



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



Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

" Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΥΠΕΡΗΧΟΤΟΜΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΣΤΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΛΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΤΕΧΝΗΤΩΝ ΑΡΤΗΡΙΟΦΛΕΒΙΚΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΓΙΑ ΑΙΜΟΚΑΘΑΡΣΗ "

υπό

ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ ΚΟΜΝΑ

Ακτινολόγος

Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των

απαιτήσεων για την απόκτηση του

Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης

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

Λάρισα, 2020

Επιβλέπων:

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

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:

1. Σταύρος Κάκκος, Αναπληρωτής Καθηγητής *Αγγειοχειρουργικής, Τμήμα Ιατρικής, Πανεπιστήμιο Πάτρας*
2. Μιλτιάδης Λαζαρίδης
3. Γεώργιος Γεωργιάδης

Application of ultrasonography in monitoring of functional arteriovenous fistula in hemodialysis

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ θερμά τον κύριο Σταύρο Κάκκο, Αναπληρωτή Καθηγητή Αγγειοχειρουργικής και επιβλέποντα της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας που μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με αυτό το ενδιαφέρον θέμα. Η συνεχής καθοδήγησή του, οι εύστοχες υποδείξεις του και οι εξειδικευμένες γνώσεις του συνέβαλλαν καθοριστικά στην συγγραφή της εργασίας αυτής.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω από καρδιάς την οικογένειά μου για την αμέριστη συμπαράστασή της και υπομονή που επέδειξε όλα αυτά τα χρόνια, κατά τη διάρκεια των μεταπτυχιακών σπουδών.

Βασίλειος Κόμνας

Πίνακας περιεχομένων

Κεφάλαιο 1	Εισαγωγή	1
1.1	Αρτηριοφλεβική επικοινωνία	1
1.2.	Ωρίμανση της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας	2
1.3	Επιπλοκές της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας	3
1.4	Σκοπός της ανασκόπησης	4
Κεφάλαιο 2	Μεθοδολογία	5
Κεφάλαιο 3	Αποτελέσματα	6
3.1	Αξιολόγηση της λειτουργίας της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας	6
3.2	Διάγνωση επιπλοκών της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας	9
3.2.1.	Σύνδρομο υποκλοπής	9
3.2.2.	Ανευρύσματα και ψευδοανευρύσματα	10
3.2.3.	Ανάπτυξη στενώσεων	11
3.2.4.	Θρομβώσεις	13
3.2.5.	Λοιμώξεις	14
3.2.6.	Αρτηριοφλεβική επικοινωνία με αυξημένο ρυθμό ροής	15
Κεφάλαιο 4	Συμπεράσματα	16
Κεφάλαιο 5	Σύνοψη Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας	17
Βιβλιογραφία		21

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

1.1 Αρτηριο-φλεβική επικοινωνία

Η χρόνια νεφρική νόσος (XNN) αποτελεί σημαντικό πρόβλημα υγείας παγκοσμίως με υψηλό οικονομικό κόστος για τα συστήματα υγείας. Ο επιπολασμός των ασθενών με XNN στο γενικό πληθυσμό παγκοσμίως εκτιμάται σε 13.4%, ενώ στους ασθενείς με σοβαρή και τελικού σταδίου XNN σε 0.5% (1) και η αιμοκάθαρση εξακολουθεί να αποτελεί την πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδο θεραπείας της νεφρικής λειτουργίας στους ασθενείς με τελικού σταδίου XNN στις ΗΠΑ (2). Το προσδόκιμο επιβίωσης καθώς και η ποιότητα ζωής των αιμοκαθαιρόμενων ασθενών φαίνεται να σχετίζεται άμεσα με την ποιότητα της αιμοκάθαρσης, η οποία με τη σειρά της εξαρτάται από τη ποιότητα της πρόσβαση στο αγγειακό σύστημα του ασθενούς.

Η σύνδεση με το αγγειακό δίκτυο του ασθενούς ονομάζεται αγγειακή προσπέλαση αιμοκάθαρσης (hemodialysis vascular access) και υπάρχουν τρεις τύποι αγγειακής προσπέλασης: 1. Αρτηριοφλεβική επικοινωνία (arteriovenous fistula, ΑΦΕ), 2. Αρτηριοφλεβικό μόσχευμα (arteriovenous graft) και 3. Κεντρικός φλεβικός καθετήρας (3). Από αυτούς τους τρεις τύπους, ο κεντρικός φλεβικός καθετήρας χρησιμοποιείται κυρίως για βραχύ χρονικό διάστημα ή σε περιπτώσεις απουσίας εναλλακτικών τύπων πρόσβασης καθώς έχει συσχετισθεί με μεγαλύτερη πιθανότητα ανάπτυξης επιπλοκών, όπως εμφάνιση θρόμβωσης και ανάπτυξη λοιμώξεων (4). Αντιθέτως, η ΑΦΕ χρησιμοποιείται συχνότερα λόγω μειωμένης συχνότητας εμφάνισης επιπλοκών και μεγαλύτερης επιβίωσης της αγγειακής πρόσβασης. Το αρτηριοφλεβικό μόσχευμα επιλέγεται στις περιπτώσεις που δεν μπορεί να δημιουργηθεί η ΑΦΕ (5). Η αγγειακή πρόσβαση σε κάθε περίπτωση πρέπει να διασφαλίζει επαρκή ροή αίματος για την αιμοκάθαρση, τουλάχιστον 300 ml/min και κατά προτίμηση 500 ml/min.

Η ΑΦΕ δημιουργείται μέσω πρωτογενούς αναστόμωσης αρτηρίας με ένα φλεβικό στέλεχος με χειρουργική επέμβαση ή και διαδερμικά τα τελευταία χρόνια και το επιλεγέν σημείο της αναστόμωσης καθορίζεται από την κατάσταση του αγγειακού δικτύου, το χρονικό διάστημα κατά το οποίο θα υποβληθεί σε αιμοκάθαρση, καθώς και την εμπειρία του χειρουργού. Συνήθως χρησιμοποιείται η κερκιδική ή η βραχιόνιος αρτηρία οι οποίες αναστομώνονται με μία από τις γειτονικές τους φλέβες, δηλαδή τη βασιλική, τη κεφαλική ή κάποια άλλη προσβάσιμη φλέβα. Η διενέργεια της αναστόμωσης μπορεί να είναι πλαγιο-πλάγια ή τελικο-πλάγια. Η αναστόμωση δημιουργείται κατά προτίμηση στο μη επικρατές άνω άκρο, αλλά το επικρατές άνω

άκρο μπορεί να επιλεγεί εάν τα αγγεία στο μη επικρατές άνω άκρο είναι ακατάλληλα. Επιπλέον, είναι ευρέως αποδεκτό ότι οι επικοινωνίες που δημιουργούνται με αγγεία μικρής διαμέτρου (<1.6 mm) διατρέχουν αυξημένο κίνδυνο επιπλοκών και ανεπάρκειας. Η διάμετρος της φλέβας μετράται προσεκτικά σε διάφορα σημεία μέσω υπερηχογραφήματος και για την αποφυγή υποτίμησης της διαμέτρου πρέπει να χρησιμοποιείται άφθονο gel ώστε να μην ασκείται αυξημένη πίεση από τον αισθητήρα (transducer) (6). Η κερκιδικο-κεφαλική ΑΦΕ στο επίπεδο του καρπού είναι η πρώτη επιλογή για δημιουργία αρτηριο-φλεβικής αναστόμωσης και για την διενέργειά της απαιτούνται ψηλάφηση των περιφερικών φλεβών και αρτηριών και έχει προταθεί μια ελάχιστη εσωτερική διάμετρο 2 mm τόσο για την κερκιδική αρτηρία όσο και για τη κεφαλική φλέβα. Για τη δημιουργία βραχιονο-κεφαλικής ή βραχιονο-βασιλικής αναστόμωσης συστήνεται μια ελάχιστη εσωτερική διάμετρος των αγγείων 3 mm (7).

