



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



Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

*" Υπερηχογραφική προσέγγιση οξείας ισχαιμίας κάτω άκρων
(έμμεσα και άμεσα υπερηχογραφικά κριτήρια για την
διαφορική διάγνωση εμβολής και οξείας θρόμβωσης "*

υπό

ΠΛΑΚΑ Ε. ΓΕΩΡΓΙΟΥ

Ειδικευόμενου Αγγειοχειρουργικής 401 ΓΣΝΑ

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:

Ανδρέας Λάζαρης, Αγγειοχειρουργός, Αναπληρωτής Καθηγητής Ιατρικής Σχολής, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αγγειοχειρουργική Κλινική, ΠΓΝ «Αττικών»

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:

1) Ανδρέας Λάζαρης, Αγγειοχειρουργός, Αναπληρωτής Καθηγητής Ιατρικής Σχολής, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αγγειοχειρουργική Κλινική, ΠΓΝ «Αττικών»

2) Κάρκος Χρήστος, Αγγειοχειρουργός, Αναπληρωτής Καθηγητής Ιατρικής Σχολής Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης\

3) Κακίσης Ιωάννης, Αγγειοχειρουργός, Καθηγητής Ιατρικής Σχολής, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Τίτλος εργασίας στα αγγλικά:

Arterial Duplex scanning in acute limb ischaemia(direct and indirect ultrasonographic findings aiding in the differential diagnosis of embolic or thrombotic limb ischaemia)

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του Μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών που μας μύησαν στις βασικές αρχές του υπερήχου και στη χρήση αυτού στην έγκαιρη διάγνωση των αγγειακών παθήσεων. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον φίλο και συνάδελφο Φονταλή Ανδρέα , MD MSc MRCS , NIHR Academic Clinical Fellow (Trauma and Orthopaedics) ,Department of Oncology and Metabolism, University of Sheffield για όλες τις συμβουλές και την καθοδήγηση καθ' όλη την διάρκεια της συγγραφής αυτής της διπλωματικής εργασίας καθώς επίσης και τον Αναπληρωτή Καθηγητή της Ιατρικής Σχολής Αθηνών κ. Λάζαρη Ανδρέα για τις εύστοχες παρατηρήσεις και διορθώσεις κατά την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας.

Γεώργιος Ε. Πλάκας

Περίληψη

Εισαγωγή: Η οξεία ισχαιμία κάτω άκρου αποτελεί μια επείγουσα κατάσταση στην αγγειοχειρουργική. Η επίπτωση της στον γενικό πληθυσμό κυμαίνεται από 7-17 νέες περιπτώσεις ανά 100.000 κατοίκους, ενώ συναντάται στο 10-16% των νοσηλευόμενων ασθενών με αγγειακή νόσο. Επιπλέον αποτελεί μια νοσολογική οντότητα, η οποία συνδέεται με υψηλή νοσηρότητα και θνητότητα.

Σκοπός: Σκοπός αυτής της εργασίας είναι να ερευνήσει τη συμβολή της υπερηχογραφίας στην έγκαιρη διάγνωση της οξείας ισχαιμίας κάτω άκρου, και πιο συγκεκριμένα, στη διαφορική διάγνωση μεταξύ εμβολής και οξείας θρόμβωσης, ώστε να εφαρμοστεί όσο το δυνατόν ταχύτερα η κατάλληλη θεραπεία ή αν δεν υπάρχει η δυνατότητα τοπικής παροχής αυτής, να οργανωθεί η διακομιδή του ασθενούς σε εξειδικευμένο κέντρο.

Μέθοδος: Πραγματοποιήθηκε μια ανασκόπηση της βιβλιογραφίας σε βάθος 30ετίας, η οποία περιελάμβανε έντυπες αλλά και ηλεκτρονικές πηγές συλλογής πληροφοριών. Τα άρθρα, που πιθανώς εξυπηρετούσαν τον σκοπό της έρευνας, ανακτήθηκαν πλήρως, μελετήθηκαν και συλλέχθηκαν πληροφορίες ανταποκρινόμενες σε προκαθορισμένες μεταβλητές. Οι πληροφορίες συλλέχθηκαν σύμφωνα με τα κριτήρια PICOS.

Αποτελέσματα: Μετά την ολοκλήρωση της βιβλιογραφικής ανασκόπησης μόνο 30 άρθρα και 1 έντυπο σύγγραμμα, περιείχαν σχετικές πληροφορίες. Τρία άρθρα τόνιζαν τη σημασία της απεικόνισης του αρτηριακού τοιχώματος για πιθανή ύπαρξη αθηρωματικής νόσου ή ανευρυσματικής διάτασης καθώς επίσης και της μορφολογίας και σύστασης του θρόμβου. Επτά δημοσιεύσεις έδιναν έμφαση στον έλεγχο του κεντρικότερου αρτηριακού δικτύου για πιθανό εντοπισμό

ανευρυσματικού σάκου με θρόμβο εντός αυτού , παράπλευρου δικτύου ή ιδιαίτερου σήματος Doppler (προαποφρακτικός γδούπος ή water hummer pulse). Σημαντικό κρίνεται σύμφωνα με 2 εργασίες να ελέγχεται και το ετερόπλευρο σκέλος για εντοπισμό αθηρωματικών αλλοιώσεων , ενώ στην πιο πρόσφατη προοπτική μελέτη που πραγματοποιήθηκε το 2013 μετρήθηκε η διάμετρος της αρτηρίας στο σημείο της απόφραξης (Δαποφ) και στο αντίστοιχο ύψος στο αντίθετο σκέλος (Δφυς) και υπολογίστηκε η απόλυτη διαφορά $|\Delta|$ καθώς επίσης και το ποσοστό της μεταβολής των 2 διαμέτρων $\Delta\%$. Σύμφωνα με αυτή, $|\Delta| > 0,4 \text{ cm}$ και $\Delta \% > 1,14\%$ είναι ενδεικτικά εμβολής.

Σύνοψη: Συνοψίζοντας μπορούμε να πούμε ότι υπάρχουν άμεσα και έμμεσα υπερηχογραφικά κριτήρια για την διαφορική διάγνωση εμβολής και οξείας αρτηριακής θρόμβωσης κάτω άκρου.

Λέξεις- Κλειδιά: οξεία ισχαιμία κάτω άκρου, οξεία αρτηριακή θρόμβωση, εμβολή κάτω άκρου, περιφερική αρτηριακή νόσος, αγγειακός υπέρηχος, διάγνωση, διαφορική διάγνωση

Abstract

Background : Acute limb ischaemia (ALI) is an urgent situation that requires emergency treatment by a vascular surgeon. Its incidence is 7-17 new cases per 100.00 inhabitants .Moreover it can be found in 10-16% of in-hospital patients for a vascular disease and it is related with significant morbidity and mortality.

Purpose: The aim of this study is to investigate whether duplex scanning (DUS) can contribute to the differential diagnosis of embolic from thrombotic acute lower limb arterial occlusion.

Methods: A review of the literature was conducted and included radiology textbooks as well as medical literature electronic databases.

Results: Thirty studies and 1 textbook satisfied inclusion criteria. According to 3 articles it is of great importance to examine the arterial wall, at the site of occlusion, as well as the morphology and the composition of the thrombus. Seven papers pointed out that the DUS operator should scan not only the occluded segment but also the proximal artery. Any aneurysm with thrombus, collateral arterial flow or water hammer pulse must be recorded. Furthermore 2 articles suggested that the contralateral limb should be examined in order to locate any signs of peripheral arterial disease. In a recent prospective study, that took place in Cairo in 2013, the researchers measured the diameter at the occluded site (D_o) and the corresponding contralateral healthy side (D_c). With these values, they calculated the absolute difference $|D|$ and the percent change $D\%$ between the two diameters. A value of $|D| > 0,4$ cm and $D\% > 1,14\%$ is indicative of emboli.

