικά μοιάζει με παλιό αιμάτωμα και σε τέτοιες περιπτώσεις θα πρέπει να γίνεται σωστή λήψη ιστορικού και προσεκτική αξιολόγηση της σύνδεσης με το τοίχωμα του αγγείου [7,11].

Τα ανευρύσματα μπορούν να αναπτυχθούν οπουδήποτε, αλλά συχνότερα εμφανίζονται στη φλέβα απορροής. Η πιο κοινή θέση εμφάνισης του ανευρύσματος είναι η θέση εισαγωγής της βελόνας. Ολόκληρο το μήκος του αγγείου θα πρέπει να εξετάζεται καθώς η εύρεση περισσότερων του ενός ανευρυσμάτων δεν είναι ασυνήθης [8].



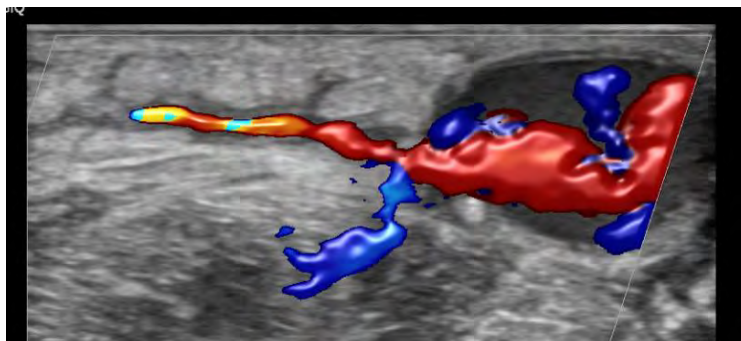
Εικόνα 4 : Παρουσία μερικώς θρομβωμένου ανευρύσματος σε ασθενή με κερκιδοκεφαλική ΑΦΕ.

Image origin: Κλινική Ακτινολογίας, Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο Θεσσαλονίκης ΑΧΕΠΑ

Ψευδοανεύρυσμα. Το ψευδοανεύρυσμα δημιουργείται δευτερογενώς από ιατρογενές τραύμα, στο πλαίσιο επαναλαμβανόμενων παρακεντήσεων [42]. Το ψευδοανεύρυσμα είναι μια περιαγγειακή συλλογή, που σε αντίθεση με το αιμάτωμα, διατηρεί τη συνέχεια με τον αυλό του αγγείου μέσω ρήξης ή ελλείμματος και σε αντίθεση με το ανεύρυσμα, δεν έχει δικό του τοίχωμα. Οριοθετείται από αντιδραστικό ινώδη ιστό που καλύπτεται από ενδοθήλιο [7].

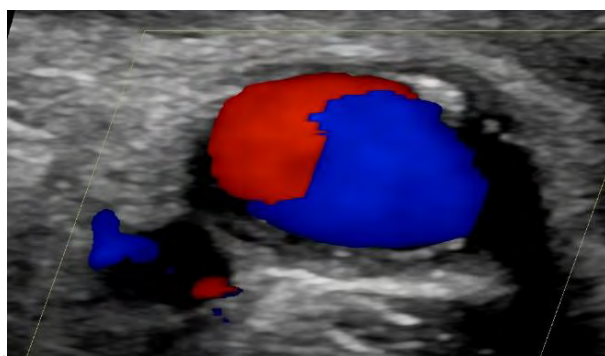
Στο έγχρωμο Doppler υπερηχογράφημα, τα ψευδοανευρύσματα εμφανίζουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά ευρήματα, όπως το χαρακτηριστικό «σημείο yin-yang- ένας κυκλικός στροβιλισμός στη ροή χρώματος», μια γιγάντια κόκκινη-μπλε δίνη - με το όνομα «Σημαία της Κορέας» και την αμφίδρομη ροή που έχει χαρακτηριστεί ως μοτίβο «to-and-fro» στη φασματική ανάλυση στον αυχένα του ψευδοανευρύσματος [1,11] Σπάνια το ψευδοανεύρυσμα αποκόπτεται μόνο του από την κυκλοφορία λόγω αιφνίδιας θρόμβωσης και ακόμη πιο σπάνια ερεθίζει το μέσο νεύρο ή προκαλεί θρόμβωση φλέβας λόγω εξωτερικής συμπίεσης. Στην περίπτωση ενός ψευδοανευρύσματος, η αξονική αγγειογραφία και η αγγειογραφία χρειάζονται μόνο για τον προγραμματισμό της χειρουργικής επέμβασης ή την εκτέλεση μιας ενδαγγειακής επέμβασης [43]. Σε πολλές μάλιστα περιπτώσεις, σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες, η χειρουργική επέμβαση μπορεί να προγραμματιστεί ακόμη και χωρίς αξονική αγγειογραφία, εάν η υπερηχογραφική εξέταση με CD- PWD έχει γίνει σωστά και ολοκληρωμένα , με αντίληψη των πιθανών τεχνικών σφαλμάτων [7]. Το CEUS , ως μια νέα εναλλακτική μέθοδος, εμφανίζει υψηλή ευαισθησία στην ανάδειξη ακόμη και ελάχιστης ροής εντός ενός ύποπτου ψευδοανευρύσματος. [68]

Ο κίνδυνος ρήξης ενός ψευδοανευρύσματος είναι υψηλότερος από αυτόν ενός αληθινού ανευρύσματος ίδιου μεγέθους λόγω ανεπαρκούς στήριξης του τοιχώματος του σάκου. Για αυτό το λόγο, τα ψευδοανευρύσματα γενικά απαιτούν θεραπεία [11]. Συγκεκριμένα, τα μικρά ψευδοανευρύσματα ενδέχεται να αντιμετωπίζονται συντηρητικά, ενώ ένα πρόσφατο ψευδοανεύρυσμα μπορεί να αντιμετωπιστεί με συμπίεση για 30–45 λεπτά χρησιμοποιώντας την κεφαλή των υπερήχων [44]. Η διαδερμική έγχυση θρομβίνης (100–1500 IU) είναι χρήσιμη για την προώθηση μιας ταχείας θρόμβωσης και σύγκλεισης της ψευδο-ανευρυσματικής κοιλότητας.



Εικόνα 5α: Ψευδοανεύρυσμα στη λοξή φλέβα κάτωθεν της αναστόμωσης σε ασθενή με αναστόμωση βραχιόνιας αρτηρίας και λοξής φλέβας του αγκώνα

Image origin: Κλινική Ακτινολογίας, Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο Θεσσαλονίκης ΑΧΕΠΑ



Εικόνα 5β: χαρακτηριστικό υπερηχογραφικό σημείο Yin Yang και πρότυπο ροής to-and-fro σε ψευδοανεύρυσμα σε ασθενή με κερκιδοκεφαλική ΑΦΕ.

Image origin: Κλινική Ακτινολογίας,
Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο
Θεσσαλονίκης ΑΧΕΠΑ

Αιμάτωμα. Τα αιματώματα υπερηχογραφικά εμφανίζονται ως μια ετερογενής συλλογή υγρού, που εκτείνονται συνήθως στο μυϊκό σύστημα, μεταξύ των μυϊκών δεσμίδων και τους υποδόριους ιστούς [11]. Το αιμάτωμα βρίσκεται έξω από το αγγείο και δεν έχει καμία συνέχεια με τον αυλό. Προκειμένου να αποφευχθεί ή να μειωθεί ο κίνδυνος αιμορραγίας/ αιματώματος, οι ασθενείς που έχουν ήδη ξεκινήσει αιμοκάθαρση (HD) δεν θα πρέπει να χειρουργούνται τις πρώτες 24 ώρες μετά την αιμοκάθαρση [7].



Εικόνα 6 : Ιατρογενές αιμάτωμα (ετερογενής συλλογή υγρού , διαστάσεων 3,3 εκ) που δημιουργήθηκε κατά τη διάρκεια παρακέντησης.

Image origin: Κλινική Ακτινολογίας, Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο Θεσσαλονίκης ΑΧΕΠΑ

2.2.5 Λοίμωξη

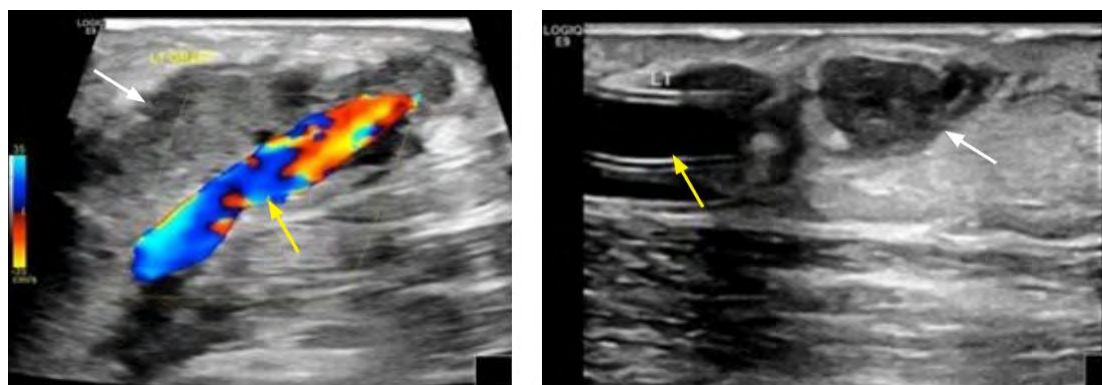
Αν και έχει βρεθεί ότι το ποσοστό μόλυνσης των ΑΦΕ είναι το 1/10 του ποσοστού μόλυνσης των μοσχευμάτων [43], οι λοιμώξεις εξακολουθούν να αντιπροσωπεύουν έως και το 20% όλων των επιπλοκών των ΑΦΕ [31,43]. Οι λοιμώξεις αυτές κυμαίνονται από περιαγγειακή κυτταρίτιδα και οίδημα έως πιο σοβαρές εκδηλώσεις, όπως τα αποστήματα που απαιτούν διαδερμική παροχέτευση [43]. Καθυστερημένες λοιμώξεις πιθανόν να οφείλονται σε μη άσηπτη τεχνική κατά τη διάρκεια της παρακέντησης.

Η κλινική συμπτωματολογία μπορεί να περιλαμβάνει ερυθρότητα ή πόνο στο σημείο παρακέντησης, καθώς και συστηματικές εκδηλώσεις όπως πυρετό και ρίγος [11]. Καθώς η διάγνωση της λοίμωξης είναι συνήθως κλινική, το υπερηχογράφημα έχει περιορισμένο ρόλο σε τέτοιες περιπτώσεις και συνήθως χρησιμοποιείται για να επιβεβαιώσει τη βατότητα, να διερευνήσει την έκταση της λοίμωξης, να επιβεβαιώσει την παρουσία τυχόν ανευρύσματος ή ψευδοανευρύσματος ή την παρουσία υγρού γύρω από την επικοινωνία [7].