Ωστόσο, αξίζει να αναφερθεί ότι τα τελευταία χρόνια λόγω της ολοένα αυξανόμενης ηλικίας των ασθενών και των συνοσηροτήτων τους, όπως ο σακχαρώδης διαβήτης και η αγγειακή νόσο, καθίσταται δυσκολότερο να βρεθούν κατάλληλα αγγεία για τη δημιουργία μιας καλά λειτουργικής, με αυξημένη επιβίωση αρτηριο-φλεβικής αναστόμωσης (8). Η χρήση του υπερηχογραφήματος Doppler έχει βοηθήσει σημαντικά στην ανεύρεση κατάλληλων αγγείων για δημιουργία αρτηριο-φλεβικής επικοινωνίας μέσω προεγχειρητικής εξέτασης του αγγειακού δικτύου. Επίσης, καθοριστική είναι η συμβολή του στην πρόωμη έγκαιρη διάγνωση και ταχεία διόρθωση των επιπλοκών της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας (9). Ωστόσο, το υπερηχογράφημα αδυνατεί να απεικονίσει το κεντρικό φλεβικό δίκτυο των άκρων, σε ασθενείς με ιστορικό συμβατό με στένωση κεντρικής φλέβας [ιστορικό περιφερικών εισερχόμενων κεντρικών καθετήρων (periphery inserted central catheters) ή καρδιαγγειακών εμφυτεύσιμων ηλεκτρικών συσκευών (cardiovascular implantable electronic devices) (10).

1.2 Ωρίμανση της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας

Με τον όρο ωρίμανση της ΑΦΕ εννοούμε μια δυναμική διαδικασία αναδιαμόρφωσης του φλεβικού σκέλους μέσω απελευθέρωσης μονοξειδίου του αζώτου (NO) και διάσπαση της ελαστίνης, η οποία οδηγεί σε διεύρυνσή του (11). Επιπροσθέτως, υπάρχει δραματική αύξηση της αιματικής ροής καθώς και πάχυνση του τοιχώματος. Για παράδειγμα, η μέση αιματική ροή στην κερκιδική αρτηρία που

είναι 64 ml/min μπορεί να αυξηθεί μέχρι δέκα φορές. Επίσης, η μέση αιματική ροή της βραχιόνιας αρτηρίας είναι 240 ml/min και μπορεί να αυξηθεί μέχρι 1000 ml/min (12).

Η επιτυχής ωρίμανση μπορεί να αξιολογηθεί κλινικά με τη παρουσία επαρκούς διαμέτρου της φλέβας, την εύκολη συμπίεση της φλέβας, την παρουσία συστολικού και διαστολικού φυσήματος χαμηλής έντασης και την παρουσία ψηλαφητού ροΐζου στο σημείο της αναστόμωσης (13). Επίσης, η χρήση του υπερήχου στις 4-8 εβδομάδες μετεγχειρητικά μπορεί να συμβάλει στην αξιολόγηση της ωρίμανσης. Εάν η διάμετρος του φλεβικού σκέλους είναι μικρότερη από 4 mm και η ροή μικρότερη από 500 ml/min θεωρείται ότι η ωρίμανση είναι αδύνατον να επιτευχθεί (7). Αξίζει να αναφερθεί επίσης ότι έχει προταθεί «ο κανόνας των έξι» για την αξιολόγηση της ωρίμανσης, δηλαδή τουλάχιστον 6 mm διάμετρο και 600 ml/min ροή και λιγότερο από 6 mm βάθος του αγγείου (14).

Μία ΑΦΕ μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν θεωρηθεί ώριμη, ωστόσο δεν υπάρχει πλήρη ομοφωνία προς το χρονικό καθορισμό μεταξύ δημιουργίας και χρήσης. Σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες του KDOQI (Kidney Disease Outcomes Quality Initiative) η ΑΦΕ θεωρείται έτοιμη προς χρήση 4-6 εβδομάδες μετά τη δημιουργία της και εφόσον έχει ωριμάσει, ενώ συστήνεται να αποφεύγεται η χρήση της πριν από τις δύο εβδομάδες (7). Η πρόωμη χρήση προδιαθέτει σε αποτυχία της ΑΦΕ λόγω θρόμβωσης ή εξωγενούς πίεσης από αιμάτωμα στο λεπτό τοίχωμα της πρόσφατης αρτηριοποιημένης φλέβας. Επίσης, ο μεγαλύτερος χρόνος ωρίμανσης (>30 ημέρες) φαίνεται να σχετίζεται με μικρότερο κίνδυνο αποτυχίας της ΑΦΕ (15) .

1.3 Επιπλοκές της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας

Η δημιουργία και χρήση ΑΦΕ μπορεί να προκαλέσει ένα ευρύ φάσμα επιπλοκών. Σε αυτές περιλαμβάνονται η πρόωμη θρόμβωση τις πρώτες 30 ημέρες, η αιμορραγία, η ανάπτυξη λοιμώξεων, η παρουσία μη φλεγμονωδών συλλογών όπως κυστικό ύγρωμα ή λεμφική συλλογή, η πρόκληση ισχαιμίας του άκρου, το σύνδρομο υποκλοπής, η ανάπτυξη νευροπάθειας στο άκρο, η δημιουργία ψευδοανευρύσματος ή αληθούς ανευρύσματος, καθώς και η δημιουργία στενώσεων τόσο στο αρτηριακό όσο και στο φλεβικό σκέλος, καθώς και στο σημείο της αναστόμωσης (16, 17). Γι αυτό το λόγο απαιτείται παρακολούθηση και επιτήρηση ανά τακτά χρονικά διαστήματα με σκοπό τη πρόωμη διάγνωση των επιπλοκών και θεραπεία τους. Οι απεικονιστικές μέθοδοι, όπως το υπερηχογράφημα και η αξονική αγγειογραφία διαδραματίζουν έναν

καθοριστικό ρόλο στην έγκαιρη διάγνωση των επιπλοκών.

1.4 Σκοπός της ανασκόπησης

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση αποσκοπεί στην ανάλυση της συμβολής του υπερηχογραφήματος στη παρακολούθηση της λειτουργίας της ΑΦΕ. Επίσης, έχει δοθεί έμφαση στην παρουσίαση των μεθόδων αξιολόγησης της λειτουργίας και εντοπισμού των επιπλοκών της ΑΦΕ μέσω υπερηχογραφήματος, καθώς και σύγκριση του υπερηχογραφήματος με άλλες απεικονιστικές μεθόδους ως προς το ρόλο αυτό.

Κεφάλαιο 2. Μεθοδολογία

Πραγματοποιήθηκε μια διεξοδική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας χρησιμοποιώντας τη PubMed ως μηχανή αναζήτησης στη βάση δεδομένων MEDLINE για τον εντοπισμό άρθρων σχετικά με τη χρήση του υπερηχογραφήματος στη παρακολούθηση της λειτουργίας της ΑΦΕ. Η αναζήτηση πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας τις ακόλουθες λέξεις κλειδιά: (“ultrasonography” ή “ultrasound”) και (“arteriovenous fistula” ή “vascular access”) και (“function” ή “complications”). Μόνο άρθρα στην αγγλική γλώσσα ανασκοπήθηκαν.

Κεφάλαιο 3. Αποτελέσματα

3.1. Παρακολούθηση και αξιολόγηση της λειτουργίας της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας

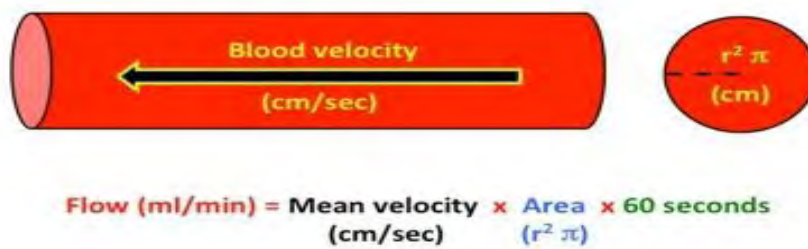
Η προεγχειρητική χρήση του υπερηχογραφήματος με σκοπό την εύρεση κατάλληλων αγγείων έχει αυξήσει τον αριθμό των περιπτώσεων δημιουργίας ΑΦΕ. Αξίζει ακόμη να σημειωθεί ότι καθοριστικός είναι ο ρόλος του υπερηχογραφήματος και στην επιτήρηση της λειτουργία των αρτηριοφλεβικών επικοινωνιών, συμβάλλοντας με αυτόν το τρόπο στην αυξανόμενη επιβίωσή τους μέσω της έγκαιρης διάγνωσης και ταχείας διόρθωσης των επιλοκών που μπορεί να προκύψουν (18).