Conclusion: There are direct and indirect ultrasonographic findings aiding to differentiate embolic from thrombotic limb ischaemia.

Key words: acute limb ischaemia, acute arterial thrombosis, embolic limb ischaemia, peripheral arterial disease, ultrasound, duplex, diagnosis, differential diagnosis.

Πίνακας Περιεχομένων

Κεφάλαιο 1- Εισαγωγή

Κεφάλαιο 2 -Μεθοδολογία

2.1- Στρατηγική αναζήτησης

2.2 -Επιλογή ερευνών και συλλογή δεδομένων

2.3 -Κριτήρια επιλογής ερευνών

Κεφάλαιο 3 -Αποτελέσματα

3.1 -Άμεσα υπερηχογραφικά ευρήματα

3.2 -Έμμεσα υπερηχογραφικά ευρήματα

Κεφάλαιο 4 -Συζήτηση

Κεφάλαιο 5 -Σύνοψη

Βιβλιογραφία

Εισαγωγή

Ως οξεία ισχαιμία άκρου ορίζεται η ξαφνική απόφραξη του αρτηριακού αυλού με κριτική μείωση της αιματικής ροής του περιφερικού αγγειακού δικτύου , η οποία συχνά απειλεί την βιωσιμότητα του μέλους και προκαλεί νέα ή επιδεινώνει υπάρχοντα σημεία και συμπτώματα. Η οξεία ισχαιμία χαρακτηρίζεται από ύπαρξη συμπτωμάτων έως 4 εβδομάδες, ενώ συμπτωματολογία για περισσότερο από 1 μήνα χαρακτηρίζει την χρόνια ισχαιμία. Το 15% των περιστατικών εντοπίζονται στα άνω άκρα, ενώ το 85% στα κάτω.(1,2)

Η οξεία αρτηριακή απόφραξη στην πλειοψηφία των περιπτώσεων προκύπτει από ένα θρομβοεμβολικό γεγονός. Πιο συγκεκριμένα, οφείλεται σε οξεία θρόμβωση μιας προϋπάρχουσας στενωτικής βλάβης στο 60-85% των περιπτώσεων ή σε εμβολή στο 15-30%.(2-4) Η οξεία θρόμβωση είναι αποτέλεσμα οξείας ρήξης μιας αθηρωματικής πλάκας, υπογκαιμίας ή καρδιακής ανεπάρκειας. Όσον αφορά τα έμβολα, το 80% αυτών προέρχεται από τον αριστερό κόλπο, εξαιτίας ύπαρξης κολπικής μαρμαρυγής. Μπορούν όμως να ξεκινούν από την αριστερή κοιλία , τις καρδιακές βαλβίδες, από προσθετικά μοσχεύματα, που χρησιμοποιήθηκαν στο παρελθόν σε κάποια παρακαμπτήριο επέμβαση, από έναν ανευρυσματικό σάκο, από το περιφερικό φλεβικό δίκτυο και μέσω ύπαρξης ανοιχτού ωοειδούς τρήματος να προκαλούν παράδοση εμβολή ή τέλος να είναι άγνωστη η προέλευσή τους (15%) (3,4) . Άλλα σπανιότερα αίτια οξείας αρτηριακής απόφραξης αποτελούν ο διαχωρισμός της αορτής και το τραύμα.

Η ιστική ισχαιμία που προκαλείται από την οξεία αρτηριακή απόφραξη είναι ένα δραματικό γεγονός. Οι καταστροφικές επιπτώσεις της αρτηριακής ανεπάρκειας είναι συνέπεια δυο φαινομένων α) της ιστικής ισχαιμίας και β) της επαναιμάτωσης. Η ιστική ισχαιμία συμβαίνει όταν δημιουργείται μια ανισορροπία μεταξύ της αιματικής παροχής και της ανάγκης των ιστών σε οξυγόνο. Αυτή η ισορροπία επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες. Πρώτον ο βαθμός ανοχής των ιστών στην ισχαιμία είναι διαφορετικός. Για παράδειγμα τα εγκεφαλικά κύτταρα παρουσιάζουν μη αναστρέψιμες βλάβες μετά από 4-6 λεπτά πλήρους ισχαιμίας, τα περιφερικά νευρά εμφανίζουν λειτουργικό έλλειμμα μετά από 3 ώρες ισχαιμίας, ενώ τα μυϊκά κύτταρα είναι σχετικά πιο ανθεκτικά,

παρουσιάζοντας ιστολογικές μεταβολές μετά από 4-6 ώρες ισχαιμίας. Δεύτερον, ακόμη και σε ίδιους ιστούς, η θερμοκρασία και η μεταβολική δραστηριότητα των ιστών καθορίζουν την αντοχή τους σε καταστάσεις μειωμένης αιματικής παροχής. Τρίτον, ο χρόνος στον οποίο αναπτύσσεται η αρτηριακή απόφραξη μπορεί να επιτρέψει την δημιουργία παράπλευρου δικτύου, το οποίο θα συνεχίσει να αιματώνει τους ιστούς ακόμη και όταν το κυρίως αρτηριακό στέλεχος είναι αποφραγμένο. Επιπλέον υπάρχουν στοιχεία που αποδεικνύουν ότι οι χρονίως ισχαιμούντες ιστοί είναι πιο ανθεκτικοί στην πλήρη ισχαιμία από τους αντίστοιχους με φυσιολογική αιμάτωση.(5) Από την άλλη πλευρά η επαναιμάτωση, όταν πραγματοποιείται σε ακατάλληλη στιγμή ή ακατάλληλο ασθενή μπορεί να αποβεί μοιραία. Μετά την αποκατάσταση της κυκλοφορίας οξυγονωμένο αίμα φτάνει στην ισχαιμική περιοχή με ροή πολύ μεγαλύτερη από την φυσιολογική, εξαιτίας της οφειλόμενης στην ισχαιμία, αγγειοδιαστολής. Το σύμπλεγμα του συμπληρώματος ενεργοποιείται και μόρια προσκόλλησης εκφράζονται στην επιφάνεια των ενδοθηλιακών κυττάρων, επιστρατεύοντας ουδετερόφιλα. Με την παρουσία πλέον οξυγόνου τα ουδετερόφιλα παράγουν ρίζες οξυγόνου που προκαλούν οξειδωτική καταστροφή των λιπιδίων των μεμβρανών και ιστική βλάβη. Η οντότητα αυτή είναι γνωστή ως σύνδρομο επαναιμάτωσης και έχει τοπικές και συστηματικές επιπτώσεις. Τοπικά μπορεί να προκαλέσει σύνδρομο μυϊκού διαμερίσματος ενώ η απελευθέρωση προϊόντων καταβολισμού των κατεστραμμένων κυττάρων στη συστηματική κυκλοφορία προκαλεί οξείδωση και υπερκαλιαιμία (5).