Σε Grey - mode υπερηχογράφημα, σημειώνεται υποδόριο οίδημα με ή χωρίς συλλογές υγρών στη θέση της ΑΦΕ, η οποία τις περισσότερες φορές είναι λειτουργική. Σε περιπτώσεις σχετιζόμενης θρόμβωσης, η ΑΦΕ μπορεί να μην λειτουργεί. Εάν υπάρχει σχετικό ανεύρυσμα, αιμάτωμα ή απόστημα, γίνεται αναλυτικός απεικονιστικός έλεγχος και άμεση θεραπεία με τη μορφή χειρουργικής εκτομής ή παροχέτευσης.

Παρότι δεν υπάρχουν αρκετά δεδομένα για τη διάρκεια της θεραπείας, σε περίπτωση λοίμωξης της επικοινωνίας, συνήθως το αντιβιοτικό σχήμα δίνεται σε διάστημα 6 εβδομάδων [6]. Εάν τα συμπτώματα επιμένουν μετά την αντιβίωση, η απεικόνιση αποτελεί την καλύτερη εναλλακτική .

Πρώιμη, περιεγχειρητική (<30 ημέρες) λοίμωξη του μοσχεύματος με συστηματική σήψη, πυώδες έκκριμα, αιμορραγία ή απόστημα θα πρέπει να αντιμετωπίζεται με ολική αφαίρεση μοσχεύματος.



Εικόνα 7 : υποηχοϊκή συλλογή ενδεικτική φλέγμονος (λευκά βέλη) εξαιτίας λοίμωξης – φλεγμονής δίπλα σε ένα βατό αρτηριοφλεβικό μόσχευμα (κίτρινα βέλη) σε Color Doppler και B mode υπερηχογράφημα.

Image origin : case courtesy of Dr. Demosthenes Cokkinos

2.2.6 Ισχαιμική νευροπάθεια

Η ισχαιμική νευροπάθεια είναι μια ασυνήθιστη επιπλοκή των ΑΦΕ που εξελίσσεται γρήγορα εντός των πρώτων ωρών μετά τη δημιουργία της επικοινωνίας και εμφανίζεται κυρίως σε γυναίκες και διαβητικούς ασθενείς με προϋπάρχουσα νευροπάθεια [11]. Τα κλινικά συμπτώματα περιλαμβάνουν αδυναμία στις άπω μυϊκές ομάδες, έντονο πόνο και παραισθησία. Το χέρι είναι συνήθως ζεστό, με ψηλαφητό κερκιδικό σφυγμό [45]. Η συγκεκριμένη επιπλοκή θεωρείται ότι οφείλεται σε οξεία ισχαιμία του άκρου, καθώς υπάρχει διαφυγή του αρτηριακού αίματος μακριά από το άπω άκρο μετά τη δημιουργία της επικοινωνίας, με αποτέλεσμα να συμβαίνουν πολλαπλές μονονευροπάθειες απώλειας νευραξόνων σε αυτούς τους ασθενείς [45]. Ο υπέρηχος διαθέτει περιορισμένο ρόλο στη διάγνωση της ισχαιμικής νευροπάθειας που επιδιώκεται πρωταρχικά με βάση κλινικές παραμέτρους. Ο ασθενής παρουσιάζει γενικά άμεση μετεγχειρητική αισθητηριακή ή κινητική απώλεια στην κατανομή ενός ή και των τριών μεγάλων

περιφερικών νεύρων, που προκαλεί πτώση του καρπού, παραισθησία και μούδιασμα ή έντονο πόνο [45].

Η κατάσταση μπορεί να μιμείται την πραγματική ισχαιμία, μετεγχειρητικό οίδημα ή σύνδρομο καρπιαίου σωλήνα. Θα πρέπει να αντιμετωπίζεται με άμεση σύγκλειση της αγγειακής επικοινωνίας για την πρόληψη περαιτέρω νευρολογικού ελλείμματος [7].

2.2.7 Καρδιακή Ανεπάρκεια υψηλής παροχής

Οι ΑΦΕ αυξάνουν την καρδιακή παροχή και μπορεί να έχουν δυνητικά επιβλαβείς επιπτώσεις στην καρδιακή λειτουργία, ιδιαίτερα σε συνθήκες προϋπάρχουσας καρδιακής νόσου [11]. Οι μελέτες έχουν δείξει αυξημένα ποσοστά υπερτροφίας της αριστερής κοιλίας, πνευμονικής υπέρτασης, δυσλειτουργίας της δεξιάς κοιλίας, στεφανιαίας νόσου και βαλβιδοπάθειας μετά τη δημιουργία ΑΦΕ σε ασθενείς με νεφρική νόσο τελικού σταδίου [46,47]. Στα κριτήρια διάγνωσης περιλαμβάνονται όγκος ροής $> 3 \text{ L/min}$ ή λόγος όγκου ροής/ καρδιακή παροχή $> 30\%$. Ωστόσο, η επιπλοκή είναι αρκετά σπάνια και ο ρόλος του υπερήχου δεν είναι διαδεδομένος. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η ακτινολογία μπορεί να συμβάλλει στην αξιολόγηση του πρωτογενούς αιτίου. [11,46,47].

2.2.8. Φλεβική Υπέρταση

Η φλεβική υπέρταση αποτελεί επιπλοκή της αυτόλογης ΑΦΕ. Η διάγνωση είναι κλινική, καθώς παρατηρείται επώδυνο οίδημα, ερυθρότητα και αυξημένη θερμοκρασία στο άκρο, λόγω στένωσης ή απόφραξης στο κεντρικότερο φλεβικό δίκτυο. Η προηγηθείσα τοποθέτηση κεντρικού φλεβικού καθετήρα ή βηματοδότη γενικά αυξάνει τον κίνδυνο για κεντρικές, φλεβικές στενώσεις [48].

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η παρούσα συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση πραγματοποιήθηκε με βάση τις δημοσιευμένες οδηγίες του Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). Ως τελικό ερώτημα της αναζήτησης ορίστηκε η ειδικότητα και η ευαισθησία των υπερηχογραφικών μεθόδων στη διάγνωση πρώιμων και όψιμων επιπλοκών των αρτηριοφλεβικών επικοινωνιών.

Πραγματοποιήθηκε αναλυτική ανασκόπηση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας σε εγκεκριμένες μηχανές αναζήτησης και βάσεις δεδομένων: Pubmed, Medline, Google Scholar . Η αναζήτηση αφορούσε τα τελευταία δέκα έτη (2013-2023), ενώ έμφαση δόθηκε στις πιο πρόσφατες μελέτες.

Στην αναζήτηση χρησιμοποιήθηκαν ειδικές λέξεις – κλειδιά και κατάλληλοι συνδυασμοί αυτών, όπως «ultrasound», «arteriovenous fistulas», «vascular access», «complications», καθώς και φράσεις όπως «ultrasound specificity AND arteriovenous fistulas», «ultrasound diagnostic accuracy AND arteriovenous fistulas», ενώ από την αναζήτηση αφαιρέθηκαν λέξεις, όπως «renal», «angioplasty», «coronary», «mapping», «pulmonary», «uterine», «embolization». Μόνο άρθρα στην αγγλική γλώσσα ανασκοπήθηκαν.

Στην παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση θεωρήθηκαν ως κατάλληλες να συμπεριληφθούν όλες οι αναδρομικές ή προοπτικές μελέτες κοορτής / παρατήρησης ή σύγκρισης των τελευταίων 10 ετών, που παρείχαν δεδομένα σχετικά με την ευαισθησία και ειδικότητα των υπερηχογραφικών μεθόδων στη διάγνωση επιπλοκών των αρτηριοφλεβικών επικοινωνιών.

Από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση αποκλείστηκαν :

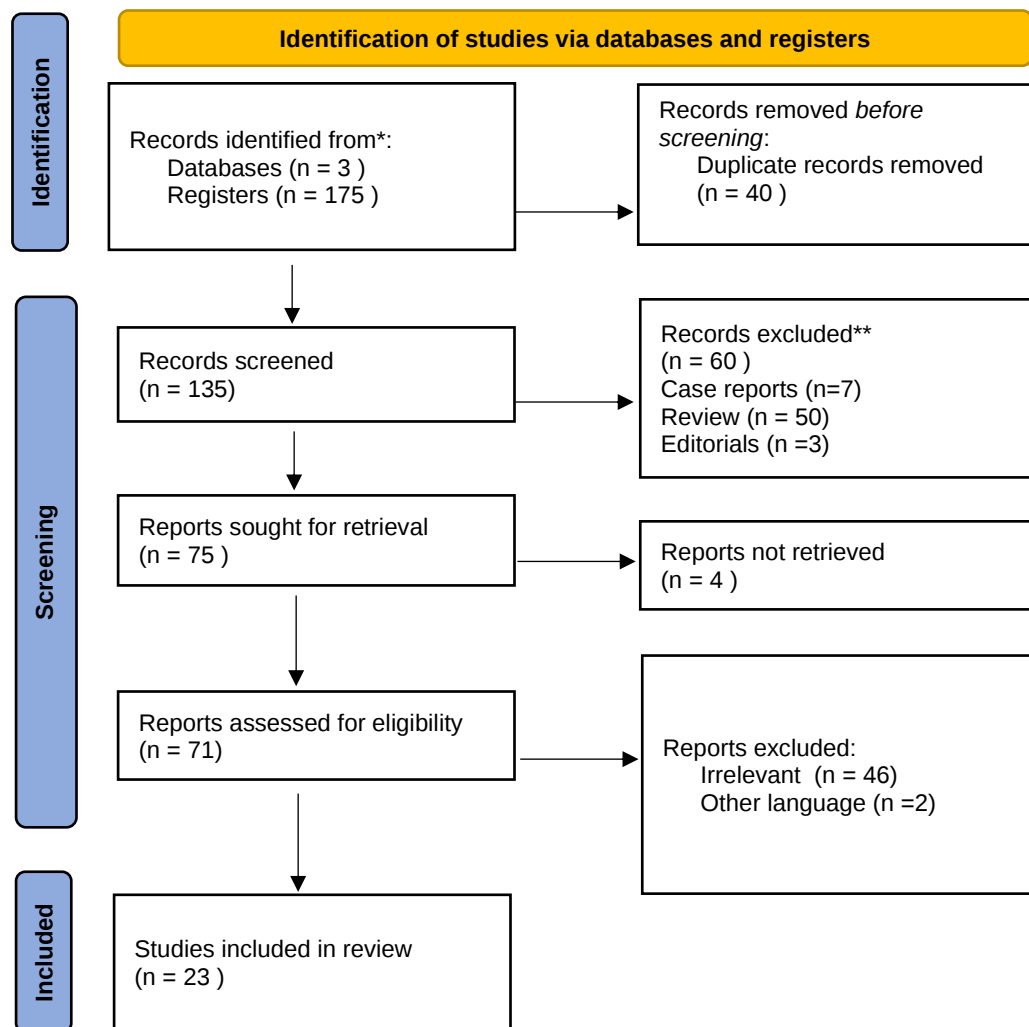
- Μελέτες σε ξένη γλώσσα, πέραν της Αγγλικής
- Μελέτες σε πειραματικό στάδιο σε μη ανθρώπινα αντικείμενα

- Μελέτες που αφορούσαν έρευνα ή κλινικές δοκιμές που επικεντρώνονταν στις διάφορες μορφές διαθέσιμων θεραπειών των επιπλοκών των αρτηριοφλεβικών επικοινωνιών (πχ. Αγγειοπλαστική) παρά στη διάγνωσή τους
- Μελέτες που αφορούσαν την προεγχειρητική συμβολή (mapping) του υπερηχογραφήματος πριν τη δημιουργία της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας
- Μελέτες που αφορούσαν αρτηριοφλεβικές επικοινωνίες σε άλλο σύστημα (πνεύμονες, αγγεία κλπ) και όχι για αιμοκάθαρση
- Τα case reports – παρουσιάσεις μεμονωμένων κλινικών περιστατικών ή περιλήψεις συνεδρίων
- Μελέτες που αφορούσαν τη συμβολή των υπερηχογραφικών μεθόδων στη διάγνωση επιπλοκών των μοσχευμάτων και των ΚΦΚ.