Για τη βέλτιστη λειτουργία και επιβίωση της αγγειακής πρόσβασης οι νεφρολόγοι τη παρακολουθούν ανά τακτά χρονικά διαστήματα τόσο με τη φυσική εξέταση πριν από κάθε συνεδρία αιμοκάθαρσης όσο και μέσω απεικονιστικών μεθόδων, ελέγχοντας τις φλεβικές και αρτηριακές πιέσεις, υπολογίζοντας τον όγκο ροής καθώς και άλλες παραμέτρους. Εκτίμηση της λειτουργίας συστήνεται τουλάχιστον κάθε 3 μήνες (7). Η αιματική ροή μπορεί να μετρηθεί είτε έμμεσα χρησιμοποιώντας τεχνικές αραιώσης είτε απευθείας μέσω έγχρωμου υπερηχογραφήματος (τρίπλεξ) ή μαγνητικής αγγειογραφίας. Η μέτρηση της αιματικής ροής θεωρείται πολύ σημαντική για την επιτήρηση της λειτουργίας της αγγειακής πρόσβασης, καθώς η μειωμένη αιματική ροή έχει συσχετισθεί με αύξηση του κινδύνου για ανάπτυξη θρόμβωσης της ΑΦΕ ή αποτελεί σημείο ανάπτυξης στένωσης (19).

Η υπερηχογραφική τεχνική διάλυση (ultrasound dilution technique) είναι η πιο αξιόπιστη μέθοδος για έμμεση εκτίμηση της αιματικής ροής στην ΑΦΕ. Σε αυτή τη τεχνική, γίνεται έγχυση φυσιολογικού ορού άπω της ΑΦΕ και μέσω υπερηχογραφημάτων, που ανιχνεύουν τις διαφορές συγκέντρωσης των πρωτεϊνών, υπολογίζεται η αιματική ροή (20).

Σε σύγκριση με τις έμμεσες τεχνικές μέτρησης της αιματικής ροής το υπερηχογράφημα προσφέρει τη δυνατότητα ταυτόχρονης διερεύνησης των αιτιών πρόκλησης μειωμένης αιματικής ροής, όπως παραδείγματος χάριν απεικόνιση μια περιοχής στένωσης. Η αιματική ροή μπορεί να εκτιμηθεί μέσω της μέτρησης της μέσης ταχύτητας της αιματικής ροής και της διαμέτρου του αγγείου (Εικόνα 1). Ο μαθηματικός τύπος για τον υπολογισμό της αιματικής ροής είναι το εμβαδό της

διαμέτρου του αγγείου σε cm^2 επί τη μέση ταχύτητα της ροής (cm/sec) επί 60. Στις μέρες μας υπάρχουν υπερηχογραφικά μηχανήματα που υπολογίζουν αυτόματα την αιματική ροή. Εσφαλμένη εκτίμηση μπορεί να συμβεί από τη λάθος μέτρηση της διαμέτρου λόγω λανθασμένης γωνίας του αισθητήρα του υπερηχογραφήματος (21). Επιπλέον, για την ελαχιστοποίηση του κινδύνου υποτίμησης της αιματικής ροής, αποφεύγεται η εκτίμησή της μετά από συνεδρία αιμοκάθαρσης λόγω της υπότασης. Γι αυτό το λόγο, προτιμάται η μέτρηση να διενεργείται στο χρονικό διάστημα μεταξύ των συνεδριών αιμοκαθάρσης ή πριν την έναρξη αιμοκάθαρσης (21, 22). Άλλοι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την αξιολόγηση της αιματικής ροής είναι η οφιοειδής πορεία και η τυρβώδης αιματική ροή του φλεβικού σκέλους, δυσχεραίνοντας τόσο τον υπολογισμό της διατομής όσο και τον καθορισμό της μέσης ταχύτητας. Για τους λόγους αυτούς, προτιμάται η μέτρηση της αιματικής ροής στο αρτηριακό σκέλος. Η αξιολόγηση πρέπει να λαμβάνει χώρα 5 εκατοστά τουλάχιστον εγγύς της αναστόμωσης σε ευθύ τμήμα χωρίς τη παρουσία στενώσεων, μακριά από παράπλευρους αρτηριακούς κλάδους και διχασμού της αρτηρίας, ώστε να αποφεύγεται υπερεκτίμηση της αιματικής ροής (23). Επιπλέον, ο χειριστής του υπερηχογραφήματος θα πρέπει να χρησιμοποιεί τη λειτουργία της μεγέθυνσης (zoom) κατά τη μέτρηση της διαμέτρου του αγγείου για την όσο ακριβέστερη μέτρηση καθώς μικρές μεταβολές στη μέτρηση της διαμέτρου συνεπάγονται αυξημένες μεταβολές στην αξιολόγηση της αιματικής ροής αφού ο τύπος υπολογισμού του εμβαδού της διαμέτρου είναι $\pi d^2/4$ και χρησιμοποιούμε το τετράγωνο της διαμέτρου. Ακόμη για τη μέτρηση της ταχύτητα, όταν αποκτώνται δεδομένα από το Doppler θα πρέπει η γωνία δέσμης υπερήχων να είναι $< 60^\circ$ και η δειγματοληψία να πραγματοποιείται στο κέντρο του αγγείου αλλά και να έχει πλάτος 50%-70% του αυλού, αποφεύγοντας έτσι τη μέτρηση μόνο των ερυθροκυττάρων που βρίσκονται στο κέντρο του αυλού τα οποία κινούνται με υψηλότερη ταχύτητα. Τέλος, η τροποποίηση του pulse repetition frequency (PRF) μπορεί να εξαλείψει αρκετά είδη λαθών (artifacts), διότι αλλάζουμε την τιμή του ανάλογα με την εξέταση (18, 24).



Εικόνα 1. Υπολογισμός της αιματικής ροής της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας.

Η υπερηχογραφική εξέταση χαρακτηρίζει μια λειτουργική ΑΦΕ όταν ο εκτιμώμενος ρυθμός ροής κυμαίνεται από 700 έως 1.300 ml/min (25). Αντιθέτως, τιμές <500 ml/min και <300 ml/min θεωρούνται ενδεικτικές δυσλειτουργίας της αγγειακής πρόσβασης και ανάπτυξης θρόμβωσης, αντιστοίχως (22). Επιπλέον, μελέτες έχουν δείξει ότι όταν η αγγειακή πρόσβαση σε προηγούμενες μετρήσεις είχε αιματική ροή σταθερά μεγαλύτερη από 1.000 ml/min και εμφανίζει σε τωρινές μετρήσεις μείωση της αιματικής ροής μεγαλύτερη από 25% σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα (1 έως 4 μήνες), απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση, καθώς τα ευρήματα αυτά έχουν συσχετισθεί με ανάπτυξη στένωσης ή δημιουργίας θρομβώσεως (19, 26).

Ο υπολογισμός του όγκου ροής μέσω υπερηχογραφήματος συμβάλει επιπλέον σημαντικά στην αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας μια θεραπευτικής παρέμβασης. Έτσι, απουσία αύξησης της αιματικής ροής τουλάχιστον κατά 20% μετά από κάποια παρέμβαση, π.χ. διαδερμική αγγειοπλαστική (percutaneous transluminal angioplasty) για την αποκατάσταση μιας στένωσης, υποδηλώνει ότι απαιτείται μια επιπλέον παρέμβαση για τη θεραπεία της επιπλοκής.

Εκτός από τη μέτρηση της αιματικής ροής φαίνεται ότι και άλλοι παράγοντες μπορούν να συμβάλουν στην επιτήρηση της λειτουργίας της ΑΦΕ και στη πρόιμη εντόπιση επιπλοκών. Διάμετρος βραχιόνιας αρτηρίας ≤ 5.40 mm, ή δείκτης παλμικότητας βραχιόνιας αρτηρίας > 1.04 , δείκτης αντιστάσεως βραχιόνιας αρτηρίας > 0.60 έχουν συσχετισθεί με ανάπτυξη επιπλοκών (27). Επιπλέον, μέγιστη συστολική ταχύτητα (peak systolic velocity) > 500 cm/sec φαίνεται να προβλέπει αξιόπιστα την ύπαρξη στενώσεων τουλάχιστον 50%, με ευαισθησία περίπου 90%. Αντιθέτως, ο λόγος συστολικών ταχυτήτων (systolic velocity ratio) φαίνεται να μη μπορεί να προβλέψει αξιόπιστα το βαθμό στενώσεων (28).

3.2. Διάγνωση επιπλοκών της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας

Ουσιαστική και καθοριστική φαίνεται να είναι η συμβολή του υπερηχογραφήματος στην πρόιμη διάγνωση των επιπλοκών κατά τη παρακολούθηση της ΑΦΕ, οδηγώντας στην έγκαιρη θεραπεία και αποφεύγοντας περαιτέρω δυσλειτουργία της αγγειακής πρόσβασης.