Η οξεία ισχαιμία κάτω άκρου αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα επείγοντα περιστατικά της αγγειοχειρουργικής. Η επίπτωση της στον γενικό πληθυσμό δεν έχει προσδιοριστεί επακριβώς, αλλά κυμαίνεται από 7-17 νέα περιστατικά ανά 100.000 κατοίκους, ενώ συναντάται στο 10-16% των νοσηλευόμενων ασθενών με αγγειακή νόσο(1,2,5). Επιπλέον αποτελεί μια νοσολογική οντότητα, η οποία συνδέεται με υψηλή νοσηρότητα και θνητότητα, παρά την εξέλιξη στις χρησιμοποιούμενες χειρουργικές τεχνικές και την περιεγχειρητική φροντίδα. Χωρίς κατάλληλη και άμεση παρέμβαση, η ισχαιμία εξελίσσεται ταχέως σε μη αναστρέψιμο στάδιο. Μόνο η άμεση διάγνωση και παρέμβαση μπορούν να βοηθήσουν στη μείωση των ποσοστών ακρωτηριασμού και θνητότητας, που κυμαίνονται από 10-50% και 15-40% αντίστοιχα. Μάλιστα οι ασθενείς με οξεία θρόμβωση εμφανίζουν μεγαλύτερη πιθανότητα απώλειας μέλους σε σχέση με τους ασθενείς που προσβλήθηκαν από εμβολή, ενώ οι δεύτεροι εμφανίζουν υψηλότερα

ποσοστά θνητότητας.(1,5,6).Κινούμενοι λοιπόν προς αυτή την κατεύθυνση θα πρέπει να διαγιγνώσκουμε έγκαιρα την νόσο, να διαφοροδιαγιγνώσκουμε την αιτιολογία της και να εφαρμόζουμε άμεσα την κατάλληλη θεραπεία . Μόνο τότε θα καταφέρουμε να βελτιώσουμε τα αποτελέσματα και την πρόγνωση της. (2)

Σήμερα , παρ' όλο που η αξονική αγγειογραφία χρησιμοποιείται ευρέως ,η ψηφιακή αγγειογραφία εξακολουθεί να αποτελεί την μέθοδο εκλογής για την διάγνωση της νόσου , και συνήθως συμβάλλει στη διαφορική διάγνωση μεταξύ εμβολικής και θρομβωτικής αιτιολογίας.(7) Παρ' όλα αυτά είναι μια επεμβατική μέθοδος ,που ενέχει κινδύνους πρόκλησης τοπικών επιπλοκών στο σημείο της αγγειακής προσπέλασης, εκθέτει τον ασθενή σε ακτινοβολία, δεν είναι πάντοτε διαθέσιμη, μπορεί να καθυστερήσει την οριστική παροχή θεραπείας, να επιδεινώσει τη νεφρική λειτουργία και να προκαλέσει αλλεργική αντίδραση , λόγω της χρήσης σκιαγραφικού μέσου. Απεικονίζει μόνο τα βατά, μη αποφραγμένα, αρτηριακά τμήματα, αποτυγχάνει να απεικονίσει χαμηλών ταχυτήτων ροές, ενώ τέλος δεν απεικονίζει αποφραγμένα ιγνυακά ανευρύσματα (2,4,8).Αντίθετα ο υπέρηχος είναι φθηνός, φορητός, μη επεμβατικός, μπορεί να επαναληφθεί , απεικονίζει ολόκληρη την αρτηρία-αυλό και αγγειακό τοίχωμα –επιτρέποντας έτσι την εκτίμηση της αθηρωματικής πλάκας αλλά και τον εντοπισμό θρομβωμένων αρτηριακών ανευρυσμάτων. Η απεικόνιση έγχρωμης ροής και η ανάλυση της κυματομορφής του σήματος Doppler παρέχουν μια καλύτερη εκτίμηση της αιμοδυναμικής κατάστασης της αποφρακτικής νόσου, ενώ συμβάλουν και στην αναγνώριση βατών αρτηριών με χαμηλή ταχύτητα ροής.(2,4,8–10)

Αναγνωρίζοντας λοιπόν όλα αυτά τα πλεονεκτήματα της υπερηχογραφίας, σκοπός αυτής της εργασίας είναι να ερευνησει τη συμβολή της στην έγκαιρη διάγνωση της οξείας ισχαιμίας κάτω άκρου, και πιο συγκεκριμένα, στη διαφορική διάγνωση μεταξύ εμβολής και οξείας θρόμβωσης, ώστε να εφαρμοστεί όσο το δυνατόν ταχύτερα η κατάλληλη θεραπεία ή αν δεν υπάρχει η δυνατότητα τοπικής παροχής αυτής ,να οργανωθεί η διακομιδή του ασθενούς σε εξειδικευμένο κέντρο.

Μεθοδολογία

Η έρευνα συντάχθηκε ακολουθώντας της κατευθυντήριες οδηγίες PRISMA 2009 για την πραγματοποίηση μια συστηματικής ανασκόπησης και μετα-ανάλυσης.

Στρατηγική Αναζήτησης

Πραγματοποιήθηκε μια ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, σε βάθος 30ετίας, η οποία περιελάμβανε έντυπες αλλά και ηλεκτρονικές πηγές συλλογής πληροφοριών. Πιο συγκεκριμένα αναζητήθηκαν πληροφορίες σε ηλεκτρονικές μηχανές αναζήτησης όπως το MEDLINE, EMBASE, COCHRANE LIBRARY, σε ηλεκτρονικές εκδόσεις περιοδικών αγγειοχειρουργικής και ακτινολογίας (VAS-European Journal of Vascular Medicine, Journal of Vascular Surgery, European Journal of Vascular and Endovascular Surgery, Radiology κ.α) και σε 2 έντυπα συγγράμματα ακτινολογίας (The Complete Guide to Vascular Ultrasound, Vascular Diagnosis(5)). Κατά την διάρκεια της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν οι ακόλουθοι όροι αναζήτησης (MeSH terms), μόνιμοι τους ή σε συνδυασμό: acute limb ischaemia, acute arterial thrombosis, embolic limb ischaemia, peripheral arterial disease, ultrasound, duplex, diagnosis, differential diagnosis.

Επιλογή Ερευνών και Συλλογή Δεδομένων

Από τους ανωτέρω όρους αναζήτησης προέκυψε μια πληθώρα άρθρων, τα οποία ελέγχθηκαν βάσει του τίτλου και της περίληψης αυτών. Τα άρθρα, που πιθανώς εξυπηρετούσαν τον σκοπό της έρευνας, ανακτήθηκαν πλήρως, μελετήθηκαν και συγκεντρώθηκαν πληροφορίες ανταποκρινόμενες σε προκαθορισμένες μεταβλητές. Οι πληροφορίες συλλέχθηκαν σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά των ασθενών, το είδος της παρέμβασης, τις συγκρινόμενες ομάδες, τα αποτελέσματα και το είδος της έρευνας (κριτήρια PICOS)