Συνολικά ανευρέθηκαν 175 μελέτες. Μετά την αφαίρεση των διπλότυπων μελετών, όλα τα άρθρα αξιολογήθηκαν αρχικά με βάση τον τίτλο και την περίληψη τους, καταλήγοντας σε 23 μελέτες. Οι μελέτες που επιλέχθηκαν στη συνέχεια μελετήθηκαν πλήρως και αξιολογήθηκαν στο σύνολό τους.

Επίσης, πραγματοποιήθηκε αναδρομική ανασκόπηση των τελευταίων 10 ετών από το Αρχείο της Ακτινολογικής κλινικής του ΠΓΝΘ ΑΧΕΠΑ , καθώς και από το αρχείο της Ακτινολογικής κλινικής του νοσοκομείου Cleveland στο Ohio κλινικών περιστατικών με αρτηριοφλεβικές επικοινωνίες που παρουσίασαν κάποιας μορφής επιπλοκή και οι οποίες διαγνώστηκαν με τη βοήθεια του υπερηχογραφήματος. Στη συνέχεια, επιλέχθηκαν οι πιο χαρακτηριστικές υπερηχογραφικές εικόνες και παρουσιάζονται για εκπαιδευτικούς σκοπούς.

Γράφημα 1. Διάγραμμα ροής PRISMA 2020 για συστηματικές ανασκοπήσεις και μετα-αναλύσεις



From: Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Χαρακτηριστικά μελετών

Οι περισσότερες μελέτες ήταν προοπτικές – μελέτες παρατήρησης του ρόλου του υπερηχογραφήματος στην ανίχνευση επιπλοκών της ΑΦΕ. Ορισμένες μελέτησαν αναλυτικά τα ποσοστά κάθε επιπλοκής, ενώ επτά (7) από αυτές ήταν μελέτες σύγκρισης του υπερηχογραφήματος με άλλη απεικονιστική μέθοδο (αγγειογραφία, αξονική, μαγνητική τομογραφία) στη διάγνωση επιπλοκών των ΑΦΕ. Η πλειοψηφία των μελετών αφορούσε ασθενείς με νεοσύστατη ΑΦΕ, ενώ ορισμένες εξ αυτών χρησιμοποιούσαν ως δείγμα ασθενείς με δυσλειτουργούσα ΑΦΕ. Τα αναλυτικά στοιχεία των μελετών περιγράφονται στον Πίνακα 2.

Οι Salah Khalid et al. [49] αξιολόγησαν το ρόλο του υπερηχογραφήματος στην διάγνωση των επιπλοκών μιας ΑΦΕ. Η πιο κοινή επιπλοκή ήταν η θρόμβωση (48%) και η δεύτερη πιο συχνή η στένωση (42%). Το υπερηχογράφημα αναγνώρισε σωστά τη θέση και τη φύση της επιπλοκής σε δυσλειτουργούσα ΑΦΕ και βοήθησε στο σχεδιασμό της ενδαγγειακής θεραπείας. Τα ίδια ευρήματα επιβεβαιώθηκαν και από τη μελέτη των Omar Abdelaziz et al. (θρόμβωση 48% - στένωση 44%) [50]. Η θρόμβωση ήταν η πιο συχνή επιπλοκή και στη μελέτη των Mohammed H. Hassan et al. [13], με ποσοστό 13,3% και η στένωση η δεύτερη συχνότερη. Όλες οι επιπλοκές αξιολογήθηκαν με έγχρωμο υπερηχογράφημα Doppler (CDUS). Η μελέτη των Mateusz Cheda et al. υπέδειξε ως πιο συχνή επιπλοκή τη στένωση και δεύτερη τη θρόμβωση, επιβεβαιώνοντας επίσης την υψηλή διαγνωστική αξία του υπερηχογραφήματος στην ανίχνευσή τους [28].

Η θρόμβωση αποτελούσε τη συχνότερη επιπλοκή που ανιχνεύθηκε υπερηχογραφικά και στη μελέτη των Guilherme de Castro-Santos [2]. Το υπερηχογράφημα, μέσω της μέτρησης του όγκου ροής και του PSV, αποτέλεσε επίσης δείκτη πρόβλεψης της βατότητας της ΑΦΕ. Οι Karanan et al. [20] και οι Abreu et al. [22] επιβεβαίωσαν ότι το υπερηχογράφημα μέσω της μέτρησης του PSV είναι ένας σημαντικός προγνωστικός παράγοντας για τη δευτερογενή βατότητα.

Οι Michelle L Robbin et al. και η Αμερικανική ομάδα μελέτης της ωρίμανσης των ΑΦΕ [23], το 2018, μέσω μιας μεγάλης, πολυκεντρικής μελέτης κοορτής, μελέτησαν την ευαισθησία του υπερηχογραφήματος στην πρόβλεψη της κλινικής ωρίμανσης μιας ΑΦΕ. Το υπερηχογράφημα μέσω της μέτρησης του όγκου ροής, της διαμέτρου και του βάθους της επικοινωνίας αποδείχθηκε ότι μπορεί να προβλέψει με στατιστικά σημαντικό τρόπο την ωρίμανση μιας ΑΦΕ. Τα ευρήματα ήταν σύμφωνα και με τη μελέτη των Zhu et al. [51], όπου ο υπέρηχος μέσω της μέτρησης του όγκου ροής $>529 \text{ ml/min}$ χρησιμοποιήθηκε ως μέσο πρόβλεψης της ωρίμανσης μιας ΑΦΕ. Η διάμετρος της κεφαλικής φλέβας $>5.2 \text{ mm}$ αποτελεί επίσης συμπληρωματικό εργαλείο. Οι Han A et al. [52] διαπίστωσαν ότι ασθενείς με τακτικό υπερηχογραφικό έλεγχο (2,4,8 βδομάδες μετά τη δημιουργία της ΑΦΕ) εμφάνιζαν χαμηλότερα ποσοστά αποτυχίας ωρίμανσης σε σχέση με ασθενείς οι οποίοι ελέγχονταν υπερηχογραφικά μόνο επί παρουσίας κλινικού ευρήματος, ωστόσο η διαφορά αυτή δεν ήταν στατιστικά σημαντική.

Οι Aragoncillo et al. [25] σε μια 3ετή, πολυκεντρική μελέτη διαπίστωσαν ότι το υπερηχογράφημα Doppler μέσω της επιτήρησης του όγκου ροής στην ΑΦΕ (Qa), μειώνει τη συχνότητα θρόμβωσης και είναι οικονομικά αποδοτική μέθοδος για τη διασφάλιση της βατότητας. Τα κριτήρια για παρέμβαση περιλάμβαναν μείωση 25% στα Qa, $Qa < 500 \text{ mL/min}$ ή σημαντική στένωση με PSV πάνω από 400 cm/s ή αναλογία PSV προ-στένωσης/στένωσης υψηλότερη από 3.

Οι Sobia Mazhar et al. [53] ανέδειξαν ως συνολική ευαισθησία, ειδικότητα, θετική και αρνητική προγνωστική αξία και διαγνωστική ακρίβεια του υπερηχογραφήματος στην ανίχνευση στένωσης μιας ΑΦΕ, λαμβάνοντας ως μέθοδο αναφοράς τη DSA, 84,06%, 83,33%, 90,62%, 73,17% και 83,81% αντίστοιχα, προτείνοντας τη συστηματική του χρήση.

Η ομάδα των Priya Maniyeri et al. [54] προσπάθησε πριν λίγους μήνες να συγκρίνει τη διαγνωστική ακρίβεια της κλινικής εξέτασης και του υπερηχογραφήματος στην πρόβλεψη της πρώιμης αποτυχίας μιας ΑΦΕ. Το υπερηχογράφημα εντόπισε 5 περιπτώσεις αποτυχίας της ΑΦΕ, οι οποίες δεν εντοπίστηκαν στην κλινική εξέταση. Αντίστοιχα ευρήματα είχε και η μελέτη των Caputo et al. [55], όπου το υπερηχογράφημα είχε μεγαλύτερη ευαισθησία από τη φυσική εξέταση στην εντόπιση μιας ανώριμης ΑΦΕ, καταδεικνύοντας έτσι την ανάγκη για πιθανή επανεπέμβαση.

Στη μελέτη των Ana B. Maldonado-Cárceles et al. [56], το υπερηχογράφημα και η κλινική εξέταση είχαν παρόμοια ευαισθησία και ειδικότητα στην ανίχνευση στένωσης, ως επιπλοκή της ΑΦΕ (58% και 62% αντίστοιχα). Ιδανικά οι δύο μέθοδοι θα πρέπει να χρησιμοποιούνται συνδυαστικά, όπως αποδεικνύεται και από την πρόσφατη μελέτη των Sukit Raksasuk et al. το 2022, όπου ο συνδυασμός υπερήχων Doppler με τη φυσική εξέταση είχε την υψηλότερη ευαισθησία (93%) για την ανίχνευση στένωσης μιας ΑΦΕ [57].

Σύσταση για συνδυαστική χρήση υπερηχογραφήματος και κλινικής εξέτασης στην ανίχνευση επιπλοκών των ΑΦΕ έκαναν και οι Manoj Prabhakaran et al, οι οποίοι συνέκριναν την κλινική εξέταση, το doppler υπερηχογράφημα και τη φιστουλογραφία για την ανίχνευση δευτερογενούς αποτυχίας της ΑΦΕ. Η κλινική εξέταση εμφάνισε 87.5% ευαισθησία και 93.4% ειδικότητα, το Doppler υπερηχογράφημα 87% ευαισθησία και 96% ειδικότητα, ενώ ο συνδυασμός τους εμφάνισε ευαισθησία και ειδικότητα 100% και 89% αντίστοιχα [58].