3.2.1. Σύνδρομο υποκλοπής

Σημαντικός είναι ο ρόλος του υπερηχογραφήματος για τη διάγνωση του συνδρόμου υποκλοπής στους ασθενείς με αγγειακή πρόσβαση (Dialysis access steal syndrome). Η πάθηση αυτή είναι μια σοβαρή επιπλοκή μετά τη δημιουργία ΑΦΕ. Η συχνότητα εμφάνισης κυμαίνεται από 1% έως 8% των ασθενών με αγγειακή πρόσβαση στο άνω άκρο και η κλινική εικόνα παρουσιάζει ένα ευρύ φάσμα συμπτωμάτων, στα οποία μπορεί να περιλαμβάνονται η ωχρότητα και η εμφάνιση αιμωδιών του άκρου, η μυϊκή ατροφία, ο πόνος κατά τη διάρκεια της αιμοκάθαρσης, καθώς και η δημιουργία έλκους και η νέκρωση ιστού (29). Το σύνδρομο αυτό προκαλείται λόγω περιορισμού της αρτηριακής παροχής στο άκρο, η οποία μπορεί να οφείλεται: 1. σε αποφρακτική αγγειακή νόσο είτε εγγύς είτε και άπω της αρτηριοφλεβικής αναστόμωσης, 2. σε εκτεταμένη παροχή αίματος μέσω της αναστομώσεως, η οποία μπορεί να προκαλέσει μείωση, ακόμα και αντιστροφή («υποκλοπή») της αιματικής ροής του αρτηριακού σκέλους που βρίσκεται άπω της αγγειακής πρόσβασης. Οι αλλαγές αυτές μπορεί να οφείλονται σε αρτηριοπάθεια και χαμηλή αντίσταση της ΑΦΕ (30). Προδιαθεσικοί παράγοντες εμφάνισης της νόσου αποτελούν η ηλικία άνω των 60 ετών, η ύπαρξη σακχαρώδους διαβήτη και η χρήση περιφερικού τμήματος της βραχιόνιας αρτηρίας για τη δημιουργία της αγγειακής πρόσβασης (29, 31).

Το υπερηχογράφημα μπορεί να βοηθήσει στο καθορισμό της αιτιοπαθογένειας της νόσου, εντοπίζοντας εάν υπάρχει επιπλοκή στο εγγύς τμήμα του αρτηριακού στελέχους της ΑΦΕ είτε μειωμένη αιματική ροή του άπω τμήματος του αρτηριακού σκέλους της αγγειακής πρόσβασης ή ακόμα και παλινδρόμηση. Μια λειτουργική ΑΦΕ έχει αιματική ροή συνήθως > 600 ml/min, ενώ αιματική ροή < 300-500 ml/min μπορεί να υποδηλώνει ύπαρξη στενώσεων ή ακόμα και ανάπτυξη θρόμβωσης. Επιπλέον για τον έλεγχο του αρτηριακού στελέχους, απαιτείται απόφραξη του φλεβικού σκέλους, ώστε να καταγραφεί η τυπική μονοφασική ταχύτητα ροής σε

περίπτωση στένωσης του εγγύς τμήματος του αρτηριακού στελέχους. Μειωμένη ή ακόμη και απουσία ροής στο άπω τμήμα του αρτηριακού σκέλους υποδηλώνει περιφερική αγγειοπάθεια, ως αίτιο του συνδρόμου υποκλοπής (32). Σε συγκεκριμένες περιπτώσεις, όταν το υπερηχογράφημα διενεργείται από έμπειρο χειριστή αρκεί για τον εντοπισμό της αιτίας και το σχεδιασμό της θεραπείας. Ωστόσο, πολλοί ειδικοί συστήνουν πλήρη αγγειογραφική απεικόνιση του φλεβικού και αρτηριακού δικτύου του άκρου για τη καλύτερη χαρτογράφηση των αγγείων και σχεδίαση της θεραπείας (33, 34).

3.2.2. Ανευρύσματα και ψευδοανευρύσματα

Η δημιουργία ανευρυσμάτων και ψευδοανευρυσμάτων αποτελεί μία από τις συχνές επιπλοκές της ΑΦΕ και ο επιπολασμός τους κυμαίνεται από 5% έως 60%. Ο μηχανισμός δημιουργίας τους δεν έχει πλήρως αποσαφηνιστεί, αλλά φαίνεται να αποτελείται από ένα συνδυασμό της αναδιαμόρφωσης (remodeling) του αγγειακού τοιχώματος, τραυματισμού του αγγείου από τους πολλαπλούς καθετηριασμούς (cannulation) καθώς και άσκηση αυξημένης ενδοαυλικής πίεσης λόγω ύπαρξης στένωσης εγγύς του ανευρύσματος/ψευδοανευρύσματος. Στα ανευρύσματα υπάρχει συμμετοχή και των τριών χιτώνων του αγγειακού τοιχώματος, ενώ στα ψευδοανευρύσματα υπάρχει αύξηση της διαμέτρου του αγγείου λόγω διαφυγής αίματος στα σημεία παρακέντησης. Τα ανευρύσματα/ψευδοανευρύσματα μπορούν να προκαλέσουν άλγος, δυσχερή καθετηριασμό της αγγειακής πρόσβασης, ανάπτυξη δερματικού έλκους και πρόκληση αιμορραγίας στο υπερκείμενο δέρμα. Ανευρυσματική διάταση του συνόλου μίας ΑΦΕ μπορεί να οδηγήσει σε καρδιακή ανεπάρκεια λόγω υψηλής παροχής. Επίσης, είναι προδιαθεσικός παράγοντας ανάπτυξης θρόμβωσης και δυσλειτουργίας της ΑΦΕ (35-37).

Ο ορισμός του ανευρύσματος/ψευδοανευρύσματος στην αγγειακή πρόσβαση διαφοροποιείται σε σχέση με αυτόν των ανευρυσμάτων/ψευδοανευρυσμάτων της συστηματικής κυκλοφορίας. Στη συστηματική κυκλοφορία ορίζεται ως η αύξηση της διαμέτρου κατά 1.5 φορές σε σχέση με το φυσιολογικό. Αντιθέτως, επειδή υπάρχει εξ' ορισμού αγγειακή διάταση στην ΑΦΕ, έχει ορισθεί όταν η διάμετρος είναι μεγαλύτερη από 18 mm ή υπάρχει αύξηση της διαμέτρου πάνω από 3 φορές σε σχέση με την αποδεκτή διάμετρο ωρίμανσης (38). Αξίζει επίσης να αναφερθεί ότι τα ανευρύσματα/ψευδοανευρύσματα μπορούν να δημιουργηθούν σε οποιοδήποτε τμήμα της ΑΦΕ (39).

Το υπερηχογράφημα μπορεί να επιβεβαιώσει τη κλινική υποψία δημιουργίας ανευρύσματος/ψευδοανευρύσματος, καθώς μπορεί να μετρήσει τη διάμετρο του αγγείου. Επιπλέον, παρέχει τη δυνατότητα διάγνωσης των επιπλοκών του ανευρύσματος/ψευδοανευρύσματος, καθώς μπορεί να διαγνώσει την παρουσία ενδοαυλικού θρόμβου εντός του ανευρύσματος, την δημιουργία περιαγγειακής συλλογής καθώς και να εκτιμήσει άμεσα τη λειτουργία της ΑΦΕ μέσω μέτρηση της αιματικής ροής. Όσον αφορά την αντιμετώπιση τους, ένδειξη αντιμετώπισής τους, χειρουργική ή ακτινολογική, αποτελεί η εμφάνιση επιπλοκών και η γρήγορη αύξηση της διαμέτρου (40). Αύξηση της διαμέτρου του ανευρύσματος μεγαλύτερη από 10% εντός έτους έχει συσχετισθεί με αυξημένο κίνδυνο ρήξης (41). Γι αυτό το υπερηχογράφημα θεωρείται ένα αξιόπιστο και εύχρηστο μέσο παρακολούθησης της φυσικής πορείας των ανευρυσμάτων (42). Συστήνεται το μέγεθος του ανευρύσματος/ψευδοανευρύσματος να μετράται μέσω υπερηχογραφήματος τουλάχιστον σε δύο διαστάσεις κάθε τρεις μήνες και να καταγράφεται στο ιστορικό του ασθενούς μαζί με ενδεχόμενες αλλαγές του υπερκείμενου δέρματος (43).

