



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 ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΥΠΕΡΗΧΟΤΟΜΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΣΤΗ
ΛΗΨΗ ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΘΗΡΩΜΑΤΙΚΗ
ΝΟΣΟ ΤΟΥ ΚΑΡΩΤΙΔΙΚΟΥ ΔΙΧΑΣΜΟΥ"**

υπό

ΘΕΟΔΟΣΟΠΟΥΛΟΥ Θ. ΙΩΑΝΝΗ

Ειδικευόμενου Αγγειοχειρουργικής

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:

Βασδέκης Σπυρίδων, Καθηγητής *Αγγειοχειρουργικής, Τμήμα Ιατρικής, Πανεπιστήμιο Αθηνών, ΠΓΝ «ΑΤΤΙΚΟΝ»*

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

1. Βασδέκης Σπυρίδων, Καθηγητής *Αγγειοχειρουργικής, Τμήμα Ιατρικής, Πανεπιστήμιο Αθηνών, ΠΓΝ «ΑΤΤΙΚΟΝ»*
2. Γιαννούκας Αθανάσιος, Καθηγητής *Αγγειοχειρουργικής, Τμήμα Ιατρικής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας*
3. Τέγος Θωμάς, Επ. Καθηγητής *Νευρολογίας, Τμήμα Ιατρικής, ΑΠΘ*

Τίτλος εργασίας στα αγγλικά:

The role of carotid duplex ultrasound imaging in clinical decision making

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η διπλωματική μου εργασία για το Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών «Υπερηχογραφική Λειτουργική Απεικόνιση για την πρόληψη & διάγνωση των αγγειακών παθήσεων» της Ιατρικής Σχολής του πανεπιστημίου Θεσσαλίας σε συνεργασία με το πανεπιστήμιο της Γένοβας εκπονήθηκε με μεγάλη δυσκολία λόγω περιορισμένου ελεύθερου χρόνου, σε μία ιδιαίτερη περίοδο με πρωτόγνωρες καταστάσεις για το ιατρικό προσωπικό της χώρας. Την επίβλεψη της εργασίας ανέλαβε ο κύριος Βασδέκης Σπυρίδων, καθηγητής Αγγειοχειρουργικής της Ιατρικής σχολής Αθηνών, στο Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο Αθηνών «Αττικόν», με τον οποίον έχω την τιμή να συνεργάζομαι και τον ευχαριστώ θερμά για την υποστήριξη του κατά της διάρκεια της ολοκλήρωσης της παρούσης εργασίας.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στην σύντροφο μου Εστέλ Ιωαννίδου, για την αμέριστη συμπαράσταση της αλλά και την πολύτιμη συμβουλευτική της υποστήριξη, χωρίς την οποία η πραγματοποίηση της διπλωματικής μου εργασίας δεν θα ήταν δυνατή.

Ιωάννης Θ. Θεοδοσόπουλος

Περίληψη

Στόχος της εργασίας είναι να αναλυθεί ο ρόλος που κατέχει την σύγχρονη εποχή η υπερηχοτομογραφική μέθοδος, όσον αφορά την λήψη απόφασης σχετικά με την αντιμετώπιση του ασθενή με αθηρωματική νόσο του καρωτιδικού διχασμού. Πρόκειται για μία βιβλιογραφική ανασκόπηση, βασισμένη σε εργασίες που έχουν πραγματοποιηθεί τα τελευταία 25 χρόνια. Η υπερηχοτομογραφική μέθοδος είναι μία από τις διαθέσιμες επιλογές, όσον αφορά την απεικόνιση του καρωτιδικού διχασμού, παρουσιάζοντας πολλαπλά οφέλη σε σχέση με τις υπόλοιπες, πιο συγκεκριμένα την αξονική αγγειογραφία (CTA), την κλασσική αγγειογραφία καθώς και την μαγνητική αγγειογραφία (MRA), έχοντας ωστόσο και κάποιους περιορισμούς.

Η απεικόνιση και ο ακριβής υπολογισμός του ποσοστού στενώσεως, αποτελούν απαραίτητες προϋποθέσεις ούτως ώστε να αποφασισθεί η θεραπευτική προσέγγιση. Αυτή απαρτίζεται από 3 διαθέσιμες επιλογές: α) την χειρουργική θεραπεία δηλαδή την καρωτιδική ενδαρτηρεκτομή (CEA) β) την λιγότερο επεμβατική αγγειοπλαστική με τοποθέτηση ενδονάρθηκα (CAS) και γ) την συντηρητική θεραπεία με φαρμακευτική αντιμετώπιση των παραγόντων κινδύνου (Best Medical Treatment). Η επιλογή της κατάλληλης θεραπείας είναι ένα αμφιλεγόμενο πεδίο, το οποίο υπόκειται συχνά σε αλλαγές και ιδιαίτερα όσον αφορά τους ασυμπτωματικούς ασθενείς.