Οι Aysegul Cansu et al, το 2013, [59] επιχείρησαν να συγκρίνουν για πρώτη φορά στη βιβλιογραφία τη διαγνωστική αξία του Doppler υπερηχογραφήματος και της αξονικής τομογραφίας με αυτή της επεμβατικής αγγειογραφίας ως μέθοδο αναφοράς σε ασθενείς με επιπλοκές της ΑΦΕ. Η ειδικότητα και η ευαισθησία του υπερήχου υπολογίστηκε 85.9% και 99.2% αντίστοιχα, ενώ η ειδικότητα και η ευαισθησία της αξονικής τομογραφίας 96.8% και 99.6%. Όταν εφαρμόστηκαν και οι δύο μέθοδοι μαζί (US,CT) η ευαισθησία και ειδικότητα ανέβηκε στο 100%, ισοδυναμώντας με τα ποσοστά της gold-standard επεμβατικής αγγειογραφίας, εύρημα που επιβεβαιώνεται και από τη μεταγενέστερη μελέτη των Hazem Soliman et al. [38]. Την υψηλότερη διαγνωστική αξία της συνδυαστικής χρήσης υπερηχογραφήματος και αξονικής τομογραφίας στη διάγνωση επιπλοκών της ΑΦΕ, τόνισαν και οι Mathias Meyer et al. [60], αποδίδοντας στη CTA τιμές ευαισθησίας και ειδικότητας >90%.

Σύμφωνα με τη μελέτη των Soliman αλλά και του Cansu, το υπερηχογράφημα παρουσιάζει δυσκολία στο να ανιχνεύσει εν τω βάθει αγγειακές δομές, συνθήκες όπου κερδίζει έδαφος η αξονική τομογραφία. Στη μελέτη του Cansu, το υπερηχογράφημα ανίχνευσε μόνο 1 από τις 5 περιπτώσεις στένωσης κεντρικής φλέβας, ενώ σε αυτή τη μελέτη δεν ανίχνευσε καμία από τις περιπτώσεις κεντρικής στένωσης, που ανιχνεύτηκαν με τη βοήθεια της αξονικής τομογραφίας.

Η μελέτη των Ahmed Abd et al. [61] υπογράμμισε την υψηλή διαγνωστική αξία του υπερήχου στην έγκαιρη ανίχνευση επιπλοκών της ΑΦΕ, αλλά σημείωσε παράλληλα και αυτή τις περιπτώσεις όπου ο υπέρηχος υστερεί έναντι της αξονικής τομογραφίας: στένωση υποκλειδίου φλέβας, ανωνύμου, και άνω κοίλης.

Οι Steven Rogers et al. [62] συνέκριναν το Color Doppler υπερηχογράφημα, το 3D υπερηχογράφημα και τη φιστουλογραφία για την ανίχνευση και τη μέτρηση της στένωσης μιας ΑΦΕ. Το Color Doppler και 3D υπερηχογράφημα μπορούσαν με τα ίδια ποσοστά να ανιχνεύσουν επιπλοκές μιας ΑΦΕ.

Οι Yong He et al. [63] μελέτησαν την ευαισθησία του υπερηχογραφήματος, σε σύγκριση με τη μαγνητική τομογραφία, όσον αφορά τον υπολογισμό του όγκου ροής, ως απόλυτο δείκτη της ωρίμανσης μιας ΑΦΕ. Δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των αποτελεσμάτων της μαγνητικής τομογραφίας και του υπερήχου, ωστόσο η χρήση του υπερηχογραφήματος ήταν πιο εύκολη, γρήγορη και ευρέως διαθέσιμη, επιβεβαιώνοντας την καθιερωμένη αξία της υπερηχογραφικής μεθόδου.

Οι Jamew Richard et al. [9] μόλις πρόσφατα σχεδίασαν τη μελέτη Surveillance Of arterioveNous fistulAe using ultRasound (SONAR) – τη μεγαλύτερη μελέτη παρατήρησης που έχει γίνει έως τώρα για τον υπερηχογραφικό έλεγχο της ΑΦΕ. Η μελέτη έχει ολοκληρώσει τη φάση I και βρίσκεται εν αναμονή για τη φάση II. Όσον αφορά τα αποτελέσματα της φάσης I, με ένα υπερηχογράφημα στις 4 εβδομάδες μετά τη δημιουργία της επικοινωνίας, η ωρίμανση της ΑΦΕ στις 10 εβδομάδες μπορούσε να προβλεφθεί με ακρίβεια σε 96% των περιπτώσεων, όπως επίσης ποιες επικοινωνίες δεν θα ωριμάσουν στις 10 εβδομάδες στο 60-67%. Βρέθηκε ισχυρή συσχέτιση μεταξύ της ταχύτητας και του όγκου αίματος που μετρήθηκε σε μια ΑΦΕ στις 4 εβδομάδες με τη μη ωρίμανση της επικοινωνίας στη 10^η εβδομάδα. Άλλες μεταβλητές, όπως η διάμετρος της επικοινωνίας και ο δείκτης αντίστασης ήταν επίσης σημαντικές στην πρόβλεψη της ωρίμανσης της επικοινωνίας. Από τις 333 επικοινωνίες που μελετήθηκαν συνολικά 18% δεν κατάφεραν να ωριμάσουν. Όσον αφορά τη φάση II της μελέτης, θα διερευνηθεί πόσες επικοινωνίες ωρίμασαν στους 12 μήνες και 5 χρόνια αργότερα. Τα δεδομένα αυτά στη συνέχεια θα χρησιμοποιηθούν ώστε να ανασκοπηθεί εκ νέου εάν τα αρχικά υπερηχογραφικά ευρήματα μπορούσαν να προβλέψουν πιο αξιόπιστα εάν μια επικοινωνία δεν θα ωριμάσει.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2					
<u>Συγγραφείς</u>	<u>Έτος</u>	<u>Δείγμα</u>	<u>Σκοπός της μελέτης</u>	<u>Τεχνικά χαρακτηριστικά</u>	<u>Συμπεράσματα</u>
Aysegul Cansu et al.	2013	41 ασθενείς - δυσλειτουργούσα ΑΦΕ	Σύγκριση της διαγνωστικής αξίας του υπερηχογραφήματος και της αξονικής τομογραφίας με την επεμβατική αγγειογραφία.	Οι ασθενείς μελετήθηκαν τόσο με υπερηχογράφημα όσο και με αξονική αγγειογραφία για την ανίχνευση επιπλοκών της ΑΦΕ και τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν.	Ειδικότητα και η ευαισθησία του υπερήχου 85.9% και 99.2%. Ειδικότητα και ευαισθησία της αξονικής τομογραφίας 96.8% και 99.6%. Συνδυασμός μεθόδων ευαισθησία και ειδικότητα ανέβηκε 100%, ισοδυναμώντας με τα ποσοστά της gold standard επεμβατικής αγγειογραφίας
Sobia Mazhar et al.	2014-2016	105 ασθενείς - ώριμη ΑΦΕ >12 εβδομάδων	Η εκτίμηση της διαγνωστικής ακρίβειας του υπερηχογραφήματος στον προσδιορισμό της στένωσης μιας ΑΦΕ.	Οι ασθενείς μελετήθηκαν με υπερηχογράφημα και στη συνέχεια με αγγειογραφία και τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν.	Η συνολική ευαισθησία, ειδικότητα, θετική και αρνητική προγνωστική αξία και διαγνωστική ακρίβεια του υπερηχογραφήματος για την ανίχνευση στένωσης ΑΦΕ, λαμβάνοντας ως χρυσό πρότυπο το DSA ήταν 84,06%, 83,33%, 90,62%, 73,17% και 83,81% αντίστοιχα.
Hazem Soliman et al.	2015	30 ασθενείς - δυσλειτουργούσα ΑΦΕ	Σύγκριση της διαγνωστικής αξίας του υπερηχογραφήματος με την αξονική αγγειογραφία.	Οι ασθενείς μελετήθηκαν τόσο με υπερηχογράφημα (PSV, EDV και RI) όσο και με αξονική αγγειογραφία και τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν.	Η ευαισθησία και η ειδικότητα του υπερηχογραφήματος Doppler και της CTA ήταν 100% , όσον αφορά την ανίχνευση ανευρύσματος και στένωσης. Όσον αφορά την ανίχνευση στένωσης της υποκλείδιου, η ευαισθησία και ειδικότητα της CTA ήταν 100%, ενώ του υπερηχογραφήματος 70 και 85%. Ο συνδυασμός των μεθόδων CTA και CDUS εμφανίζει τη μέγιστη δυνατή διαγνωστική ικανότητα, ποσοστό ίσο της gold standard αγγειογραφίας.

Ahmed Abd et al.	2016	30 ασθενείς - δυσλειτουργούσα ΑΦΕ	Σύγκριση της ευαισθησίας του υπερηχογραφήματος και της αξονικής τομογραφίας στην ανίχνευση στένωσης.	Οι ασθενείς με δυσλειτουργούσα ΑΦΕ εξετάστηκαν με υπερηχογράφημα και αξονική τομογραφία και τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν.	Ο υπέρηχος έχει υψηλή διαγνωστική αξία στην εντόπιση στενώσεων, πλην των περιπτώσεων κεντρικής στένωσης, όπου ο υπέρηχος υστερεί έναντι της αξονικής τομογραφίας
Y.I.Zhu et al.	2016	1032 ασθενείς με ΑΦΕ	Η μελέτη της ευαισθησίας του υπερηχογραφήματος στην πρόβλεψη της ωρίμανσης μιας ΑΦΕ.	Οι ασθενείς παρακολούθηθηκαν υπερηχογραφικά στη διάρκεια 6 μηνών και εκτιμήθηκε η ωρίμανση τους.	Ο όγκος ροής >529 ml/min μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως όριο πρόβλεψης για την ωρίμανση μιας ΑΦΕ, ενώ διάμετρος της κεφαλικής φλέβας >5.2 mm μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως συμπληρωματικό εργαλείο.
Han A et al.	2016	150 ασθενείς - ώριμες ΑΦΕ.	Να μελετήσει εάν ο τακτικός υπερηχογραφικός έλεγχος μπορεί να μειώσει / επηρεάζει τα ποσοστά μη ωρίμανσης των ΑΦΕ.	Δύο ομάδες ασθενών - η πρώτη με τακτικό υπερηχογραφικό έλεγχο (2,4,8 εβδομάδες μετά τη δημιουργία της ΑΦΕ) και η δεύτερη στην οποία ο υπέρηχος πραγματοποιούνταν μόνο όταν υπήρχε κάποια κλινική ένδειξη. Η ωρίμανση εκτιμήθηκε 8 εβδομάδες μετά τη δημιουργία της ΑΦΕ.	Ο τακτικός υπερηχογραφικός έλεγχος απέτυχε να αποδειχθεί ανώτερος του υπερηχογραφήματος σε έδαφος κλινικού ευρήματος με στατιστικά σημαντική διαφορά.
Ana B. Maldonado-Cárceles et al.	2016	99 ασθενείς με ΑΦΕ	Σύγκριση της διαγνωστικής ακρίβειας του υπερηχογραφήματος με την κλινική εξέταση στην ανίχνευση στένωσης μιας ΑΦΕ.	Ασθενείς με δυσλειτουργούσα ΑΦΕ εκτιμήθηκαν τόσο κλινικά όσο και υπερηχογραφικά και τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν.	Η παρουσία στένωσης εντοπίστηκε σε 57 (58%) ασθενείς με το υπερηχογράφημα και σε 61 (62%) με φυσική εξέταση – οι δύο μέθοδοι είχαν παρόμοια ευαισθησία και ειδικότητα.