Κριτήρια Επιλογής Ερευνών

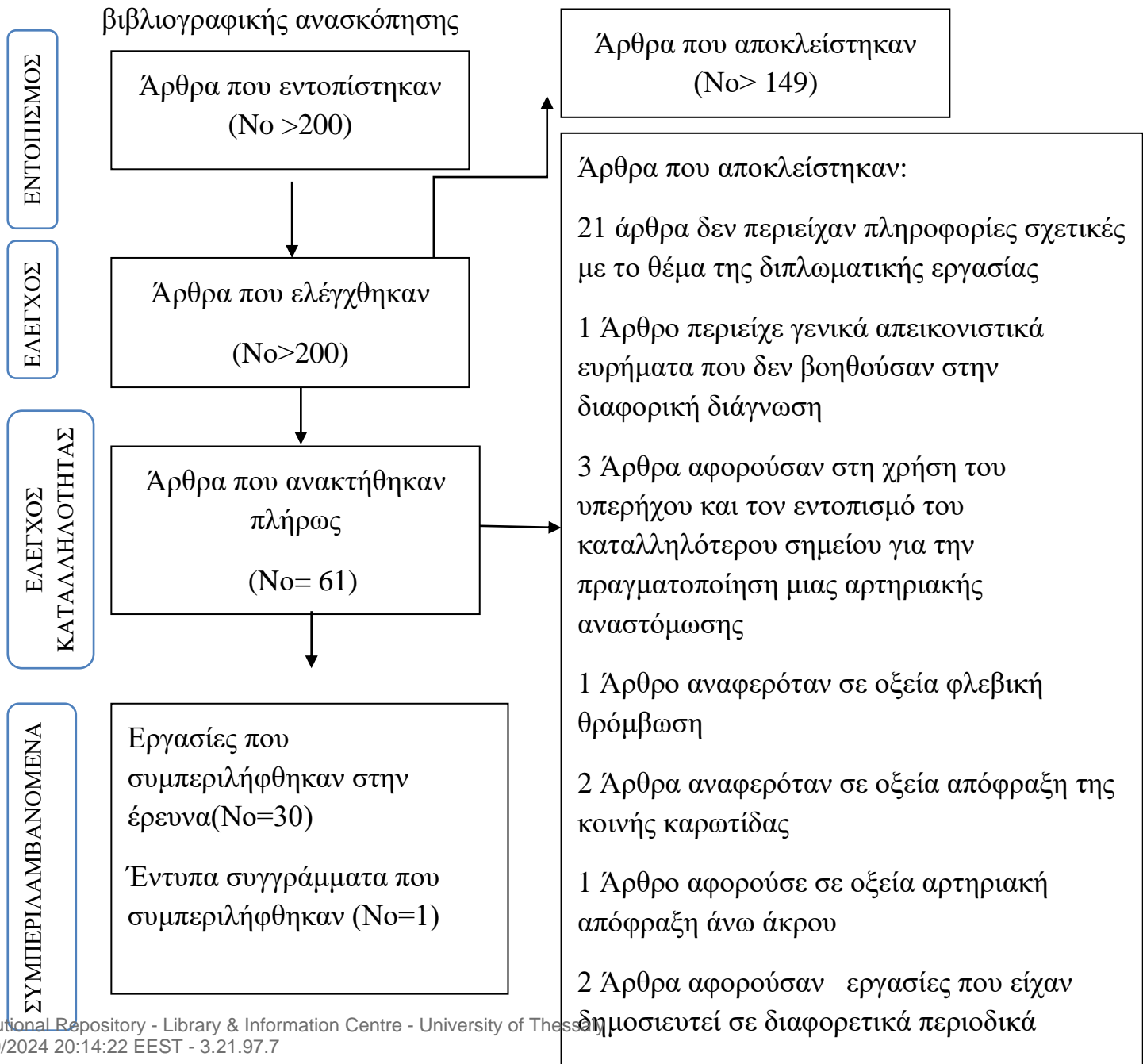
Μελετήθηκαν έρευνες στην Αγγλική και την Γερμανική γλώσσα που αφορούσαν ασθενείς με οξεία ισχαιμία κάτω άκρου και στους οποίους η διάγνωση και διαφορική διάγνωση περιελάμβανε και /ή μόνο την χρήση υπέρηχου. Η αρτηριακή απόφραξη μπορεί να οφειλόταν είτε σε οξεία θρόμβωση είτε σε εμβολή. Οι μελέτες που αφορούσαν ασθενείς με οξεία ισχαιμία άνω άκρου, κρίσιμη ισχαιμία κάτω άκρου, οξεία φλεβική θρόμβωση, χρήση αποκλειστικά ψηφιακής, αξονικής ή μαγνητικής αγγειογραφίας κατά την διερεύνηση των ασθενών αποκλείστηκαν. Επίσης από την έρευνα αποκλείστηκαν παρουσιάσεις κλινικών περιστατικών και γνώμες ειδικών και συντακτών. Τέλος τα πρωταρχικά αποτελέσματα της έρευνας περιελάμβαναν άμεσα και έμμεσα

υπερηχογραφικά ευρήματα που συμβάλλουν στην διαφορική διάγνωση θρομβωτικής και εμβολικής αιτιολογίας.

Αποτελέσματα

Χρησιμοποιώντας τους προαναφερθέντες όρους αναζήτησης πρόεκυψε μια πληθώρα άρθρων (No>200). Μετά τον έλεγχο αυτών, επιλέχθηκαν 61 που θα μπορούσαν να συμβάλουν στην πραγματοποίηση αυτής της εργασίας, και ανακτήθηκαν πλήρως. Μελετώντας τα αναλυτικότερα, διαπιστώθηκε ότι 30 εκ αυτών περιείχαν πληροφορίες, που ανταποκρινόταν στις προκαθορισμένες μεταβλητές (ΠΙΝΑΚΑΣ 1). Επίσης μόνο ένα από τα δυο έντυπα συγγράμματα (Vascular Diagnosis(5)) περιείχε σχετικές πληροφορίες.

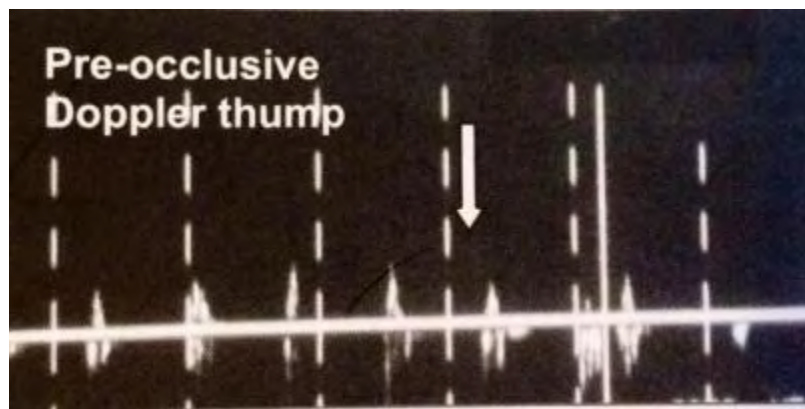
ΠΙΝΑΚΑΣ 1 :Διάγραμμα ροής PRISMA-Περιγραφή σταδίων βιβλιογραφικής ανασκόπησης



Άμεσα Υπερηχογραφικά Ευρήματα

Σε ανασκόπηση της βιβλιογραφίας που πραγματοποιήθηκε το 1998 από την διεθνή κοινότητα καρδιαγγειακής χειρουργικής και αφορούσε ασθενείς με περιφερική αρτηριακή νόσο , που έχουν υποστεί θρόμβωση, εντοπίστηκαν τα εξής υπερηχογραφικά ευρήματα : α)απουσία ροής εντός του αυλού στο σημείο της απόφραξης ,β)προαποφρακτικός γδούπος (Εικόνα 1) και γ)μονοφασικά σήματα ροής με χαμηλές ταχύτητες ροής περιφερικά της απόφραξης (11,12) Επιπλέον άλλη έρευνα υποστηρίζει, ότι ο υπέρηχος υπερτερεί της αγγειογραφίας (ψηφιακής ,αξονικής και μαγνητικής) στη διάγνωση της οξείας θρόμβωσης ενός ανευρύσματος, ως αιτία της αρτηριακής απόφραξης(12).