Η υπερηχοτομογραφική μέθοδος είναι αυτήν την στιγμή η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη εξέταση για την απεικόνιση του καρωτιδικού διχασμού, πολύ συχνά και η μοναδική, έχοντας παράλληλα αρκετά περιθώρια για τεχνολογική εξέλιξη.

Abstract

Purpose of this study is to analyze the role that carotid duplex ultrasound possesses nowadays in clinical decision making. It is a literature review based mostly on studies that have been conducted in the past 25 years. Duplex ultrasound is one of the available options when it comes to carotid bifurcation imaging, showing many benefits in comparison with the rest of them, more specifically CTA, DSA and MRA, whilst having some limitations.

Imaging and precise calculation of the stenosis degree, are the necessary conditions in order to decide the treatment plan to be followed. This plan consists of three options: a) the surgical treatment; carotid endarterectomy (CEA) b) the less invasive, endovascular angioplasty with stenting (CAS) and c) the conservative drug treatment of the risk factors (Best Medical Treatment). The choice of the most suitable treatment is a controversial field, which often undergoes changes, especially concerning asymptomatic patients.

Carotid duplex ultrasound is at the moment the imaging modality most widely performed, many times it is the only imaging technique used before deciding treatment, with a lot of potential for technological progress.

Πίνακας Περιεχομένων

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή

Κεφάλαιο 2 Παθοφυσιολογία και επιδημιολογικά στοιχεία

Κεφάλαιο 3 Απεικονιστικές μέθοδοι

3.1 Digital Subtraction Angiography

3.2 Αξονική αγγειογραφία CTA

3.3 Μαγνητική αγγειογραφία MRA

3.4 Duplex υπερηχογραφία

3.5 Συγκριτική ανάλυση

3.6 Κατευθυντήριες οδηγίες

Κεφάλαιο 4 Θεραπευτικές επιλογές

4.1 Καρωτιδική ενδαρτηρεκτομή

4.2 Stenting

4.3 Συντηρητική θεραπεία

4.4 Ασυμπτωματικοί ασθενείς

4.5 Συμπεράσματα

Κεφάλαιο 5 Νεότερα δεδομένα

5.1 Υπολογισμός της στένωσης

5.2 Ceus (contrast enhanced ultrasound)

5.3 Αξιολόγηση της αθηρωματικής πλάκας

5.4 Τρισδιάστατη υπερηχογραφική απεικόνιση

Κεφάλαιο 6 Συζήτηση-Συμπεράσματα

Κεφάλαιο 7 Βιβλιογραφία

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο (ΑΕΕ) αποτελεί σήμερα την 4η συχνότερη αιτία θανάτου για άτομα άνω των 65 ετών και την 5η γενικά, ενώ ταυτόχρονα είναι και το σημαντικότερο αίτιο νευρολογικής αναπηρίας. Ένα από τα αίτια που αφορούν τα ισχαιμικά ΑΕΕ, τα οποία αφορούν περίπου στο 80-90% του συνόλου, είναι και η νόσος του καρωτιδικού διχασμού.

Πρόκειται για μία νόσο με τεράστια κλινική σημασία κυρίως λόγω της αντιμετώπισης φύσης της. Συνεπώς η έγκαιρη διάγνωση, ο ακριβής προσδιορισμός του ποσοστού στενώσεως καθώς και τα μορφολογικά χαρακτηριστικά της αθηρωματικής πλάκας, αποτελούν στοιχεία τα οποία θα διαμορφώσουν το πλαίσιο της αντιμετώπισης του ασθενή. Η υπερηχοτομογραφική μέθοδος είναι σχεδόν πάντα η 1η χρονικά απεικονιστική επιλογή, ενώ πολλές φορές αποτελεί και την μοναδική, προτού καταλήξουμε σε κάποια απόφαση.