Mohammed H. Hassan et al.	2017	60 ασθενείς - δυσλειτουργούσα ΑΦΕ	Η μελέτη του ρόλου του υπερηχογραφήματος στη διάγνωση επιπλοκών των ΑΦΕ.	Οι ασθενείς μελετήθηκαν υπερηχογραφικά	Η θρόμβωση ήταν η πιο συχνή επιπλοκή. Το CDUS βοηθά σημαντικά στην έγκαιρη ανίχνευση επιπλοκών και στην επιλογή της κατάλληλης θεραπευτικής διαδικασίας για την αντιμετώπισή τους.
Ben C Caputo et al.	2016 - 2018	155 ασθενείς με νεοσύστατη ΑΦΕ	Σύγκριση του υπερηχογραφήματος με τη φυσική εξέταση στην ευαισθησία / ικανότητα πρόβλεψης της ωρίμανσης μιας ΑΦΕ.	Ασθενείς με ΑΦΕ εκτιμήθηκαν τόσο κλινικά όσο και υπερηχογραφικά αμέσως μετά τη δημιουργία της ΑΦΕ και 4-6 βδομάδες αργότερα και τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν.	Το duplex υπερηχογράφημα βρέθηκε ότι προσφέρει μεγαλύτερη ευαισθησία από τη φυσική εξέταση στον χαρακτηρισμό των ΑΦΕ ως ανώριμες , καταδεικνύοντας την ανάγκη για πιθανή επανεπέμβαση. Σύσταση για συστηματική χρήση του υπερηχογραφήματος.
Aragoncillo et al.	2017	207 ασθενείς (103 και 104) με ώριμη ΑΦΕ	Η μελέτη της ικανότητας της υπερηχογραφήματος ,μέσω μέτρησης του όγκου ροής, να μειώσει τα ποσοστά στένωσης και να αυξήσει τη διάρκεια ζωής μιας ΑΦΕ.	Οι ασθενείς χωρίστηκαν σε δύο γκρουπ (control και QA group), μελετήθηκαν υπερηχογραφικά και τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν.	Η επιτήρηση του όγκου ροής αίματος , μέσω του υπερηχογραφήματος Doppler , μειώνει τη συχνότητα θρόμβωσης και αυξάνει την επιβίωση της ΑΦΕ.
Mathias Meyer et al.	2017	35 ασθενείς - δυσλειτουργούσα ΑΦΕ	Σύγκριση της διαγνωστικής αξίας του υπερηχογραφήματος με την αξονική αγγειογραφία..	Οι ασθενείς μελετήθηκαν με υπερηχογράφημα καθώς και αξονική αγγειογραφία και τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν.	Στην αξονική αγγειογραφία , βρέθηκαν 13 επιπλέον ευρήματα από το υπερηχογράφημα. Η αξονική αγγειογραφία βελτιώνει τη διαγνωστική αξία όταν συνδυαστεί με το υπερηχογράφημα , συγκριτικά με τον υπερηχογραφικό έλεγχο μόνο του.
Michelle L Robbin et al.	2018	602 ασθενείς με νεοσύστατη ΑΦΕ	Ο προσδιορισμός της ευαισθησίας του	Μετεγχειρητικοί υπερηχογραφικοί έλεγχοι (1	Το μετεγχειρητικό υπερηχογράφημα μέσω της μέτρησης της ροή αίματος, της

			υπερηχογραφήματος στην προόβλεψη της ωρίμανσης της ΑΦΕ.	ημέρα, 2 και 6 εβδομάδες μετά τη δημιουργίας της ΑΦΕς) και μέτρηση διαφόρων μεταβλητών (διάμετρος , βάθος της αρτηρίας και της φλέβας, συνολική αιματική ροή, παρουσία επικουρικών φλεβών ή στένωσης)	διαμέτρου και του βάθους της επικοινωνίας αποδείχθηκε ότι μπορεί να προβλέψει με στατιστικά σημαντικό τρόπο την ωρίμανση μιας ΑΦΕ.
Yong He et al.	2018	49 ασθενείς με νεοσύστατη ΑΦΕ	Η μελέτη της ευαισθησίας του υπερηχογραφήματος, σε σύγκριση με τη μαγνητική τομογραφία στον υπολογισμό του όγκου ροής.	Συστηματικές μετρήσεις του όγκου ροής (1 ^η ημέρα, 6 βδομάδες , 6 μήνες) τόσο με υπερηχογράφημα όσο και με μαγνητική τομογραφία και σύγκριση.	Δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των αποτελεσμάτων της μαγνητικής τομογραφίας και του υπερήχου.
Ahram Han et al.	2018	Δύο ομάδες 118 (59-59) ασθενών – ασθενείς με νεοσύστατη και δυσλειτουργούσα ΑΦΕ	Η συμβολή της υπερηχογραφικής παρακολούθησης στην πρώιμη διάγνωση επιπλοκών και επιτήρηση της ΑΦΕ.	Στην πρώτη ομάδα ασθενών τακτικός υπέρηχος στις 2,4,8 εβδομάδες μετά τη δημιουργία της ΑΦΕ. Στη δεύτερη ομάδα υπερηχογραφικός έλεγχος μόνο σε κλινικό εύρημα	Το ποσοστό αποτυχίας ωρίμανσης της επικοινωνίας ήταν χαμηλότερο στην ομάδα τακτικής υπερηχογραφικής παρακολούθησης, αλλά η διαφορά δεν ήταν στατιστικά σημαντική.
Omar Abdelaziz et al.	2018	25 ασθενείς με δυσλειτουργούσα ΑΦΕ	Η μελέτη του ρόλου του υπερηχογραφήματος (CDUS) στην ανεύρεση και το χαρακτηρισμό επιπλοκών των ΑΦΕ.	Οι ασθενείς με δυσλειτουργούσα ΑΦΕ εξετάστηκαν υπερηχογραφικά.	Η θρόμβωση ήταν η συχνότερη επιπλοκή και η στένωση η δεύτερη συχνότερη. Όλες οι επιπλοκές διαγνώστηκαν με υπέρηχο.
Steven Rogers et al.	2021	97 ασθενείς με στένωση της ΑΦΕ	Σύγκριση του Color Doppler και 3D υπερηχογραφήματος με τη φιστουλογραφία για την ανίχνευση της στένωσης μιας ΑΦΕ.	Οι ασθενείς με στένωση (>15-30% μείωση ροής, όγκο ροής <600 mL/sec) μελετήθηκαν με υπερηχογράφημα Color Doppler και 3D και φιστουλογραφία.	Το Color Doppler και το 3D υπερηχογράφημα μπορούσαν με τα ίδια ποσοστά να ανιχνεύσουν επιπλοκές μιας ΑΦΕ

Guilherme de Castro-Santos et al.	2022	47 ασθενείς με ΑΦΕ– 2 γκρουπ ανάλογα της βατότητας	Η μελέτη της ευαισθησίας του υπερηχογραφήματος στην πρόβλεψη πρώιμης βατότητας μιας ΑΦΕ.	Υπερηχογραφική μελέτη τις ημέρες 1,9,30,60 μετά τη δημιουργία της ΑΦΕ Υπολογισμός και σύγκριση αιματικής ροής και PSV σε απουσία / παρουσία βατότητας.	Το υπερηχογράφημα και η αρτηριακή και φλεβική PSV και ο όγκος ροής αποτέλεσαν δείκτες πρόβλεψης της βατότητας.
Priya Maniyeri et al.	2022	60 ασθενείς με νεοσύστατη ΑΦΕ	Σύγκριση της διαγνωστικής ακρίβειας της κλινικής εξέτασης- υπερηχογραφήματος .	Οι ασθενείς εξετάστηκαν κλινικά και υπερηχογραφικά στην άμεση μετεγχειρητική περίοδο, στις 2 και 6 βδομάδες και στους 3 μήνες αντίστοιχα.	Το υπερηχογράφημα εντόπισε 5 περιπτώσεις αποτυχίας της ΑΦΕ, οι οποίες δεν είχαν εντοπιστεί στην κλινική εξέταση και τελικά κατέληξαν σε πρώιμη αποτυχία ωρίμανσης. Σύσταση για συνδυασμό μεθόδων.
Sukit Raksasuk et al.	2022	23 ασθενείς με πιθανή στένωση της ΑΦΕ	Να συγκρίνει τις μη επεμβατικές μεθόδους (κλινική εξέταση και υπερηχογράφημα) για τη διάγνωση της στένωσης μιας ΑΦΕ.	Ασθενείς με πιθανή στένωση της ΑΦΕ μελετήθηκαν τόσο με υπερηχογράφημα όσο με φιστουλογραφία.	Το υπερηχογράφημα εμφάνισε ευαισθησία 80% και ειδικότητα 100% στην ανίχνευση της στένωσης, ενώ η φυσική εξέταση (ΠΕ) ευαισθησία και ειδικότητα 80%. Ο συνδυασμός υπερήχων Doppler με τη φυσική εξέταση παράγει την υψηλότερη ευαισθησία (93%) για την ανίχνευση στένωσης μιας ΑΦΕ.
Mateusz Cheda et al.	2022	79 ασθενείς - δυσλειτουργούσα ΑΦΕ	Η μελέτη της διαγνωστικής αξίας του υπερηχογραφήματος στην έγκαιρη διάγνωση επιπλοκών της ΑΦΕ.	Ασθενείς με δυσλειτουργούσα ΑΦΕ μελετήθηκαν υπερηχογραφικά. Οι ασθενείς με επιβεβαιωμένη υπερηχογραφικά στένωση οδηγήθηκαν σε αγγειοπλαστική και ο υπέρηχος επιβεβαίωσε στη συνέχεια την επιτυχία την παρέμβασης.	Η πιο συχνή επιπλοκή ήταν η στένωση. Όλες οι επιπλοκές διαγνώστηκαν με υπέρηχο.