3.2.3. Ανάπτυξη στενώσεων

Η δημιουργία στενώσεων αποτελεί μία από τις συχνότερες επιπλοκές της ΑΦΕ, μειώνοντας τη λειτουργικότητα της αγγειακής πρόσβασης και κατά συνέπεια τη ποιότητα της αιμοκάθαρσης. Επίσης, η ανάπτυξη στένωσης αποτελεί το κύριο αίτιο δημιουργίας θρόμβωσης της αγγειακής πρόσβασης. Ο σχηματισμός στένωσης προκαλείται αρχικώς εξαιτίας τραυματισμού του ενδοθηλίου οδηγώντας σε υπερτροφία των λείων μυϊκών ινών και πάχυνση του μέσου χιτώνα (44). Η στροβιλώδης αιματική ροή, ο μηχανικός τραυματισμός από τις φλεβοκεντήσεις, καθώς και το ιστορικό αγγειοπλαστικής αποτελούν τους σημαντικότερους προδιαθεσικούς παράγοντες τραυματισμού του ενδοθηλίου (45). Στενώσεις μπορούν να δημιουργηθούν σε οποιοδήποτε σημείο της αγγειακής πρόσβασης. Οι αρτηριοφλεβικές επικοινωνίες τείνουν συχνότερα να αναπτύσσουν στενώσεις αμέσως μετά την αναστόμωση και στις φλέβες απορροής (70% έως 85%). Λιγότερα συχνά, στενώσεις δημιουργούνται στο σημείο της αναστόμωσης και στο αρτηριακό τμήμα της ΑΦΕ (15% έως 30%) (46). Σημαντικού βαθμού στένωση ορίζεται η στένωση που προκαλεί πάνω από 50% μείωση της διαμέτρου του αυλού [$\% \text{ βαθμός στένωσης} = (\text{διάμετρος του φυσιολογικού αυλού παρακείμενα της στένωσης} - \text{διάμετρος του αυλού στο σημείο της στένωσης}) / \text{διάμετρος του φυσιολογικού αυλού παρακείμενα}$

της στένωσης) x 100%].

Οι εκδηλώσεις που μπορούν να οδηγήσουν στη διάγνωση των στενώσεων περιλαμβάνουν την ανεπάρκεια ωρίμανσης νεοδημιουργηθέντων αρτηριοφλεβικών επικοινωνιών, την παρουσία θρόμβωσης και τη μειωμένη αιματική ροή (< 300-500 ml/min ή μείωση κατά 25% σε σχέση με προηγούμενες μετρήσεις) (47). Η διερεύνηση και διάγνωση παρουσίας στενώσεων απαιτεί την απεικόνιση του αγγειακού δικτύου της αγγειακής πρόσβασης. Το ελεγχόμενο αγγειακό δίκτυο της αγγειακής πρόσβασης θα πρέπει να περιλαμβάνει εφ' όσον δύναται την έκφυση της αορτής, τους αρτηριακούς κλάδους από τους οποίους εκφύεται το αρτηριακό σκέλος, την αναστόμωση, το φλεβικό σκέλος έως και τους φλεβικούς κλάδους που καταλήγουν στο δεξιό κόλπο (43). Το υπερηχογράφημα είναι αποτελεσματικό για την εξέταση και τον έλεγχο του περιφερικού αγγειακού δικτύου και της περιοχής της αναστόμωσης. Το υπερηχογράφημα σε λειτουργία B-mode μπορεί να απεικονίσει τη στένωση και να υπολογίσει το βαθμό απόφραξης που προκαλεί. Επίσης, μια αύξηση 2-3 φορές της μέγιστης συστολικής ταχύτητας υποδηλώνει την ύπαρξη αιμοδυναμικά σημαντικής στένωσης.

Στο B-Mode, οι αθηρωσκληρωτικές πλάκες είναι ορατές ως ενδοαυλικές μάζες, των οποίων η ηχογένειά τους ποικίλει. Οι υποηχογενείς αθηρωματικές πλάκες σχηματίζονται κυρίως από λιπίδια, περιέχουν λεπτό ινώδη ιστό και είναι ασταθείς. Αντιθέτως, οι υπερηχογενείς πλάκες περιέχουν περισσότερο ινώδη ιστό, είναι ασβεστοποιημένες, εμφανίζουν ακουστική σκιά και θεωρούνται περισσότερο σταθερές (48).

Ωστόσο, είναι αναποτελεσματικό για την εξέταση των αγγείων του θώρακα. Αξίζει να σημειωθεί, ότι οι στενώσεις στην αριστερή υποκλείδια αρτηρία είναι συχνές στους ηλικιωμένους ασθενείς. Αντιθέτως, η φλεβογραφία και η αγγειογραφία μέσω αξονικού ή μαγνητικού τομογράφου είναι επεμβατικές μέθοδοι, αλλά μπορούν να απεικονίσουν ολόκληρο το αγγειακό δίκτυο και έχουν σύμφωνα με μία πρόσφατη μετα-ανάλυση υψηλή (>95%) ευαισθησία και ειδικότητα στον εντοπισμό στενώσεων (49). Ένα επιπλέον ακόμη μειονέκτημα του υπερηχογραφήματος είναι ότι δεν προσφέρει τη δυνατότητα χαρτογράφησης των αγγείων που είναι χρήσιμη στο σχεδιασμό χειρουργικής ή μέσω διαδερμικού καθετηριασμού διόρθωσης της στένωσης (50).

Ωστόσο, το υπερηχογράφημα πλεονεκτεί σε άλλους τομείς, καθώς παρέχει συγχρόνως και πληροφορίες σχετικά με τη λειτουργικότητα της ΑΦΕ. Επίσης, είναι

μη επεμβατικό, πιο εύχρηστο απεικονιστικό μέσο καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιοδήποτε μέρος, λιγότερο δαπανηρό και δεν απαιτεί τη λήψη σκιαγραφικού, αποφεύγοντας πιθανόν αλλεργικές αντιδράσεις μετά τη χορήγησή του (51).

Επομένως, το υπερηχογράφημα θα πρέπει να χρησιμοποιείται ως αρχικό μέσο απεικόνισης της ΑΦΕ όταν υπάρχει δυσλειτουργία της αγγειακής πρόσβασης και υποψία παρουσίας στενώσεων, αλλά η πλήρη απεικόνιση του αγγειακού δικτύου θα πρέπει να γίνεται μέσω μαγνητικής ή αξονικής αγγειογραφίας (52). Αξίζει επίσης να αναφερθεί, ότι μελέτες έχουν δείξει ότι η διενέργεια υπερηχογραφήματος με σκοπό τη παρακολούθηση της λειτουργικότητας της ΑΦΕ βοηθά στη πρόιμη διάγνωση δημιουργίας σημαντικών στενώσεων (>50%), οι οποίες δεν έχουν εκδηλωθεί κλινικά (53). Επιπροσθέτως, έχει αναφερθεί ότι η αποκατάσταση αυτών των υποκλινικών στενώσεων μπορεί να μειώσει το κίνδυνο ανάπτυξης θρομβώσεων και δυσλειτουργίας της αγγειακής πρόσβασης με οικονομικά αποτελεσματικό τρόπο (54).

3.2.4. Θρόμβωση

Η ανάπτυξη θρόμβωσης στο αρτηριακό ή φλεβικό σκέλος της ΑΦΕ αποτελεί μία τις σοβαρότερες επιλοκές της αγγειακής πρόσβασης και συμβαίνει 0,1 έως 0,5 φορές ανά έτος. Η θρόμβωση μπορεί να συμβεί είτε πρώιμα αμέσως μετά τη δημιουργία της αγγειακής πρόσβασης είτε αρκετά αργότερα. Η πρόιμη θρόμβωση συνήθως συμβαίνει λόγω μειωμένης αιματικής ροή στην αρτηριακή επικοινωνία είτε λόγω στένωσης στη περιοχή της αναστόμωσης είτε λόγω ύπαρξης επικουρικής φλέβας. Η όψιμες θρομβώσεις τείνουν να οφείλονται σε στενώσεις στις φλέβες απορροής (55). Επίσης, προδιαθεσικοί παράγοντες αποτελούν ο σακχαρώδης διαβήτης, η υπόταση και καταστάσεις υπερπηκτικότητας, όπως η θρομβοφιλία (56). Στις εκδηλώσεις της θρόμβωσης περιλαμβάνονται το ιστορικό δυσκολίας κατά το καθετηριασμό, η σημαντική πτώση της αιματικής ροής (>25%) σε σχέση με την αρχική ροή καθώς και η αιματική ροή <500 ml/min.