Στην παρούσα εργασία επιχειρείται μία ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, με βασικό επίκεντρο τον αγγειακό υπέρηχο και την χρησιμότητα του. Στο 1ο κεφάλαιο, γίνεται μία σύντομη επισκόπηση της παθοφυσιολογίας της καρωτιδικής νόσου. Εν συνεχεία, στο 2ο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι διαθέσιμες απεικονιστικές μέθοδοι, η σημαντικότερη θέση του υπερήχου ανάμεσα σε αυτές καθώς και στοιχεία από έρευνες που συγκρίνουν τις μεθόδους αυτές ως προς την ακρίβεια και το κόστος τους. Στο επόμενο κεφάλαιο γίνεται μία παράθεση των θεραπευτικών επιλογών και των σύγχρονων κατευθυντήριων οδηγιών. Στο 4ο κεφάλαιο δίνεται έμφαση στα νεότερα

δεδομένα σχετικά με την υπερηχοτομογραφική μέθοδο και με ποιο τρόπο αυτά μπορεί στο μέλλον να διαδραματίσουν κάποιο ρόλο. Στο τελευταίο κεφάλαιο έχουμε τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τα ανωτέρω και μία σύντομη συζήτηση όσον αφορά τις μελλοντικές εξελίξεις.

2.ΠΑΘΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Περίπου το 80% όλων των ΑΕΕ είναι ισχαιμικής αιτιολογίας. Για το 20-30% υπεύθυνη είναι η στένωση της εξωκράνιας μοίρας της έσω καρωτίδας¹ ενώ στην ενδοκράνια μοίρα οφείλεται το 5-10% όλων των ΑΕΕ.² Η στένωση του καρωτιδικού διχασμού είναι αθηρωματικής αιτιολογίας. Η αρτηριοσκλήρυνση του διχασμού είναι μία προοδευτική διαδικασία και όπως αυτή εξελίσσεται αυξάνει και η πιθανότητα να συμβεί ρήξη της πλάκας. Η ρήξη αυτή έχει σαν αποτέλεσμα τον σχηματισμό θρόμβου και αρτηριακό εμβολισμό περιφερικότερα της βλάβης. Τα παροδικά αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια (TIAs) αφορούν σε νευρολογική σημειολογία η οποία έχει διάρκεια μικρότερη των 24 ωρών. Η καρωτιδική νόσος είναι υπεύθυνη για το 50% όλων των παροδικών αγγειακών εγκεφαλικών επεισοδίων.³ Μετά από ένα TIA η πιθανότητα για ένα επόμενο εγκεφαλικό επεισόδιο μπορεί να φτάσει μέχρι και το 20% για τον επόμενο μήνα¹, ενώ παραμένει αυξημένη σε σχέση με τον γενικό πληθυσμό ακόμα και μετά από 15 χρόνια.⁴

Η καρωτιδική στένωση θεωρείται συμπτωματική όταν συνοδεύεται από νευρολογική σημειολογία που οφείλεται σε παροδική ή μόνιμη ισχαιμία του αμφιβληστροειδή ή του εγκεφαλικού παρεγχύματος. Επίσης θεωρείται αιμοδυναμικά σημαντική όταν ξεπεράσει το 50%. Περίπου το 5-10% του πληθυσμού άνω των 65 ετών έχει μία ασυμπτωματική καρωτιδική στένωση άνω του 50%, ενώ ο αριθμός αυτός είναι σχετικά αυξημένος σε ασθενείς που έχουν γνωστή περιφερική αγγειακή

νόσο (15%), ανεύρυσμα της κοιλιακής αορτής (12%) και στεφανιαία νόσο (18%) ενώ επιβεβαιωμένοι παράγοντες κινδύνου είναι η υπέρταση, η δυσλιπιδαιμία, ο διαβήτης και το κάπνισμα. Είναι γνωστό πως η αύξηση της καρωτιδικής στένωσης συνοδεύεται από αυξημένη πιθανότητα εμφάνισης κάποιου νευρολογικού επεισοδίου. Πράγματι για μία ασυμπτωματική στένωση κάτω από 80%, υπάρχει μία πιθανότητα λίγο χαμηλότερη από 1% για κάποιο σύμβαμα εντός ενός έτους, ενώ η πιθανότητα αυτή αυξάνεται στο 4.8% όταν η στένωση αυτή ξεπεράσει το 90%.⁵

3. ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

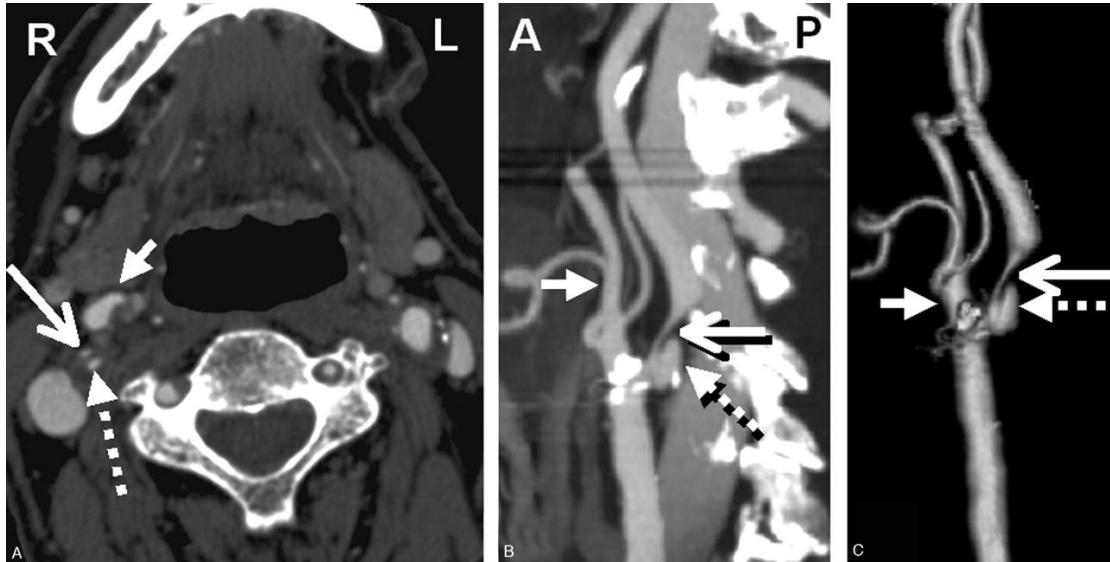
3.1 DSA

Η ψηφιακή αγγειογραφία είναι η μέθοδος που αποδίδει εικόνες ειδικά του αγγειακού συστήματος, με την έγχυση μικρής ποσότητας σκιαγραφικού υπό ακτινοσκόπηση, επιτυγχάνοντας 95% ευαισθησία, 99% ειδικότητα και 97% συνολική ακρίβεια.⁶ Η DSA είναι η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε στις πρώτες μεγάλες τυχαίοποιημένες μελέτες που απέδειξαν την χρησιμότητα της καρωτιδικής ενδαρτηρεκτομής έναντι της συντηρητικής θεραπείας σε συμπτωματικούς ασθενείς με αιμοδυναμικά σημαντική στένωση των καρωτίδων.



3.2 CTA

Το 1973, ο πρώτος αξονικός τομογράφος έφερε επανάσταση στην απεικόνιση του καρωτιδικού διχασμού πετυχαίνοντας ευαισθησία 100 φορές μεγαλύτερη από εκείνη της απλής δισδιάστατης κλασσικής αγγειογραφίας. Στην CTA χρησιμοποιώντας δισδιάστατες εγκάρσιες τομές προκαθορισμένου πάχους έχουμε την δυνατότητα μέσω ειδικών αλγορίθμων, την αυτόματη ανασύνθεση σε τρισδιάστατο μοντέλο μεγάλης ακρίβειας, ενώ ταυτόχρονα απαιτεί μικρότερη ποσότητα σκιαγραφικού σε σχέση με την κλασσική αγγειογραφία. Η CTA έχει διαγνωστική ακρίβεια που μπορεί να φτάσει και το 99%⁷, ενώ υποστηρίζεται η άποψη ότι μπορεί να γίνει ακόμα πιο ακριβής με τον συνυπολογισμό της ταχύτητας με την οποία διέρχεται το σκιαγραφικό από την στένωση.



3.3 MRA

Η προσθήκη σκιαγραφικού παράγοντα και η καταγραφή της ροής αυτού στην κλασσική τεχνική της μαγνητικής τομογραφίας οδήγησε στην νεότερη εκ των προαναφερθέντων μαγνητική αγγειογραφία (MRA). Μεταξύ των μεθόδων που