Salah Khalid et al.	2023	50 ασθενείς - δυσλειτουργούσα ΑΦΕ	Η μελέτη του ρόλου του υπερηχογραφήματος στην διάγνωση των επιπλοκών της ΑΦΕ.	Ασθενείς με δυσλειτουργούσα ΑΦΕ αξιολογήθηκαν υπερηχογραφικά.	Η πιο κοινή επιπλοκή ήταν η θρόμβωση (48%) και η δεύτερη πιο συχνή η στένωση (42.0%). Το υπερηχογράφημα συνέβαλλε ουσιαστικά στην ανίχνευση της επιπλοκής και βοήθησε στο σχεδιασμό της ενδοαγγειακής θεραπείας.
Οι Manoj Prabhakaran et al.	2023	407 ασθενείς με ΑΦΕ	Σύγκριση της κλινικής εξέτασης, του doppler υπερηχογραφήματος και της φιστουλογραφίας στην ανίχνευση δευτερογενούς αποτυχίας μιας ΑΦΕ.	Οι ασθενείς εκτιμήθηκαν με κλινική εξέταση, υπερηχογράφημα και φιστουλογραφία στους 3 και 6 μήνες, αξιολογώντας την δευτερογενή βατότητα στους 6 μήνες.	Η κλινική εξέταση εμφάνισε 87.5% ευαισθησία και 93.4% ειδικότητα , ενώ το Doppler υπερηχογράφημα ευαισθησία και ειδικότητα 87% και 96% αντίστοιχα. Ο συνδυασμός κλινικής εξέτασης και υπερηχογραφήματος εμφάνισε ευαισθησία και ειδικότητα 100% και 89% και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρωτόκολλο παρακολούθησης.
Οι Jamew Richard et al.	2023- σήμε ρα	333 ασθενείς με ΑΦΕ	Σκοπός της μελέτης: εάν η υπερηχογραφική παρακολούθηση μπορεί να προβλέψει αξιόπιστα την αποτυχία μιας ΑΦΕ.	Οι ασθενείς υποβάλλονταν σε τυπικό, υπερηχογραφικό έλεγχο (2,4,6,10 βδομάδες) , σε συνδυασμό με κλινική εξέταση.	Η ωρίμανση και μη ωρίμανση της ΑΦΕ στις 10 εβδομάδες μπορούσε να προβλεφθεί με ακρίβεια σε 96% των περιπτώσεων με ένα υπερηχογράφημα στις 4 βδομάδες. Βρέθηκε ισχυρή συσχέτιση μεταξύ της ταχύτητας και του όγκου ροής στις 4 εβδομάδες με τη μη ωρίμανση της επικοινωνίας στη 10 ^η βδομάδα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η απεικόνιση και ιδίως οι υπερηχογραφικές μέθοδοι χρησιμοποιούνται σήμερα με όλο και αυξανόμενο ρυθμό ως μέσα επιτήρησης και ανίχνευσης πρώιμων ή όψιμων επιπλοκών των ΑΦΕ. Ο υπέρηχος θεωρείται ο ακρογωνιαίος λίθος της παρακολούθησης μιας ΑΦΕ. Το πολυπαραμετρικό υπερηχογράφημα επιτρέπει την ανατομική και αιμοδυναμική εκτίμηση του αγγειακού συστήματος και την έγκαιρη ανίχνευση πιθανών επιπλοκών της ΑΦΕ. Γενικά, το υπερηχογράφημα αποτελεί μέθοδο γρήγορη, εύκολα διαθέσιμη, φτηνή, εύκολα επαναλαμβανόμενη και χωρίς ακτινοβολία ή νεφροτοξικότητα, ιδιαίτερα σε έδαφος χρόνιας νεφρικής νόσου [41,64].

Το Αμερικανικό Ινστιτούτο Ιατρικής Υπερήχων απαρίθμησε τις ακόλουθες ενδείξεις για υπερηχογράφημα στην αγγειακή πρόσβαση αιμοκάθαρσης: (I) ανεπαρκής όγκος ροής αίματος αιμοκάθαρσης 500–600 mL/min ή μείωση 25% της ροής του αίματος, (II) ετερόπλευρο οίδημα ή πόνος του άνω άκρου, (III) καθυστερημένη ωρίμανση >6 εβδομάδες σε μια ΑΦΕ, (IV) υποψία για ψευδοανεύρυσμα, στένωση, λοίμωξη μαλακών μορίων ή παρακείμενη συλλογή υγρών, (V) Μειωμένος ροίζος, απουσία ροίζου ή παθολογικό φύσημα στην φίστουλα, (VI) παρακολούθηση μετά από χειρουργική/ ενδαγγειακή παρέμβαση, (VII) σημεία ή συμπτώματα ισχαιμίας, (VIII) σύμπτωση των τοιχωμάτων της αγγειακής προσπέλασης κατά την αιμοκάθαρση, (IX) παρατεταμένη αιμορραγία >20 λεπτά στα σημεία παρακέντησης, (X) ανεξήγητη μείωση της χορηγούμενης δόσης αιμοκάθαρσης, (XI) επαναλαμβανόμενη δυσχέρεια στην παρακέντηση (XII) αναρρόφηση θρόμβου, (XIII) αυξημένη φλεβική πίεση > 200 mmHg σε αντλία 300 mL/min και (XIV) αύξηση χρόνου επανακυκλοφορίας > 15% [41].

Η πιο συχνή επιπλοκή της ΑΦΕ που διαγιγνώσκεται με υπερηχογράφημα αποτελεί η θρόμβωση και η δεύτερη πιο συχνή η στένωση [2,49,50]. Τα ευρήματα αυτά επιβεβαιώθηκαν από όλες τις συμπεριληφθείσες μελέτες, αλλά και από μια μεγάλη, συστηματική ανασκόπηση (2000 - 2014) των Ahmed A. Al-Jaishi et al, που αποτέλεσε την πιο πρόσφατη μελέτη για τις επιπλοκές των ΑΦΕ στον σύγχρονο πληθυσμό αιμοκαθαιρώμενων ασθενών [27].

Το έγχρωμο Doppler υπερηχογράφημα αποτελεί επίσης απαραίτητο εργαλείο για την αξιολόγηση μιας εστιακής μάζας στο άνω άκρο, στη θέση της ΑΦΕ και τη διαφοροποίηση ανευρυσμάτων, ψευδοανευρυσμάτων, και αιματωμάτων.

Ο όρος πολυπαραμετρικός υπέρηχος εισήχθη για να περιγράψει τις πολλές πτυχές και τα πολλαπλά συμπληρωματικά εργαλεία υπερηχογραφίας που συμβάλλουν στην ανίχνευση επιπλοκών των ΑΦΕ [65,66]. Πιο αναλυτικά:

- B-mode: συμβάλλει στην ανατομική εντόπιση της επιπλοκής, τον προσδιορισμό της ηχογένειας και χρονιότητας του θρόμβου καθώς και την ανίχνευση συλλογής υγρού – λοίμωξης.
- Color Doppler: ανίχνευση αιματικής ροής και διαχωρισμός ανευρυσμάτων – ψευδοανευρυσμάτων – αιματωμάτων.
 - Power Doppler: συμβάλλει στη μέτρηση του όγκου ροής και στην ανίχνευση ροής (ψευδο)ανευρυσμάτων.
 - Pulsed-wave Doppler: προσδιορισμός της ροής εντός της ΑΦΕ

Νεότερες τεχνικές, όπως :

- B-flow/microvascular imaging και Contrast-enhanced US (CEUS): ανίχνευση και κατάταξη στένωσης, θρόμβωσης και ροής εντός των (ψευδο) ανευρυσμάτων.
- Ελαστογραφία: εκτίμηση της «ακαμψίας» του θρόμβου, που υποδηλώνει οξεία αιτιολογία εάν ο θρόμβος φαίνεται μαλακός στην ελαστογραφία ή πιο χρόνια αιτιολογία εάν ο θρόμβος φαίνεται δύσκαμπτος στην ελαστογραφία.
- Vector Flow Imaging : ανάδειξη της κατεύθυνσης και της ταχύτητας της αγγειακής ροής.

Συμπληρωματική έρευνα και ανάδειξη αυτών των προηγμένων τεχνικών απαιτείται στο προσεχές μέλλον, καθώς οι τεχνικές αυτές μπορούν να ξεπεράσουν τους περιορισμούς και να λειτουργήσουν ως εργαλείο επίλυσης προβλημάτων σε δύσκολες περιπτώσεις.

Ο συνδυασμός κλινικής εξέτασης και υπερηχογραφικού ελέγχου σε δυσλειτουργούσα ΑΦΕ παρέχει την υψηλότερη διαγνωστική αξία, βοηθά στον εντοπισμό σημαντικής αγγειακής στένωσης επί απουσίας ευρημάτων φυσικής εξέτασης και μπορεί να μειώσει τα ποσοστά μη ωρίμανσης [54,55,56].

Ωστόσο, ο προληπτικός, υπερηχογραφικός έλεγχος σε ασυμπτωματικούς ασθενείς για την αξιολόγηση της ωρίμανσης ή τυχόν επιπλοκής της ΑΦΕ δεν συνιστάται επί του παρόντος από το KDOQI και οι διαθέσιμες μελέτες απέτυχαν να αποδείξουν στατιστικά σημαντική υπεροχή του [7]. Εντούτοις, ασθενείς οι οποίοι υπόκεινται σε συστηματικό υπερηχογραφικό έλεγχο παρουσιάζουν χαμηλότερα ποσοστά επιπλοκών και μη ωρίμανσης της ΑΦΕ [52].

Εάν μια απόφραξη δεν μπορεί να αποκλειστεί αξιόπιστα από το υπερηχογράφημα, πρόσθετες απεικονιστικοί μέθοδοι (π.χ. DSA) είναι απαραίτητες. Σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες, η αξονική αγγειογραφία μπορεί να επιλεγεί σε ασθενείς με ασαφή υπερηχογραφικά ή αγγειογραφικά ευρήματα και σε όσους πρόκειται να ακολουθήσει κάποια παρέμβαση [7]. Σε όλες τις συμπεριληφθείσες μελέτες, ο υπέρηχος υστερούσε της αξονικής τομογραφίας σε ύπαρξη κεντρικής φλεβικής στένωσης [38,61]. Ο συνδυασμός υπερηχογραφήματος και αξονικής τομογραφίας, στη διάγνωση επιπλοκών των ΑΦΕ, εμφανίζει ευαισθησία και ειδικότητα έως και 100%, ποσοστά ίσα με την gold - standard αγγειογραφία [38,59,60].