EIKONA 1

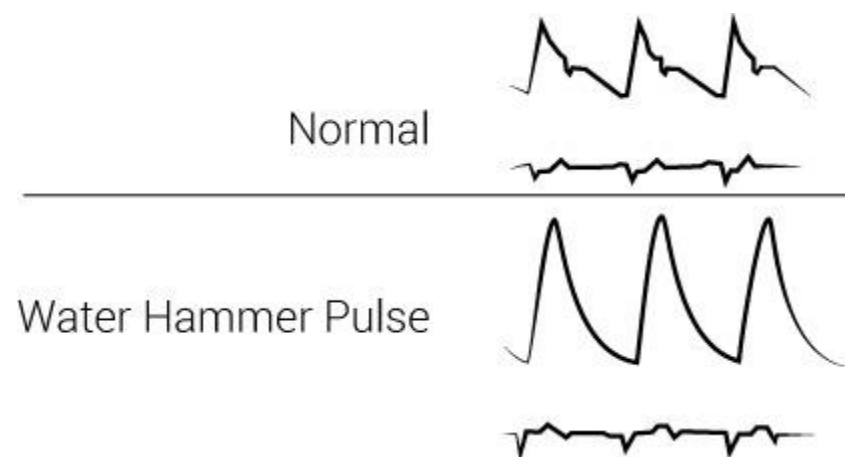


Σε προοπτική μελέτη που πραγματοποιήθηκε το 2003 στη Νέα Υόρκη στο Maimonides Medical Center,συμμετείχαν 68 ασθενείς με οξεία ισχαιμία κάτω άκρου. Οι ασθενείς αυτοί υποβλήθηκαν σε 87 επεμβάσεις επαναιμάτωσεις ,για τις οποίες χρησιμοποιήθηκε ο υπέρηχος, ως μοναδικό προεγχειρητικό διαγνωστικό και διαφοροδιαγνωστικό απεικονιστικό μέσο. Με την απεικόνιση δυο διαστάσεων (B-mode) πραγματοποιήθηκε η διαφορική διάγνωση της οξείας (ανηχοικό ή υπό-

ηχοικό σήμα) από την χρόνια (ισο-ηχοικό σήμα) θρόμβωση αλλά και της οξείας εμβολής από την θρόμβωση. Μια μεγάλη, μερικώς επασβεστωμένη μη ομοιογενής αθηρωματική πλάκα, με ένα ανηχοικό θρομβωμένο αρτηριακό τμήμα, μπορεί να αποτελούσε την αίτια της απόφραξης. Επιπλέον στην οξεία αρτηριακή θρόμβωση, οι θρόμβοι έτειναν να είναι μεγαλύτεροι σε μέγεθος, σταθερά προσκολλημένοι στο αγγειακό τοίχωμα και υπο-ή ανηχοικοί όταν συγκρινόταν με τους περιβάλλοντες ιστούς. Αντίθετα η ύπαρξη ετερογενούς κινητού θρόμβου με « ουρά» ή καλά απεικονιζόμενου, στρόγγυλου σχήματος θρόμβου εντός του αυλού μιας αρτηρίας χωρίς σοβαρή αθηρωματική επιβάρυνση ήταν ένδειξη εμβολής.(8,13)

Σε έρευνα που δημοσιεύθηκε στο περιοδικό Surgical Clinics of North America το 2013 , αναφέρεται ότι κατά την κλινική εξέταση των ασθενών με οξεία ισχαιμία κάτω άκρου εμβολικής αιτιολογίας και την βοήθεια του Doppler , κεντρικότερα της απόφραξης παρατηρείται ένας έντονος παλμός (bounding “water hammer” pulse) (Εικόνα 2) ενώ περιφερικά δεν εντοπίζεται ροή- σφυγμός (14).

EIKONA 2



Σε άλλη μελέτη σχετικά με τη χρήση του υπερήχου στην διαφορική διάγνωση της οξείας ισχαιμίας κάτω άκρου, από το τμήμα

καρδιοαγγειακής ιατρικής του Πανεπιστημίου του Κάιρο , που δημοσιεύθηκε το 2010 στο Cardiovascular Revascularization Medicine, μελετήθηκαν 97 ασθενείς με 107 περιπτώσεις οξείας ισχαιμίας κάτω άκρου ,μη τραυματικής αιτιολογίας, οι οποίοι υποβλήθηκαν σε χειρουργική επέμβαση επαναιμάτωσης. Όλοι οι συμμετέχοντες στην μελέτη είχαν ίδια χαρακτηριστικά ως προς το σακχαρώδη διαβήτη, την αρτηριακή υπέρταση, το κάπνισμα, την καρδιακή νόσο και υποβλήθηκαν σε ηλεκτροκαρδιογράφημα ,υπέρηχο καρδιάς και αγγειακό υπέρηχο. Το αγγειακό δένδρο μελετήθηκε και στα 2 άκρα από το ύψος της αορτής έως και κάτω από την ιγνυακή αρτηρία (στα κάτω άκρα) και από την υποκλείδιο έως την κατώτερη μοίρα της κερκιδικής και ωλένιας αρτηρίας (στα άνω άκρα), με σκοπό τον εντοπισμό κάποιου αποφραγμένου τμήματος. Μετρήθηκε η διάμετρος της αποφραγμένης αρτηρίας ακριβώς στο ύψος της απόφραξης (Δαποφ) καθώς επίσης και η διάμετρος της αντίστοιχης ετερόπλευρης αρτηρίας στο ίδιο ύψος (Δφυς) και υπολογίστηκε η διαφορά $\Delta = \Delta_{αποφ} - \Delta_{φυς}$. Τέλος βάσει των χειρουργικών ευρημάτων οι ασθενείς χωρίστηκαν σε 2 κατηγορίες: Α) απόφραξη εμβολικής αιτιολογίας (Ομάδα Ε) και Β) απόφραξη λόγω θρόμβωσης(Ομάδα Θ).Στην Ομάδα Ε η Δ ήταν $0,95 \pm 0,92$ mm ενώ στην Ομάδα Θ $-0,13 \pm 1,02$ mm. Η μελέτη απέδειξε ότι μια $\Delta \geq 0,5$ mm είναι ένδειξη εμβολής, ενώ μια $\Delta < -0,5$ mm είναι ενδεικτική αρτηριακής θρόμβωσης με ειδικότητα 76% και ευαισθησία 85%. Με άλλα λόγια διαστολή ή συστολή της αποφραγμένης αρτηρίας $\geq 0,5$ mm είναι ένα χρήσιμο υπερηχογραφικό εύρημα για την διάγνωση της εμβολικής ή θρομβωτικής απόφραξης, αντίστοιχα.(2).