Το υπερηχογράφημα μπορεί να συμβάλει στη διάγνωση της θρομβωμένης ΑΦΕ απεικονίζοντας την παρουσία θρόμβου ενδοαυτικά και καταγράφοντας τη χαμηλή αιματική ροή. Η παρουσία θρόμβου απεικονίζεται ως υποηχογενής ή υπερηχογενής περιοχή ενδοαυτικά και ως περιοχή ελλείμματος με τη χρήση εγχρώμου υπερηχογραφήματος (57). Μία πρόσφατη μετα-ανάλυση τυχαιοποιημένων κλινικών δοκιμών μελέτησε το όφελος παρακολούθησης της αιματικής ροής της ΑΦΕ ως μέσο επιτήρησης της λειτουργικότητάς της και ανίχνευσης και επιδιόρθωσης

πρώιμων βλαβών, π.χ. υποκλινικών στενώσεων. Η μελέτη έδειξε ότι οι αιμοκαθαιρόμενοι ασθενείς που υποβάλλονταν σε υπερηχογραφική μέτρηση αιματικής ροής ως μέτρο παρακολούθησης σε σχέση με τους ασθενείς που η επιτήρηση της λειτουργικότητας γινόταν με άλλες μεθόδους π.χ. στατική φλεβική πίεση αιμοκάθαρσης (static dialysis venous pressure), εμφάνιζαν μικρότερο κίνδυνο [pooled Risk Ratio: 0.562 (95% CI, 0.346–0.915; P=.02)] ανάπτυξης θρόμβωσης της ΑΦΕ, λόγω πιο έγκαιρης ανίχνευσης και διόρθωσης των επιπλοκών, πριν τη δημιουργία θρόμβωσης (58).

3.2.5. Λοίμωξη

Η εμφάνιση λοίμωξης στην αρτηριοφλεβική επικοινωνία αποτελεί ένα μείζων πρόβλημα, οδηγώντας σε αύξηση των νοσηλειών των αιμοκαθαιρόμενων ασθενών καθώς και σε αύξηση της θνησιμότητας (59). Ο παθογενετικός μηχανισμός πρόκλησης των λοιμώξεων είναι πολυπαραγοντικός, περιλαμβάνοντας παράγοντες που σχετίζονται με τον ασθενή και παράγοντες σχετιζόμενους με τη τεχνική του καθετηριασμού (cannulation). Οι αιμοκαθαιρόμενοι ασθενείς έχουν συνήθως αρκετές συνοσηρότητες και είναι συχνά ανοσοκατεσταλμένοι. Επίσης, οι λοιμώξεις σχετιζόμενες με την ΑΦΕ συχνά συνδέονται με διαταραχή του φλεβικού τοιχώματος λόγω ανάπτυξης ανευρύσματος/ψευδοανευρύσματος και τη δημιουργία αιματώματος. Επιπλέον, η τεχνική button-hole cannulation έχει συσχετισθεί με αυξημένη επίπτωση ανάπτυξης λοιμώξεων της αγγειακής πρόσβασης (60), ενώ τα μικρόβια *Staphylococcus aureus* και *S. epidermis* φαίνεται να είναι υπεύθυνα για το 70% με 90% των λοιμώξεων (61).

Η λοίμωξη της ΑΦΕ απαιτεί έγκαιρη διάγνωση και διαχείριση για τη πρόληψη σοβαρών επιπλοκών. Η κλινική εικόνα κυμαίνεται από ανάπτυξη ήπιας κυτταρίτιδας στο σημείο του καθετηριασμού έως σηπτική καταπληξία.

Η φυσική εξέταση και εργαστηριακές εξετάσεις αρκούν συνήθως για τη διάγνωση της νόσου. Ωστόσο, επιπρόσθετος απεικονιστικός έλεγχος μπορεί να συμβάλει στην επιβεβαίωση της διάγνωσης και στον προσδιορισμό της έκτασης της βλάβης στην ΑΦΕ. Αναλυτικότερα, το υπερηχογράφημα Doppler μπορεί να αξιολογήσει τη λειτουργικότητα της αγγειακής πρόσβασης, να εντοπίσει τη δημιουργία ανευρύσματος/ψευδοανευρύσματος και τη παρουσία υγρικής συλλογής περιαγγειακά, καθώς και να καταγράψει ακριβώς την έκταση της φλεγμονής (16, 62). Ωστόσο, το υπερηχογράφημα δε μπορεί να διαφοροποιήσει το είδος του υγρού στη

περιαγγειακή συλλογή, δηλαδή εάν πρόκειται για αιμάτωμα, κυστικό ύγρωμα ή απόστημα (43).

3.2.6. Αρτηριοφλεβική επικοινωνία με αυξημένο ρυθμό ροής

Ο αυξημένος ρυθμός ροής μέσω της αγγειακής πρόσβασης μπορεί να οδηγήσει στην ανάπτυξη σοβαρών επιπλοκών, όπως ανάπτυξη καρδιακής ανεπάρκειας υψηλής παροχής, πνευμονική υπέρταση, δημιουργία ανευρύσματος και ισχαιμίας στο άκρο. Δεν έχει καθοριστεί ακριβής ορισμός για την αυξημένη ροή της αγγειακής πρόσβασης, αλλά έχει προταθεί ως ο ρυθμός αιματικής ροής 1-1,5 L/min ή η αιματική ροή που είναι μεγαλύτερη από το 20% της καρδιακής παροχής (63). Ακόμη έχει αναφερθεί ότι ρυθμός ροής μεγαλύτερος από 2 L/min έχει συσχετισθεί με ανάπτυξη καρδιακής παροχής υψηλής παροχής με ευαισθησία 89% και ειδικότητα 99% (64). Στους ασθενείς με αυξημένη παροχή ροής συστήνεται προφυλακτική διαχείριση για αποτροπή ανάπτυξη επιπλοκών καθώς και στενή παρακολούθηση της αιματικής παροχής της αγγειακής πρόσβασης και υπολογισμός του λόγου ρυθμός αιματικής ροής/ καρδιακή παροχή (65). Το υπερηχογράφημα αποτελεί ένα αξιόπιστο και εύχρηστο μέσο παρακολούθησης αυτών των ασθενών.

Κεφάλαιο 4. Συμπεράσματα

Η ΑΦΕ αποτελεί την αγγειακή πρόσβαση επιλογής, καθώς έχει μεγαλύτερη επιβίωση και έχει συσχετισθεί με ανάπτυξη λιγότερων επιπλοκών, προσφέροντας με αυτό τον τρόπο καλύτερη ποιότητα ζωής και μεγαλύτερο προσδόκιμο επιβίωσης στους ασθενείς.

Το υπερηχογράφημα προσφέρει τη δυνατότητα αξιόπιστης παρακολούθησης της λειτουργικότητας της ΑΦΕ μέσω της μέτρησης της αιματικής ροής. Επιπλέον, δύναται να διερευνά ταυτόχρονα πιθανές αιτίες δυσλειτουργίας της αγγειακής πρόσβασης, διευκολύνοντας την έγκαιρη διάγνωση. Επίσης, συμβάλλει στο σχεδιασμό της θεραπείας, παρατείνοντας την επιβίωση της ΑΦΕ και κατά συνέπεια και του ασθενούς.

Κεφάλαιο 5. Σύνοψη μεταπτυχιακής εργασίας

Περίληψη

Εισαγωγή: Η αρτηριοφλεβική επικοινωνία (arteriovenous fistula) είναι ο συχνότερος τύπος αγγειακής πρόσβασης στους αιμοκαθαιρόμενους ασθενείς, καθώς έχουν μακρύτερη επιβίωση και λιγότερες επιπλοκές. Το υπερηχογράφημα εφαρμόζεται τα τελευταία έτη όλο και συχνότερα ως μέσο για τη παρακολούθηση της λειτουργίας και τη πρόωμη ανίχνευση επιπλοκών της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας.

Μεθοδολογία: Πραγματοποιήθηκε διεξοδική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας χρησιμοποιώντας τη PubMed ως μηχανή αναζήτησης για τον εντοπισμό άρθρων σχετικά με τη χρήση του υπερηχογραφήματος στη παρακολούθηση της λειτουργίας της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας. Η αναζήτηση πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας την ακόλουθη σειρά: (“ultrasonography” ή “ultrasound”) και (“arteriovenous fistula” ή “vascular access”) και (“function” ή “complications”). Μόνο άρθρα στην αγγλική γλώσσα ανασκοπήθηκαν.