Σε ένα πρόσφατα δημοσιευμένο άρθρο , περιγράφεται η χρήση του πολυπαραμετρικού υπερηχογραφήματος στην παρακολούθηση μιας ΑΦΕ τόσο προεγχειρητικά όσο και μετεγχειρητικά, σημειώνοντας το υπερηχογράφημα ως τη μη επεμβατική απεικονιστική μέθοδο εκλογής για την αξιολόγηση των αγγειακών προσβάσεων άνω άκρων. [69]

Η μαγνητική αγγειογραφία παρουσιάζει ανάλογη ευαισθησία του υπερηχογραφήματος [8,63] στη στένωση και τον υπολογισμό του όγκου ροής , αλλά δεν προτιμάται καθώς το γαδολίνιο έχει βρεθεί να προκαλεί νεφρική, συστηματική ίνωση, ιδίως σε αιμοκαθαιρόμενους ασθενείς.

Μεγαλύτερος αριθμός τυχαιοποιημένων κλινικών μελετών θα συμβάλλει στον καθορισμό του κατάλληλου χρόνου παρέμβασης σε επικοινωνίες με στένωση που δεν παρουσιάζουν κλινική δυσλειτουργία καθώς και στον προσδιορισμό κατώτατων ορίων παρέμβασης. Επί του παρόντος, δεν υπάρχει καθοδήγηση σχετικά με τα όρια παρέμβασης πάνω από τα οποία ένας ασθενής και μια ομάδα φροντίδας θα πρέπει να εξετάσει εναλλακτικές επιλογές αγγειακής πρόσβασης.

Επίσημα, δεν έχει επίσης καθοριστεί ο ιδανικός χρόνος ωρίμανσης μιας ΑΦΕ, ούτε και η ιδανική θέση όπου θα πρέπει να μετράται ο όγκος ροής – χαρακτηριστικό γνώρισμα και μέσο παρακολούθησης της ωρίμανσης.

Μεγαλύτερος αριθμός τυχαιοποιημένων κλινικών μελετών θα συμβάλλει στη δημιουργία ενός καθολικά χρησιμοποιούμενου και διεξοδικού υπερηχογραφικού πρωτοκόλλου παρακολούθησης των ΑΦΕ.

Τέλος, η παρακολούθηση της καλής λειτουργίας μιας ΑΦΕ και η πρόληψη των επιπλοκών της περιλαμβάνει μια ολιστική, εξατομικευμένη προσέγγιση που θα πρέπει να εξετάζει τις ανάγκες του κάθε ασθενούς, ακριβέστερα εργαλεία για την πρόβλεψη και καλύτερα δεδομένα σχετικά με τα αναμενόμενα αποτελέσματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μια λειτουργική αγγειακή πρόσβαση, με τη μορφή της ΑΦΕ, βελτιώνει την ποιότητα ζωής των ασθενών με ESRD, επιτρέποντας την ασφαλή και αποτελεσματική αιμοκάθαρση. Ωστόσο οι αγγειακές προσβάσεις όπως οι ΑΦΕ απαιτούν ενδοαγγειακή συντήρηση λόγω του αυξημένου κινδύνου αποτυχίας και συνδέονται με ορισμένες επιπλοκές, όπως η θρόμβωση, η στένωση, το αιμάτωμα, το (ψευδο)ανεύρυσμα, η λοίμωξη και το σύνδρομο υποκλοπής. Το υπερηχογράφημα με τη χρήση νεότερων, πολυπαραμετρικών τεχνικών, είναι η πρώτης γραμμής απεικονιστική μέθοδος για την έγκαιρη διάγνωση και το σχεδιασμό της αντιμετώπισης πρώιμων και όψιμων επιπλοκών της ΑΦΕ. Ιδιαίτερα, εάν συνδυαστεί με την κλινική εξέταση ή την αξονική τομογραφία σε δύσκολες περιπτώσεις, η ευαισθησία και ειδικότητα μπορεί να φτάσει το 100%, ποσοστά ίσα της gold - standard αγγειογραφίας.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Athanasiou S, Cokkinos DD, Antypa EG, Kalogeropoulos I. Arteriovenous fistulas and grafts for haemodialysis: what are they, how to examine them with ultrasound for preoperative mapping, monitoring and management of complications. *Hellenic J Radiol* 2020; 5:36–47.
- [2] Guilherme de Castro-Santos, Gabriella Yuka Shiomatsu¹, Rafaela Martins dos Santos Oliveira¹ et al, Intraoperative vascular Doppler ultrasound blood flow and peak systolic velocity predict early patency in hemodialysis arteriovenous fistula, *Jornal Vascular Brasileiro* ISSN 1677-7301, *J Vasc Bras.* 2022 Jan 7;20:e20210098. doi: 10.1590/1677-5449.210098. eCollection 2021.
- [3] Flagg AJ. Chronic renal therapy. *Nurs Clin North Am* 2018; 53:511–519.
- [4] The Tamil Nadu DR M.G.R. medical, A Study of vascular surgical outcomes in hemodialysis access, Dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of M.Ch.(Vascular Surgery) – Branch III, University Chennai August 2007.
- [5] Ibeas J, Roca-Tey R, Vallespin J, et al. Spanish clinical guidelines on vascular access for haemodialysis. *Nefrologia* 2017;37 Suppl 1:1–191.
- [6] Jürg Schmidli, Matthias K Widmer, Carlo Basile et al, Editor's Choice - Vascular Access: 2018 Clinical Practice Guidelines of the European Society for Vascular Surgery (ESVS), *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2018 Jun;55(6):757-818. doi: 10.1016/j.ejvs.2018.02.001. Epub 2018 May 2.
- [7] Charmaine E. Lok, Thomas S. Huber, Timmy Lee, et al, KDOQI Clinical Practice guidelines For Vascular Access: 2019 update, *Am J Kidney Dis.* 2020 Apr;75(4 Suppl 2): S1-S164. doi: 10.1053/j.ajkd.2019.12.001. Epub 2020 Mar 12.
- [8] Doelman C, Duijm LE, Liem YS, et al. Stenosis detection in failing hemodialysis access fistulas and grafts: comparison of color Doppler ultrasonography, contrast-enhanced magnetic resonance angiography, and digital subtraction angiography. *J Vasc Surg* 2005; 42:739-46. 10.1016/j.jvs.2005.06.006
- [9] Jamew Richard et al, Surveillance arterioveNous fistulAs using ultRasound (SONAR) trial in haemodialysis patients: a study protocol for a multicentre observational study, *BMJ Open*, Volume 9, Issue 7 2019. 2019 Jul 23;9(7): e031210. doi: 10.1136/bmjopen-2019-031210.
- [10] Miltos K. Lazarides, George S. Georgiadis, George A. Antoniou, et al, A meta-analysis of dialysis access outcome in elderly patients, *Journal of Vascular Surgery*, VOLUME 45, ISSUE 2, P420-426.E2, FEBRUARY 2007, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2006.10.035>

- [11] Meola M, Marciello A, Di Salle G, Petrucci I. Ultrasound evaluation of access complications: thrombosis, aneurysms, pseudoaneurysms and infections. *J Vasc Access* 2021; 22:71–83.
- [12] Vaidehi A. Patel, Hemodialysis AV Fistula: What a Radiologist Should Know, From the edited volume, *Multidisciplinary Experiences in Renal Replacement Therapy*, Edited by Ane C.F. Nunes, Published: October 18th, 2021 DOI: 10.5772/intechopen.100485
- [13] Mohammed H. Hassan, Ghada M. Abdelrazek² and Abdelkader A. Hashim³, The clinical importance of color Doppler ultrasonography in puncture related complications of hemodialysis vascular access, Hassan et al. *Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine* (2019) 50:89 <https://doi.org/10.1186/s43055-019-0087-7>
- [14] Davidson I, Chan D, Dolmatch B, et al. Duplex ultrasound evaluation for dialysis access selection and maintenance: a practical guide. *J Vasc Access* 2008; 9:1–9.
- [15] Manns B, Tonelli M, Yilmaz S, et al. Establishment and maintenance of vascular access in incident hemodialysis patients: a prospective cost analysis. *J Am Soc Nephrol* 2005; 16:201–209.
- [16] Ethier J, Mendelssohn DC, Elder SJ et al, Vascular access use and outcomes: an international perspective from the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study. (2008) *Nephrology Dialysis Transplantation*. 23:3219–3226
- [17] Roy-Chaudhury P, Spergel LM, Besarab A, et al. Biology of arteriovenous fistula failure. *J Nephrol* 2007; 20:150–163
- [18] Jennifer M. MacRae, Christine Dipchand, Matthew Oliver et al, Arteriovenous Access Failure, Stenosis, and Thrombosis, *Can J Kidney Health Dis*. 2016; 3: 2054358116669126. Published online 2016 Sep 27. doi: 10.1177/2054358116669126.
- [19] Singh M, Mahapatra HS, Pursnani L, et al. Study on prediction of arterio-venous fistula maturation by flow mediated dilatation and AVF blood flow. *J Vasc Access* 2023; 24:443–451.
- [20] Karanam S, Dasari R, Kumar A et al, Hemodialysis arteriovenous fistula maturation and role of perioperative vascular mapping. *J Dr NTR Univ Health Sci*. 2019;8(4):257-60. http://dx.doi.org/10.4103/JDRNTRUHS.JDRNTRUHS_55_19. 18.
- [21] Ferring M, Henderson J, Wilmink T. Accuracy of early postoperative clinical and ultrasound examination of arteriovenous fistulae to predict dialysis use. *J Vasc Access* 2014; 15:291–297.

- [22] 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):310-4. <http://dx.doi.org/10.23736/S0392-9590.18.03927-5>. PMID:29424185.
- [23] Michelle L Robbin, Tom Greene, Michael Allon et al; Hemodialysis Fistula Maturation Study Group, Prediction of Arteriovenous Fistula Clinical Maturation from Postoperative Ultrasound Measurements: Findings from the Hemodialysis Fistula Maturation Study, *J Am Soc Nephrol* 2018 Nov;29(11):2735-2744. doi: 10.1681/ASN.2017111225. Epub 2018 Oct 11.
- [24] Eva Chytilova, Tamara Jemcov , Jan Malik et al, Role of Doppler ultrasonography in the evaluation of hemodialysis arteriovenous access maturation and influencing factors, *J Vasc Access.* 2021 Nov;22(1_suppl):42-55. doi: 10.1177/1129729820965064. Epub 2021 Jul 20.
- [25] Aragoncillo I, Abad S, Caldés S, et al. Adding access blood flow surveillance reduces thrombosis and improves arteriovenous fistula patency: a randomized controlled trial. *J Vasc Access* 2017; 18:352-8.
- [26] Pasquale Zamboli, Fulvio Fiorini, Alessandro D'Amelio, et al, Color Doppler ultrasound and arteriovenous fistulas for hemodialysis, *Ultrasound.* 2014 Dec; 17(4): 253–263. Published online 2014 Jul 11. doi: 10.1007/s40477-014-0113-6
- [27] Al-Jaishi AA, Liu AR, Lok CE, Zhang JC, Moist LM. Complications of the arteriovenous fistula: a systematic review. *J Am Soc Nephrol* 2017; 28:1839–1850. Published online 2016 Dec 2.
- [28] Mateusz Cheda , Anna Drelich-Zbroja , et al, Value of Doppler ultrasound in the diagnosis of dialysis fistula - related vascular complications and in the qualification patients for endovascular treatment, *Ultrasound in Medicine & Biology* , Volume 48, Supplement 1, 2022.
- [29] J.H.M Tordoir, R Dammers et al, Upper Extremity Ischemia and Hemodialysis Vascular Access, *European Journal of Endovascular Surgery*, VOLUME 27, ISSUE 1, P1-5, JANUARY 2004.
- [30] Salmela B, Hartman J, Peltonen S, et al. Thrombophilia and arteriovenous fistula survival in ESRD. *Clin J Am Soc Nephrol* 2013; 8: 962–968.
- [31] Stolic R. Most important chronic complications of arteriovenous fistulas for hemodialysis. *Med Princ Pract* 2013; 22:220–228.
- [32] Lazarides MK, Stamos DN, Kopadis G, et al, Onset of arterial 'steal' following proximal angioaccess: immediate and delayed types. *Nephrol Dial Transplant* 2003; 18:2387–2390.
- [33] Tordoir JH, Dammers R, van der Sande FM. Upper extremity ischemia and hemodialysis vascular access. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2004; 27:1–5.