Στο ίδιο κέντρο το 2013 μελετήθηκαν 57 νέοι ασθενείς με 62 περιπτώσεις οξείας ισχαιμίας κάτω άκρου . Και αυτή τη φορά οι ασθενείς με εμβολική και θρομβωτική οξεία ισχαιμία δεν παρουσίαζαν σημαντικές διαφορές όσον αφορά τα κλινικά χαρακτηριστικά και όλοι

υποβλήθηκαν στον ίδιο απεικονιστικό έλεγχο (ηλεκτροκαρδιογράφημα, υπέρηχο καρδιάς και αγγείων). Όλα τα άκρα μελετήθηκαν από το ύψος της αορτής έως τις πελματιαίες αρτηρίες και από την υποκλείδιο έως την κατώτερη μοίρα της κερκιδικής και ωλένιας αρτηρίας, με σκοπό τον εντοπισμό κάποιου αποφραγμένου τμήματος. Μετρήθηκε πάλι η διάμετρος της αποφραγμένης αρτηρίας ,στο ύψος της απόφραξης, (Δαποφ) καθώς επίσης και η διάμετρος της αντίστοιχης ετερόπλευρης αρτηρίας στο ίδιο ύψος (Δφυς),όμως αυτή τη φορά υπολογίστηκε η απόλυτη διαφορά $|\Delta| = \Delta_{\text{αποφ}} - \Delta_{\text{φυς}}$, καθώς επίσης και το ποσοστό της μεταβολής των 2 διαμέτρων $\Delta\% = \Delta / \Delta_{\text{φυς}}$. Οι ασθενείς ταξινομήθηκαν ξανά σε 2 ομάδες (Ομάδα Ε και Θ), σύμφωνα με τα διεγχειρητικά και απεικονιστικά ευρήματα της αξονικής αγγειογραφίας. Αποδείχτηκε ότι η διάμετρος της αρτηρίας αυξάνεται στο σημείο της απόφραξης ,όταν πρόκειται για διακοπή της κυκλοφορίας από έμβολο. Πιο συγκεκριμένα , $|\Delta| > 0,4\text{mm}$ είναι ενδεικτική αρτηριακής απόφραξης οφειλόμενης σε εμβολή με ευαισθησία 81,1% και ειδικότητα 100% ,ενώ $\Delta\% > 1,41\%$ αποδεικνύει την οξεία εμβολική απόφραξη με ευαισθησία 100% και ειδικότητα 76%(15).

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 : Άμεσα υπερηχογραφικά ευρήματα

ΟΞΕΙΑ ΘΡΟΜΒΩΣΗ	ΟΞΕΙΑ ΕΜΒΟΛΗ
<ul style="list-style-type: none"> Μεγάλος υπο- ή ανηχοικός θρόμβος σταθερά προσκολλημένος στο αγγειακό τοίχωμα Μερικώς επασβεστωμένη μη ομοιογενής αθηρωματική 	<ul style="list-style-type: none"> Ετερογενής κινητός θρόμβος με «ουρά» εντός του αυλού Καλά απεικονιζόμενος θρόμβος, στρόγγυλου σχήματος ,που φράσσει μια αρτηρία χωρίς σοβαρή

<p>πλάκα με έναν ανηχοικό θρόμβο που φράσσει την αρτηρία</p> <ul style="list-style-type: none"> • Εντοπισμός ανευρύσματος με θρόμβο εντός του αυλού του • Προαποφρακτικός γδούπος • Μονοφασικά σήματα ροής, με χαμηλές ταχύτητες, περιφερικά της απόφραξης • $\Delta < -0,5\text{mm}$ <p>(όπου $\Delta = \Delta_{\text{αποφ}} - \Delta_{\text{φυς}}$)</p>	<p>αθηρωματική νόσο</p> <ul style="list-style-type: none"> • Εντοπισμός ενός «έντονου» παλμού κεντρικότερα της απόφραξης (“water hammer” pulse) • Απουσία ροής περιφερικότερα της απόφραξης • $\Delta \geq 0.5 \text{ mm}$ • $\Delta > 0,4 \text{ mm}$ • $\Delta > 1,41\%$
--	--

Έμμεσα Υπερηχογραφικά Ευρήματα

Εκτός από τα άμεσα ευρήματα που συμβάλλουν στην διαφοροδιάγνωση της οξείας ισχαιμίας των κάτω άκρων ,κατά την βιβλιογραφική ανασκόπηση εντοπίστηκαν και κάποια έμμεσα που κινούνται προς αυτή την κατεύθυνση. Οι Ascher και συνεργάτες υποστήριξαν , ότι ο εντοπισμός της απόφραξης σε αρτηριακή διακλάδωση ή σε περιφερικούς κλάδους υποδηλώνει εμβολή παρά θρόμβωση (8). Επιπλέον σε εντοπισμό πλήρους απόφραξης πρέπει να γίνεται έλεγχος του κεντρικότερου τμήματος της αρτηρίας για πιθανή ύπαρξη κάποιου ανευρύσματος (συνήθως κοιλιακής αορτής, λαγονίου ή ιγνυακής) με τοιχωματικό θρόμβο ή κάποια « ύποπτη » αθηρωματική πλάκα, η οποία μπορεί να παρουσιάζει εξέλιξη ή να έχει κάποιο «επιπλέον» κομμάτι.

Στοιχεία που πιθανόν να υποδηλώνουν την προέλευση ενός εμβόλου(16,17) (5).

Σε άρθρα που δημοσιεύθηκαν στο "Seminars in Vascular Surgery" και στο "Surgical clinics" το 2009 και 2013 ,αντίστοιχα, επισημάνθηκε η σημασία του ελέγχου του υγιούς σκέλους. Πρέπει να ελέγχεται πάντα ο σφυγμός και των 2 ακρών με Doppler για να διαπιστωθεί η ύπαρξη ,στο αντίθετο της απόφραξης σκέλος, περιφερικής αρτηριακής νόσου. Μια φυσιολογική αγγειακή εξέταση(τριφασικό σήμα Doppler) στο μη ισχαιμικό άκρο υποδηλώνει εμβολή ενώ σε αντίθετη περίπτωση θρόμβωση(14,18) .

Τέλος σε ασθενείς με περιφερική αρτηριακή νόσο και οξεία αρτηριακή απόφραξη , που μελετήθηκαν με τη χρήση υπερήχου, βρέθηκε ότι υπάρχει η πιθανότητα ανεύρεσης παράπλευρου δικτύου . Η πλήρης απόφραξη διαγιγνώσκεται από τον υπερηχογραφική ανεύρεση ενός τμήματος μιας αρτηρίας, στον αυλό του οποίου δεν παρατηρείται ροή, αλλά εντοπίζονται βατοί κλάδοι ,οι οποίοι ξεκινούν κεντρικά και καταλήγουν περιφερικότερα αυτού του τμήματος Χαρακτηριστικό γνώρισμα αυτού του δικτύου είναι η υψηλή ταχύτητα ροής εντός μιας αρτηρίας ,μικρής διαμέτρου ,η οποία εκφύεται σχεδόν κάθετα από το αποφραγμένο αγγείο. Λόγω της υψηλής ταχύτητας ροής και της στροβιλώδους ροής μπορεί να παρατηρηθεί το φαινόμενο aliasing και στην έγχρωμη απεικόνιση μωσαϊκό εντός του αυλού .Επιπλέον στην φασματική ανάλυση καταγράφονται υψηλές ταχύτητες ροής(5,19,20).

ΠΙΝΑΚΑΣ 3 : Έμμεσα υπερηχογραφικά ευρήματα

ΟΞΕΙΑ ΘΡΟΜΒΩΣΗ	ΟΞΕΙΑ ΕΜΒΟΛΗ
<ul style="list-style-type: none">• Εντοπισμός παράπλευρου δικτύου• Υπερηχογραφικά ευρήματα συμβατά με περιφερική αρτηριακή νόσο κατά την μελέτη του ετερόπλευρου σκέλους	<ul style="list-style-type: none">• Εντοπισμός της απόφραξης σε αρτηριακή διακλάδωση ή σε περιφερικό κλάδο• Φυσιολογικά ευρήματα κατά την μελέτη του ετερόπλευρου σκέλους• Κεντρικότερα της απόφραξης μπορεί να υπάρχει κάποιο ανεύρυσμα με τοιχωματικό θρόμβο ή ραγούσα αθηρωματική πλάκα

Συζήτηση

Σκοπός αυτής της εργασίας ήταν να ερευνήσει τη συμβολή του υπερήχου στη διαφορική διάγνωση της οξείας ισχαιμίας κάτω άκρου. Από την διενεργηθείσα βιβλιογραφική ανασκόπηση εντοπίστηκαν υπερηχογραφικά σημεία που εξυπηρετούν αυτό το σκοπό.