Αποτελέσματα: Το υπερηχογράφημα μέσω των λειτουργιών B Mode και Doppler μπορεί να μετρήσει αξιόπιστα την κυκλοφορία της αιματικής παροχής της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας, συμβάλλοντας τόσο στην αξιολόγηση της ωρίμανσής της όσο και την επιτήρηση της ομαλής λειτουργίας. Επιπλέον, μπορεί να συμβάλει στη διάγνωση υποκλινικών στενώσεων, θρομβώσεων, συνδρόμου υποκλοπής, ανευρυσμάτων, ψευδοανευρυσμάτων και αγγειακής προσπέλασης υψηλής παροχής, καθώς και στη διερεύνηση της αιτιοπαθογένειας των παραπάνω επιπλοκών.

Συμπεράσματα: Η χρήση του υπερηχογραφήματος προσφέρει ένα αξιόπιστο μέσο παρακολούθησης της λειτουργίας της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας και ταυτόχρονα προσφέρει τη δυνατότητα διερεύνησης των αιτιών δυσλειτουργίας της.

Λέξεις- Κλειδιά: αρτηριοφλεβική επικοινωνία, υπερηχογράφημα, παρακολούθηση, επιπλοκές, αγγειακή πρόσβαση

Abstract

Introduction: Arteriovenous fistula is the most common type of vascular access in hemodialysis patients, as it has longer survival and has been associated with fewer complications. In recent years, color Doppler ultrasound is increasingly used to monitor function and early detection of arteriovenous fistula complications.

Methods: A thorough review of the literature was performed using PubMed to identify articles about application of ultrasonography in monitoring of functional arteriovenous fistula in hemodialysis. The search was performing using the search string: (“ultrasonography” or “ultrasound”) AND (“arteriovenous fistula” or “vascular access”) AND (“function” or “complications”). Only articles in English were reviewed.

Results: Ultrasound through B-Mode and Doppler functions may reliably measure the circulation of the blood supply of arteriovenous fistula, contributing to both the evaluation of maturation and surveillance of function. In addition, ultrasound may contribute to diagnosis of subclinical stenoses, thrombosis, steal syndrome, aneurysms, pseudoaneurysms and development high flow vascular access. Furthermore, ultrasonography may help to investigation of the etiology of above complications.

Conclusions: The use of ultrasonography provides a reliable way of monitoring the function of arteriovenous fistula and may simultaneously investigate the causes of its dysfunction.

Key words: arteriovenous fistula, ultrasonography, follow-up, complications, vascular access

Βιβλιογραφία

1. Remuzzi G, Hill NR, Fatoba ST, Oke JL, Hirst JA, O'Callaghan CA, et al. Global Prevalence of Chronic Kidney Disease – A Systematic Review and Meta-Analysis. *PloS one*. 2016;11(7):e0158765.
2. Saran R, Robinson B, Abbott KC, Agodoa LYC, Bragg-Gresham J, Balkrishnan R, et al. US Renal Data System 2018 Annual Data Report: Epidemiology of Kidney Disease in the United States. *American Journal of Kidney Diseases*. 2019;73(3):A7-A8.
3. Almasri J, Alsawas M, Mainou M, Mustafa RA, Wang Z, Woo K, et al. Outcomes of vascular access for hemodialysis: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Vascular Surgery*. 2016;64(1):236-43.
4. Bream P. Update on Insertion and Complications of Central Venous Catheters for Hemodialysis. *Seminars in Interventional Radiology*. 2016;33(01):031-8.
5. Tazza L, Galli F, Mandolfo S, Forneris G, Di Dio M, Palumbo R, et al. Indications for Vascular Grafts as Hemodialysis Access: Consensus from Experience in Italy. *The journal of vascular access*. 2012;13(3):279-85.
6. Wong V, Ward R, Taylor J, Selvakumar S, How TV, Bakran A. Factors associated with early failure of arteriovenous fistulae for haemodialysis access. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 1996;12(2):207-13.
7. Schmidli J, Widmer MK, Basile C, de Donato G, Gallieni M, Gibbons CP, et al. Editor's Choice – Vascular Access: 2018 Clinical Practice Guidelines of the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2018;55(6):757-818.
8. Konner K, Hulbert-Shearon TE, Roys EC, Port FK. Tailoring the initial vascular access for dialysis patients. *Kidney International*. 2002;62(1):329-38.
9. Allon M, Lockhart ME, Lilly RZ, Gallichio MH, Young CJ, Barker J, et al. Effect of preoperative sonographic mapping on vascular access outcomes in hemodialysis patients. *Kidney International*. 2001;60(5):2013-20.
10. MacRae JM, Oliver M, Clark E, Dipchand C, Hiremath S, Kappel J, et al. Arteriovenous Vascular Access Selection and Evaluation. *Canadian Journal of Kidney Health and Disease*. 2016;3:205435811666912.
11. Riella MC, Roy-Chaudhury P. Vascular access in haemodialysis: strengthening the Achilles' heel. *Nature Reviews Nephrology*. 2013;9(6):348-57.
12. Oliver MJ. The Science of Fistula Maturation. *Journal of the American Society of Nephrology*. 2018;29(11):2607-9.
13. Robbin ML, Chamberlain NE, Lockhart ME, Gallichio MH, Young CJ, Deierhoi MH, et al. Hemodialysis Arteriovenous Fistula Maturity: US Evaluation. *Radiology*. 2002;225(1):59-64.
14. Clinical Practice Guidelines for Vascular Access. *American Journal of Kidney Diseases*. 2006;48:S248-S73.
15. Rayner HC, Pisoni RL, Gillespie BW, Goodkin DA, Akiba T, Akizawa T, et al. Creation, cannulation and survival of arteriovenous fistulae: Data from the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study. *Kidney International*. 2003;63(1):323-30.
16. Padberg FT, Calligaro KD, Sidawy AN. Complications of arteriovenous hemodialysis access: Recognition and management. *Journal of Vascular Surgery*. 2008;48(5):S55-S80.
17. Alzahrani N, Aljuaid M, Alshehri A, Alkhaldi L, Alosaimi F, Aljuaid N, et al. Complications of arteriovenous fistula in dialysis patients: Incidence and risk factors in Taif city, KSA. *Journal of Family Medicine and Primary Care*. 2020;9(1):407.
18. Zamboli P, Fiorini F, D'Amelio A, Fatuzzo P, Granata A. Color Doppler ultrasound and arteriovenous fistulas for hemodialysis. *Journal of Ultrasound*. 2014;17(4):253-63.

19. Kim YO, Yang CW, Yoon SA, Chun KA, Kim NI, Park JS, et al. Access Blood Flow as a Predictor of Early Failures of Native Arteriovenous Fistulas in Hemodialysis Patients. *American Journal of Nephrology*. 2001;21(3):221-5.
20. Krivitski NM, MacGibbon D, Gleed RD, Dobson A. Accuracy of dilution techniques for access flow measurement during hemodialysis. *American Journal of Kidney Diseases*. 1998;31(3):502-8.
21. Davidson I, Chan D, Dolmatch B, Hasan M, Nichols D, Saxena R, et al. Duplex ultrasound evaluation for dialysis access selection and maintenance: a practical guide. *The journal of vascular access*. 2008;9(1):1-9.
22. Wiese P, Nonnast-Daniel B. Colour Doppler ultrasound in dialysis access. *Nephrology Dialysis Transplantation*. 2004;19(8):1956-63.
23. Beathard GA, Lok CE, Glickman MH, Al-Jaishi AA, Bednarski D, Cull DL, et al. Definitions and End Points for Interventional Studies for Arteriovenous Dialysis Access. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*. 2018;13(3):501-12.
24. Zamboli P, Calabria M, Camocardi A, Fiorini F, D'Amelio A, Lo Dico C, et al. [Color-Doppler imaging and arteriovenous fistula: preoperative evaluation and surveillance]. *Giornale italiano di nefrologia : organo ufficiale della Societa italiana di nefrologia*. 2012;29 Suppl 57:S36-46.
25. Lomonte C, Casucci F, Antonelli M, Giammaria B, Losurdo N, Marchio G, et al. Is There a Place for Duplex Screening of the Brachial Artery in the Maturation of Arteriovenous Fistulas? *Seminars in Dialysis*. 2005;18(3):243-6.
26. Aragoncillo I, Amézquita Y, Caldés S, Abad S, Vega A, Cirugeda A, et al. The Impact of Access Blood Flow Surveillance on Reduction of Thrombosis in Native Arteriovenous Fistula: A Randomized Clinical Trial. *The journal of vascular access*. 2015;17(1):13-9.
27. Ren C, Chen J, Wang Y, Huang B, Lu W, Cao Y, et al. Application of ultrasonography in monitoring the complications of autologous arteriovenous fistula in hemodialysis patients. *Medicine*. 2018;97(44):e12994.
28. Wo K, Morrison BJ, Harada RN. Developing Duplex Ultrasound Criteria for Diagnosis of Arteriovenous Fistula Stenosis. *Annals of Vascular Surgery*. 2017;38:99-104.
29. Tordoir JHM, Dammers R, van der Sande FM. Upper Extremity Ischemia and Hemodialysis Vascular Access. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2004;27(1):1-5.
30. Suding PN, Wilson SE. Strategies for Management of Ischemic Steal Syndrome. *Seminars in Vascular Surgery*. 2007;20(3):184-8.
31. Morsy AH, Kulbaski M, Chen C, Isiklar H, Lumsden AB. Incidence and Characteristics of Patients with Hand Ischemia after a Hemodialysis Access Procedure. *Journal of Surgical Research*. 1998;74(1):8-10.
32. Zamani P, Kaufman J, Kinlay S. Ischemic steal syndrome following arm arteriovenous fistula for hemodialysis. *Vascular Medicine*. 2009;14(4):371-6.
33. Mickley V. Steal syndrome strategies to preserve vascular access and extremity. *Nephrology Dialysis Transplantation*. 2007;23(1):19-24.
34. Malik J, Slavikova M, Maskova J. Dialysis access-associated steal syndrome: the role of ultrasonography. *Journal of nephrology*. 2003;16(6):903-7.
35. Balaz P, Björck M. True aneurysm in autologous hemodialysis fistulae: definitions, classification and indications for treatment. *The journal of vascular access*. 2015;16(6):446-53.
36. Inston N, Mistry H, Gilbert J, Kingsmore D, Raza Z, Tozzi M, et al. Aneurysms in Vascular Access: State of the Art and Future Developments. *The journal of vascular access*. 2017;18(6):464-72.
37. Rajput A, Rajan DK, Simons ME, Sniderman KW, Jaskolka JD, Beecroft JR, et al. Venous Aneurysms in Autogenous Hemodialysis Fistulas: Is There an Association with Venous Outflow Stenosis? *The journal of vascular access*. 2012;14(2):126-30.