- [34] Yilmaz C, Ozcan K, Erkan N. Dialysis access-associated steal syndrome presenting as bidirectional flow at duplex Doppler ultrasound. *AJR Am J Roentgenol* 2009;193: W568.
- [35] Malik J, Slavikova M, Maskova J. Dialysis access-associated steal syndrome: the role of ultrasonography. *J Nephrol* 2003; 16:903–907.
- [36] Asif A, Gadalean FN, Merrill D, et al. Inflow stenosis in arteriovenous fistulas and grafts: a multicenter, prospective study. *Kidney Int* 2005; 67: 1986–1992
- [37] Fahrtash F, Kairaitis L, Gruenewald S, et al. Defining a significant stenosis in an autologous radio-cephalic arteriovenous fistula for hemodialysis. *Semin Dial* 2011; 24: 231–238.
- [38] Hazem Soliman, Tarek Raafat, Yasser M. Abdelhamid, Angiographic mapping of AV fistula related vascular complications in ESRD via multislice CT; adjuvant role in correlation with CDUS, *The Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine*, Volume 46, Issue 3, September 2015
- [39] Quencer KB, Arici M. Arteriovenous fistulas and their characteristic sites of stenosis. *AJR Am J Roentgenol* 2015; 205: 726–734.
- [40] Jan Malik, Cora de Bont, Anna Valerianova et al, Arteriovenous Hemodialysis Access Stenosis Diagnosed by Duplex Doppler Ultrasonography: A Review, *Diagnostics (Basel)*. 2022 Aug; 12(8): 1979. Published online 2022 Aug 16. doi: 10.3390/diagnostics12081979
- [41] Ammar Saati, Debra Puffenberger, Levester Kirksey, and Natalia Fendrikova-Mahlay, The role of hemodialysis access duplex ultrasound for evaluation of patency and access surveillance, *Cardiovasc Diagn Ther.* 2023 Feb 28; 13(1): 190–195. Published online 2022 Jun 15. doi: 10.21037/cdt-22-129.
- [42] Saeed F, Kousar N, Sinnakirouchenan R, et al, Blood loss through AV fistula: a case report and literature review. *Int J Nephrol* 2011; 2011:350870.
- [43] Saxena AK, Panhotra BR, Al-Mulhim AS. Vascular access related infections in hemodialysis patients. *Saudi J Kidney Dis Transpl* 2005; 16:46–71.
- [44] Witz M, Werner M, Bernheim J, et al. Ultrasound-guided compression repair of pseudoaneurysm complicating a forearm dialysis arteriovenous fistula. *Nephrol Dial Transplant.* 2000 Sep;15(9):1453-4. doi: 10.1093/ndt/15.9.1453.
- [45] Sheetal S, Byju P, Manoj P. Ischemic monomelic neuropathy. *J Postgrad Med* 2017; 63:42–43.

- [46] Alkhouli M, Sandhu P, Boobes K, et al, Cardiac complications of arteriovenous fistulas in patients with end-stage renal disease. *Nefrologia* 2015; 35:234–245.
- [47] Basile C, Lomonte C, Vernaglione L, et al, The relationship between the flow of arteriovenous fistula and cardiac output in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2008; 23:282–287.
- [48] Varun Mittal, Aneesh Srivastava, Rakesh Kapoor et al, Management of venous hypertension following arteriovenous fistula creation for hemodialysis access, *Indian J Urol.* 2016 Apr-Jun;32(2):141-8. doi: 10.4103/0970-1591.174779.
- [49] Salah Khalid Abdul-Hakim Abdul-Maqsoud et al, Role of Duplex ultrasound in the post operative assessment of dialysis access, *Amj journals*, Volume 52, Issue 2, April 2023, doi 10.21608/AMJ.2023.291693
- [50] Omar Abdelaziz, Mirna Adel Fahmy, Sahier O El-Khashab, Role of color doppler ultrasound for assessment of arteriovenous fistula dysfunction in hemodialysis patients, *Kamj*, Year: 2018, Volume : 24, Issue : 2
- [51] Y.-l. Zhu , H. Ding et al, Predicting the maturity of haemodialysis arteriovenous fistulas with colour Doppler ultrasound: a single-centre study from China, *Clinical Radiology*. Volume 71, Issue 6, June 2016
- [52] Ahram Han, Seung-Kee Min et al, A Prospective, Randomized Trial of Routine Duplex Ultrasound Surveillance on Arteriovenous Fistula Maturation, *Clin J Am Soc Nephrol.* 2016 Oct 7; 11(10): 1817–1824. Published online 2016 Aug 24. doi: 10.2215/CJN.00620116.
- [53] Sobia Mazhar, Ali Mansoor, Aamer Nadeem Chaudhary, Diagnostic accuracy of Color Doppler Ultrasound in determining arteriovenous fistula stenosis, *Annal of Pims*, VOL. 15 NO. 2 (2019): APRIL-JUNE.
- [54] Priya Maniyeri, Gomathy Sankaran, Devi Sasidharan Sruthi, Comparison of clinical evaluation with duplex ultrasound parameters in predicting early hemodialysis arteriovenous fistula failure, *International Medicine* Vol. 9 No. 3 (2023): Issue 3, Published: Nov 6, 2023.
- [55] Caputo BC, Leong B, Sibona A, et al. Arteriovenous fistula maturation: physical exam versus flow study. *Ann Vasc Surg* 2021; 77:16–24.
- [56] Ana B. Maldonado-Cárceles, José García-Medina, Alberto M Torres-Cantero, Performance of physical examination versus ultrasonography to detect stenosis in haemodialysis arteriovenous fistula, *J Vasc Access.* 2017 Jan 18;18(1):30-34. doi: 10.5301/jva.5000616.

- [57] Sukit Raksasuk, Weerakit Naweera, Satit Rojwatcharapibarn et al, Comparing non-invasive diagnostic methods for arteriovenous fistula stenosis: a prospective study, *Journal of Ultrasound* volume, 2022J Ultrasound. 2023 Sep;26(3):687-693. doi: 10.1007/s40477-022-00731-x. Epub 2022 Nov 1.
- [58] Manoj Prabhakaran, Himansu sekhar Mahapatra et al, Comparison of clinical examination, doppler and fistulogram for arterio-venous fistula surveillance in detecting secondary failure, *J Vasc Access*. 2023 Jun 15:11297298231161461. doi: 10.1177/11297298231161461.
- [59] Aysegul Cansu, Mehmet Soy Turk, Mehmet Halil Ozturk, et al, Diagnostic value of color Doppler ultrasonography and MDCT angiography in complications of hemodialysis fistulas and grafts, *Eur J Radiol*. 2013 Sep;82(9):1436-43. doi: 10.1016/j.ejrad.2013.
- [60] Mathias Meyer, Nicole Geiger, Urs Benck et al, Imaging of Patients with Complex Hemodialysis Arterio-Venous Fistulas using Time-Resolved Dynamic CT Angiography: Comparison with Duplex Ultrasound, *Sci Rep*. 2017 Oct 2;7(1):12563. doi: 10.1038/s41598-017-12902-6.
- [61] Ahmed Abd El Rahman Mohamed Baz et al, Multi-slice CT angiography versus duplex ultrasound in detection of stenosis of access arteriovenous fistulas and grafts in dysfunctional hemodialysis, *The Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine*, Volume 47, Issue 4, December 2016, Pages 1459-1466
- [62] Steven Rogers, Katie Simm, Charles McCollum et al, Arteriovenous Fistula Surveillance Using Tomographic 3D Ultrasound, *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2021 Jul;62(1):82-88. doi: 10.1016/j.ejvs.2021.03.007. Epub 2021 Apr 23.
- [63] Yong He, Yan-Ting Shiu et al, Comparison of hemodialysis arteriovenous fistula blood flow rates measured by Doppler ultrasound and phase-contrast magnetic resonance imaging, *J Vasc Surg*. 2018 Dec; 68(6): 1848–1857.e2. Published online 2018 May 18. doi: 10.1016/j.jvs.2018.02.043
- [64] Tomas V. Gonzalez, Candice A. Bookwalter, Thomas A. Foley, Prabhakar Shantha Rajiah, Multimodality imaging evaluation of arteriovenous fistulas and grafts: a clinical practice review, *Review Article on Endovascular and Surgical Interventions in the End Stage Renal Disease Population/ Vol 13, No 1 (February 28, 2023)*
- [65] Sidhu PS. Multiparametric ultrasound (MPUS) imaging: terminology describing the many aspects of ultrasonography. *Ultraschall Med* 2015; 36:315–317.
- [66] Rafailidis V, Sidhu PS. Vascular ultrasound, the potential of integration of multiparametric ultrasound into routine clinical practice. *Ultrasound* 2018; 26:136–144.

- [67] Mwipatayi BP, Bowles T, Balakrishnan S, et al, Ischemic steal syndrome: a case series and review of current management. *Curr Surg* 2006; 63:130–135.
- [68] Rafailidis V., Dean Y. Huang et al, General principles and overview of vascular contrast-enhanced ultrasonography, *Ultrasonography*: June 25 2019, DOI: <https://doi.org/10.14366/usg.19022>
- [69] Vasileios Michas, Mehdi Taghipour et al, Multiparametric ultrasound for upper extremity dialysis access evaluation, *Ultrasonography* 2023; 42(4): 490-507. <https://doi.org/10.14366/usg.23064>
- [70] Mitchell Henry, The Pathophysiology of Arteriovenous Graft Thrombosis and Stenosis. Understanding the underlying challenges of an optimal access site. *Endovascular Today* June 2018 Supplement.