Ανεύρεση μεγάλου υπό- ή ανηχοικού θρόμβου σταθερά προσκολλημένου στο αγγειακό τοίχωμα, μερικώς επασβεστωμένης μη ομοιογενούς αθηρωματικής πλάκα με ανηχοικό θρόμβο που φράσσει τον αυλό της αρτηρία, ανευρύσματος με θρόμβο ,προαποφρακτικού γδούπου ,μονοφασικών σημάτων με χαμηλές ταχύτητες ροής περιφερικά της

απόφραξης και $\Delta < -0,5\text{mm}$ αποτελούν άμεσα ευρήματα θρόμβωσης. Αντίθετα ετερογενής κινητός θρόμβος με «ουρά», στρόγγυλος θρόμβος, που φράσσει μια αρτηρία χωρίς σοβαρή αθηρωματική νόσο, «έντονος» παλμός κεντρικότερα (“water hammer” pulse) και απουσία ροής περιφερικότερα της απόφραξης, καθώς επίσης και $|\Delta| > 0,4\text{ mm}$, $\Delta > 1,41\%$ είναι άμεσες ενδείξεις εμβολής.

Εντοπισμός παράπλευρου δικτύου και υπερηχογραφικών ευρημάτων συμβατών με περιφερική αρτηριακή νόσο στο ετερόπλευρο σκέλος είναι έμμεσες ενδείξεις θρόμβωσης, ενώ εντοπισμός της απόφραξης σε αρτηριακή διακλάδωση ή περιφερικό κλάδο, κεντρικότερου ανευρύσματος με τοιχωματικό θρόμβο ή ραγούσας αθηρωματικής πλάκας και φυσιολογικών ευρημάτων στο ετερόπλευρο σκέλος συνηγορούν εμμέσως για εμβολή. (Πίνακας 2 και 3).

Παρ’ όλο που η εξέλιξη του υπερήχου και η εμπλοκή του όλο και περισσότερο στην καθημερινότητα του αγγειοχειρουργού, έχει αλλάξει την διαγνωστική προσέγγιση των αγγειακών παθήσεων τις τελευταίες δεκαετίες, πολλοί γιατροί εξακολουθούν να είναι επιφυλακτικοί απέναντι του. Θεωρούν ότι η διαγνωστική του ακρίβεια εξαρτάται από την εμπειρία του υπερηχογραφιστή, ότι υπάρχει έλλειψη επίσημης εκπαίδευσης και πρωτοκόλλων, χρειάζεται χρόνος και κόπος για την τελειοποίηση της τεχνικής της εκτέλεσης ενός αγγειακού υπερήχου και τέλος αρνούνται να εγκαταλείψουν την οπτική επίδραση της πλήρους και αδιάκοπης μελέτης του αγγειακού δικτύου, όπως αυτή παρέχετε από την ψηφιακή και αξονική αγγειογραφία. Αυτή η δυσπιστία της ιατρικής κοινότητας αποτυπώνεται και στις νέες κατευθυντήριες οδηγίες της European Society of Vascular Surgery, που αναφέρουν ότι παρά την υψηλή ευαισθησία και ειδικότητα του υπερήχου στον εντοπισμό αρτηριακής στένωσης μεγαλύτερης από 50% ή απόφραξης σε ασθενή με περιφερική αρτηριακή νόσο, η διαγνωστική ακρίβεια του υπερήχου στην οξεία ισχαιμία είναι ασαφής. Γι αυτό το λόγο προτείνουν ότι ο υπέρηχος δεν θα πρέπει να χρησιμοποιείται ως μοναδικό απεικονιστικό μέσο για τον αποκλεισμό της αρτηριακής απόφραξης(7).

Αυτή η επιφυλακτική στάση της επιστημονικής κοινότητας απέναντι στον αγγειακό υπέρηχο, και τη χρήση αυτού στην διαφορική διάγνωση της οξείας ισχαιμίας, έγινε αντιληπτή και καθ’ όλη τη διάρκεια της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, καθώς δεν ανευρέθησαν πολλές μελέτες

πάνω στο συγκεκριμένο θέμα .Χρειάστηκε να ερευνηθεί ξεχωριστά η συμβολή του υπερήχου στη διάγνωση της οξείας ισχαιμίας σε ασθενείς με χρόνια αποφρακτική αρτηριοπάθεια κάτω άκρου και σε ασθενείς με προηγούμενο ελεύθερο ατομικό αναμνηστικό. Η πιο πρόσφατη μελέτη, αναφορικά με το θέμα αυτής της διπλωματικής εργασίας, πραγματοποιήθηκε στο Κάιρο της Αιγύπτου το 2013(15). Παρ' όλα αυτά και αυτή η μελέτη είχε τους περιορισμούς της, με κυριότερο τον μικρό αριθμό συμμετεχόντων. Αντίθετα εντοπίστηκαν πολλές μελέτες, με καλά αποτελέσματα, που συνέκριναν την αξιοπιστία του υπερήχου(ευαισθησία 80-98% και ειδικότητα 89-99%) με αυτή της ψηφιακής, αξονικής και μαγνητικής αγγειογραφίας , όσον αφορά τη διάγνωση της περιφερικής αρτηριοπάθειας, και στο κατά πόσο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως μοναδικό απεικονιστικό μέσο για τον προγραμματισμό επεμβάσεων επαναιμάτωσης(21–30) .

Το γεγονός αυτό θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως οξύμωρο καθώς ο υπέρηχος από την μια μεριά χαρακτηρίζεται ως εξέταση υψηλής ευαισθησίας και ειδικότητας για την διάγνωση της περιφερικής αρτηριακής νόσου αλλά από την άλλη μεριά κάτι αντίστοιχο δεν έχει μελετηθεί για την οξεία ισχαιμία. Μένει να αποδειχθεί στο μέλλον πόσο αξιόπιστα μπορεί ο υπέρηχος να διαγνώσει και να διαφοροδιαγνώσει την αιτιολογία της οξείας ισχαιμίας. Επίσης θα πρέπει να επιστρατευθούν περισσότεροι ασθενείς και να συνεχιστεί η μελέτη που ξεκίνησε στο πανεπιστήμιο του Κάιρο , ώστε να ελεγχθεί η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων της και να πάρουν έγκριση για ευρεία χρήση. Μέχρι τότε ο υπέρηχος θα μπορεί να χρησιμοποιείται ως ένα εργαλείο διαλογής, ιδιαίτερα σε απομακρυσμένα κέντρα ,όπου δεν υπάρχει η δυνατότητα πραγματοποίησης ψηφιακής ή αξονικής αγγειογραφίας, ώστε οι ασθενείς να διακομίζονται έγκαιρα σε κέντρα αναφοράς. Αλλά και στα εξειδικευμένα κέντρα θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως εξέταση πρώτης επιλογής και προσδιορίσει αν απαιτείται περαιτέρω απεικονιστικός έλεγχος.