38. Valenti D, Mistry H, Stephenson M. A Novel Classification System for Autogenous Arteriovenous Fistula Aneurysms in Renal Access Patients. *Vascular and Endovascular Surgery*. 2014;48(7-8):491-6.
39. Kordzadeh A, Barbara RMDE, Ahmad AS, Hanif MA, Panayiotopoulos YP. Donor Artery Aneurysm Formation following the Ligation of Haemodialysis Arteriovenous Fistula: A Systematic Review and Case Reports. *The journal of vascular access*. 2014;16(1):5-12.
40. Mudoni A, Cornacchiari M, Gallieni M, Guastoni C, McGrogan D, Logias F, et al. Aneurysms and pseudoaneurysms in dialysis access. *Clinical Kidney Journal*. 2015;8(4):363-7.
41. Bernstein EF, Chan EL. Abdominal Aortic Aneurysm in High-risk Patients. *Annals of surgery*. 1984;200(3):255-63.
42. Watson KR, Gallagher M, Ross R, Severn A, Nagy J, Cochrane L, et al. The aneurysmal arteriovenous fistula – morphological study and assessment of clinical implications. A pilot study. *Vascular*. 2014;23(5):498-503.
43. Lok CE, Huber TS, Lee T, Shenoy S, Yevzlin AS, Abreo K, et al. KDOQI Clinical Practice Guideline for Vascular Access: 2019 Update. *American Journal of Kidney Diseases*. 2020;75(4):S1-S164.
44. Roy-Chaudhury P, Spergel LM, Besarab A, Asif A, Ravani P. Biology of arteriovenous fistula failure. *Journal of nephrology*. 2007;20(2):150-63.
45. Sterpetti AV, Cucina A, Santoro L, Cardillo B, Cavallaro A. Modulation of arterial smooth muscle cell growth by haemodynamic forces. *European Journal of Vascular Surgery*. 1992;6(1):16-20.
46. MacRae JM, Dipchand C, Oliver M, Moist L, Lok C, Clark E, et al. Arteriovenous Access Failure, Stenosis, and Thrombosis. *Canadian Journal of Kidney Health and Disease*. 2016;3:205435811666912.
47. Tessitore N, Bedogna V, Melilli E, Millardi D, Mansueto G, Lipari G, et al. In Search of an Optimal Bedside Screening Program for Arteriovenous Fistula Stenosis. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*. 2011;6(4):819-26.
48. Malik J, Tuka V, Kasalova Z, Chytilova E, Slavikova M, Clagett P, et al. Understanding the Dialysis access Steal Syndrome. A Review of the Etiologies, Diagnosis, Prevention and Treatment Strategies. *The journal of vascular access*. 2018;9(3):155-66.
49. Benigni A, Li B, Li Q, Chen C, Guan Y, Liu S. Diagnostic Accuracy of Computer Tomography Angiography and Magnetic Resonance Angiography in the Stenosis Detection of Autologous Hemodialysis Access: A Meta-Analysis. *PloS one*. 2013;8(10):e78409.
50. Pietryga JA, Little MD, Robbin ML. Sonography of Arteriovenous Fistulas and Grafts. *Seminars in Dialysis*. 2017;30(4):309-18.
51. Moghazy KM. Value of color Doppler sonography in the assessment of hemodialysis access dysfunction. *Saudi journal of kidney diseases and transplantation : an official publication of the Saudi Center for Organ Transplantation, Saudi Arabia*. 2009;20(1):35-43.
52. Doelman C, Duijm LEM, Liem YS, Froger CL, Tielbeek AV, Donkers-van Rossum AB, 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. *Journal of Vascular Surgery*. 2005;42(4):739-46.
53. Grogan J, Castilla M, Lozanski L, Griffin A, Loth F, Bassiouny H. Frequency of critical stenosis in primary arteriovenous fistulae before hemodialysis access: Should duplex ultrasound surveillance be the standard of care? *Journal of Vascular Surgery*. 2005;41(6):1000-6.
54. Tessitore N, Bedogna V, Verlato G, Poli A. Clinical Access Assessment. *The journal of vascular access*. 2014;15(7_suppl):20-7.
55. Shah A, Ansari N, Hamadeh Z. Cardiac Arrest Secondary to Bilateral Pulmonary Emboli following Arteriovenous Fistula Thrombectomy: A Case Report with Review of the Literature. *Case Reports in Nephrology*. 2012;2012:1-6.

56. Salmela B, Hartman J, Peltonen S, Albäck A, Lassila R. Thrombophilia and Arteriovenous Fistula Survival in ESRD. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*. 2013;8(6):962-8.
57. Quencer KB, Oklu R. Hemodialysis access thrombosis. *Cardiovascular Diagnosis and Therapy*. 2017;7(S3):S299-S308.
58. Hwang SD, Lee JH, Lee SW, Kim Jk, Kim M-J, Song JH. Comparison of ultrasound scan blood flow measurement versus other forms of surveillance in the thrombosis rate of hemodialysis access. *Medicine*. 2018;97(30):e11194.
59. Collins AJ, Foley RN, Herzog C, Chavers B, Gilbertson D, Herzog C, et al. US Renal Data System 2012 Annual Data Report. *American Journal of Kidney Diseases*. 2013;61(1):A7.
60. Grudzinski A, Mendelssohn D, Pierratos A, Nesrallah G. A Systematic Review of Buttonhole Cannulation Practices and Outcomes. *Seminars in Dialysis*. 2013;26(4):465-75.
61. Lafrance J-P, Rahme E, Leloirier J, Iqbal S. Vascular Access–Related Infections: Definitions, Incidence Rates, and Risk Factors. *American Journal of Kidney Diseases*. 2008;52(5):982-93.
62. Legout L, D’Elia PV, Sarraz-Bournet B, Haulon S, Meybeck A, Senneville E, et al. Diagnosis and management of prosthetic vascular graft infections. *Médecine et Maladies Infectieuses*. 2012;42(3):102-9.
63. Sequeira A, Tan T-W. Complications of a High-flow Access and Its Management. *Seminars in Dialysis*. 2015;28(5):533-43.
64. Basile C, Lomonte C, Vernaglione L, Casucci F, Antonelli M, Losurdo N. The relationship between the flow of arteriovenous fistula and cardiac output in haemodialysis patients. *Nephrology Dialysis Transplantation*. 2007;23(1):282-7.
65. Kanno T, Kamijo Y, Hashimoto K, Kanno Y. Outcomes of Blood Flow Suppression Methods of Treating High Flow Access in Hemodialysis Patients with Arteriovenous Fistula. *The journal of vascular access*. 2015;16(10_suppl):S28-S33.