Σύνοψη

Συνοψίζοντας μπορούμε να πούμε ότι υπάρχουν άμεσα και έμμεσα υπερηχογραφικά κριτήρια για την διαφορική διάγνωση εμβολής και οξείας αρτηριακής θρόμβωσης κάτω άκρου, η αξιοπιστία των οποίων μένει να αποδειχθεί στο μέλλον με νέες μελέτες.

Βιβλιογραφία

1. Schwarzwälder U, Zeller T. Akute Extremitätenischämie. Dtsch Medizinische Wochenschrift. 2013;138(14):691–4.
2. Elmahdy MF, Ghareeb Mahdy S, Baligh Ewiss E, Said K, Kassem HH, Ammar W. Value of duplex scanning in differentiating embolic from thrombotic arterial occlusion in acute limb ischemia. Cardiovasc Revascularization Med [Internet]. 2010;11(4):223–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.carrev.2009.09.001>
3. Callum K. ABC of arterial and venous disease: Acute limb ischaemia. Bmj. 2000;320(7237):764–7.
4. Crawford JD, Perrone KH, Jung E, Mitchell EL, Landry GJ, Moneta GL. Arterial duplex for diagnosis of peripheral arterial emboli. J Vasc Surg [Internet]. 2016;64(5):1351–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2016.04.005>
5. MANSOUR MA, LABROPOULOS N. VASCULAR DIAGNOSIS.
6. Baril DT, Patel VI, Judelson DR, Goodney PP, McPhee JT, Hevelone ND, et al. Outcomes of lower extremity bypass performed for acute limb ischemia. J Vasc Surg [Internet]. 2013;58(4):949–56. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2013.04.036>
7. Björck M, Earnshaw JJ, Acosta S, Bastos Gonçalves F, Cochenec F, Debus ES, et al. Editor’s Choice – European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2020 Clinical Practice Guidelines on the Management of Acute Limb Ischaemia. Eur J Vasc Endovasc Surg [Internet]. 2020;59(2):173–218. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2019.09.006>
8. Ascher E, Hingorani A, Markevich N, Schutzer R, Kallakuri S. Acute lower limb ischemia: The value of duplex ultrasound arterial mapping (DUAM) as the sole preoperative imaging technique. Ann Vasc Surg. 2003;17(3):284–9.
9. Mazzariol F, Ascher E, Salles-Cunha SX, Gade P, Hingorani A. Values and limitations of duplex ultrasonography as the sole imaging method of preoperative evaluation for popliteal and infrapopliteal bypasses. Ann Vasc Surg. 1999;13(1):1–10.
10. Ascher E, Hingorani A, Marks N. Duplex Arteriography for Lower Extremity Revascularization. Haimovici’s Vasc Surg 6th Ed. 2012;28–43.
11. Zierler RE. Vascular surgery without arteriography: Use of duplex ultrasound. Vascular. 1999;7(1):74–82.
12. Schumann R, Rieger J, Ludwig M. Akute periphere arterielle verschlusskrankheit. Med Klin. 2007;102(6):457–71.
13. Olinic D-M, Stanek A, Tătaru D-A, Homorodean C, Olinic M. Acute Limb Ischemia: An Update on Diagnosis and Management. J Clin Med. 2019;8(8):1215.
14. Blecha MJ. Critical limb ischemia. Surg Clin North Am [Internet]. 2013;93(4):789–812. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.suc.2013.04.006>
15. El-Gengehe AT, Ammar WA, Ewiss EB, Mahdy SG, Osama D. Acute limb ischemia: Role of preoperative and postoperative duplex in differentiating acute embolic from thrombotic ischemia. Cardiovasc Revascularization Med [Internet]. 2013;14(4):197–202. Available from:

- <http://dx.doi.org/10.1016/j.carrev.2013.04.002>
16. Kallakuri S, Ascher E, Hingorani A, Marks N, Shiferson A, Tran V, et al. Effect of Duplex Arteriography in the Management of Acute Limb-Threatening Ischemia From Thrombosed Popliteal Aneurysms. *Angiology*. 2008;15–7.
 17. Portig I, Maisch B. Nichtinvasive Diagnostische Methoden der Makro- und Mikroangiopathie der Peripheren Gefäße und Karotiden. *Herz*. 2004;29(1):17–25.
 18. O’Connell JB, Quiñones-Baldrich WJ. Proper Evaluation and Management of Acute Embolic versus Thrombotic Limb Ischemia. *Semin Vasc Surg* [Internet]. 2009;22(1):10–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1053/j.semvascsurg.2008.12.004>
 19. Rosenfield K, Kelly SM, Fields CD, Pastore JO, Weinstein R, Palefski P, et al. Noninvasive assessment of peripheral vascular disease by color flow Doppler/two-dimensional ultrasound. *Am J Cardiol*. 1989;64(3):247–51.
 20. Hatsukami TS, Primozich JF, Zierler RE, Harley JD, Strandness DE. Color Doppler imaging of infrainguinal arterial occlusive disease. *J Vasc Surg*. 1992;16(4):527–33.
 21. Engström-laurent A. Peripheral Arterial Disease – Diagnosis and Treatment The Swedish Council on Technology Assessment in Health Care SBU Board of Directors and Scientific Advisory Committee Secretariat Board of Directors. 2007. 40 p.
 22. Luján S, Criado E, Puras E, Izquierdo LM. Duplex scanning or arteriography for preoperative planning of lower limb revascularisation. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2002;24(1):31–6.
 23. Lowery AJ, Hynes N, Manning BJ, Mahendran M, Tawfik S, Sultan S. A Prospective Feasibility Study of Duplex Ultrasound Arterial Mapping, Digital-Subtraction Angiography, and Magnetic Resonance Angiography in Management of Critical Lower Limb Ischemia by Endovascular Revascularization. *Ann Vasc Surg*. 2007;21(4):443–51.
 24. Lai DTM, Huber D, Glasson R, Grayndler V, Evans J, Hogg J, et al. Colour duplex ultrasonography versus angiography in the diagnosis of lower-extremity arterial disease. *Vascular*. 1996;4(3):384–8.
 25. Favaretto E, Pili C, Amato A, Conti E, Losinno F, Rossi C, et al. Analysis of agreement between Duplex ultrasound scanning and arteriography in patients with lower limb artery disease. *J Cardiovasc Med*. 2007;8(5):337–41.
 26. Whiteley M. Diagnosis of arterial disease of the lower extremities with duplex ultrasonography. *Br J Surg*. 1996;83(6):867.
 27. Leiner T, Kessels AGH, Nelemans PJ, Vasbinder GBC, De Haan MW, Kitslaar PEJHM, et al. Peripheral arterial disease: Comparison of color duplex US and contrast-enhanced MR angiography for diagnosis. *Radiology*. 2005;235(2):699–708.
 28. Katsamouris AN, Giannoukas AD, Tsetis D, Kostas T, Petinarakis I, Gourtsoyiannis N. Can ultrasound replace arteriography in the management of chronic arterial occlusive disease of the lower limb? *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2001;21(2):155–9.
 29. Collins R, Burch J, Cranny G, Aguiar-Ibáñez R, Craig D, Wright K, et al. Duplex ultrasonography, magnetic resonance angiography, and computed tomography angiography for diagnosis and assessment of symptomatic, lower limb peripheral arterial disease: Systematic review. *Br Med J*. 2007;334(7606):1257–61.
 30. Eiberg JP, Grønvall Rasmussen JB, Hansen MA, Schroeder T V. Duplex

ultrasound scanning of peripheral arterial disease of the lower limb. *Eur J Vasc Endovasc Surg* [Internet]. 2010;40(4):507–12. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejvs.2010.06.002>