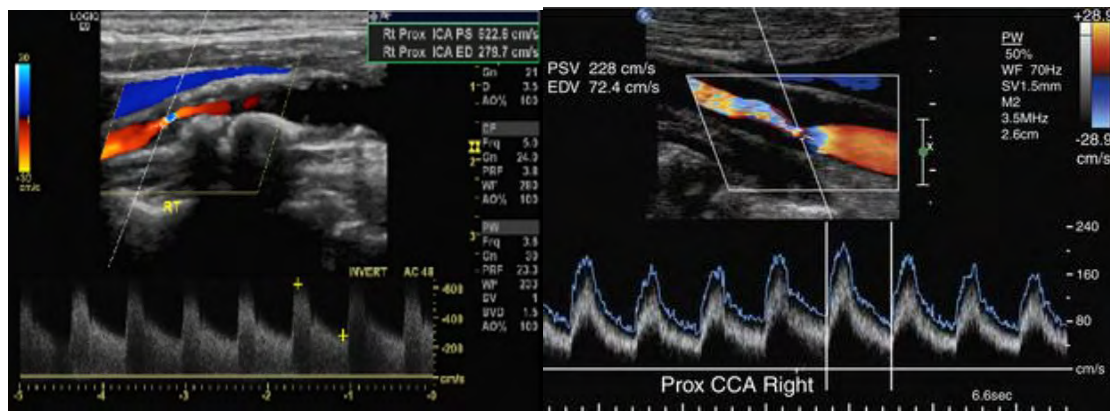
υπάρχουν για απεικόνιση του καρωτιδικού διχασμού μέσω μαγνητικού συντονισμού, οι 2 πιο συχνά χρησιμοποιούμενες είναι οι PC και TOF MRAs. Από μετα-αναλύσεις που έχουν γίνει για την αποτελεσματικότητα αυτών των μεθόδων βρέθηκε πως η ευαισθησία και η ειδικότητα της TOF MRA για την διάγνωση μίας σημαντικής στένωσης (70-90%) είναι 91.2% και 82.3% αντίστοιχα⁸, ενώ με την χρήση γαδολινίου μπορούμε να πάρουμε πληροφορίες για ακόμα μικρότερα αγγεία και τις διαστάσεις αυτών.



3.4 DUS

Η duplex υπερηχογραφία ως μία μέθοδος μη επεμβατική και ταυτόχρονα χαμηλού κόστους, έχει σήμερα αναλάβει πρωταρχικό ρόλο στην διάγνωση των παθήσεων του καρωτιδικού διχασμού. Πρόκειται ουσιαστικά για το «πάντρεμα» 2 τεχνικών, του παραδοσιακού B-mode υπερήχου, όπου οι εικόνες των ιστών που λαμβάνουμε είναι ουσιαστικά το αποτέλεσμα των ανακλώμενων ηχητικών κυμάτων και του έγχρωμου

Doppler υπερήχου που αναλύει φασματικά τις κινήσεις των υγρών στην εκάστοτε εικόνα. Η B-mode εικόνα σε συνδυασμό με την εκτίμηση της ταχύτητας στο σημείο της στένωσης, μας επιτρέπουν να κάνουμε μία σχετικά ακριβή εκτίμηση όσον αφορά την βαρύτητα της βλάβης. Σε μία μεγάλη αναδρομική μελέτη που συμπεριέλαβε πάνω από 1000 συμπτωματικούς ασθενείς, ο υπέρηχος αποδείχθηκε μία εξαιρετικά γρήγορη μέθοδος πάνω στην οποία στηρίχθηκε η απόφαση για χειρουργική αντιμετώπιση μέσα στις 2 πρώτες εβδομάδες της νοσηλείας.⁹ Επίσης ο υπέρηχος έχει την δυνατότητα να μας δώσει πληροφορίες σχετικά με το γενικότερο επίπεδο αθηροσκλήρυνσης στο αγγειακό σύστημα του ασθενή μέσω του υπολογισμού του IMT(intima media thickness) ή της αρτηριακής σκληρίας.



3.5 Συγκριτική ανάλυση

Παρά το γεγονός πως η DSA θεωρούταν για καιρό το gold standard για την διάγνωση της καρωτιδικής στένωσης, λόγω της επεμβατικής φύσης της ενέχει έναν κίνδυνο για AEE που μπορεί να φτάσει μέχρι και το 1.2%.¹⁰ Συνεπώς οι υπόλοιπες μέθοδοι χρησιμοποιούνται περισσότερο σαν πρώτη γραμμή διάγνωσης. Η CTA ενώ είναι μία αρκετά ακριβής και γρήγορη μέθοδος που μπορεί να μας δώσει και 3D εικόνες έχει το μειονέκτημα της χρήσης ακτινοβολίας και τους κινδύνους από τη χρήση

σκιαγραφικού. Επίσης πολλές φορές η επασβέστωση των αγγείων μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένη εκτίμηση της στένωσης. Η MRA από την άλλη μεριά ενώ έχει μεγαλύτερη ακρίβεια, έχει το μειονέκτημα του αυξημένου κόστους και του γεγονότος ότι είναι εξαιρετικά χρονοβόρα. Επίσης ένα μεγάλο ποσοστό ασθενών δεν ανέχεται εύκολα την εξέταση αυτή λόγω κλειστοφοβίας. Ο υπέρηχος, όντας η γρηγορότερη εξέταση εκ των προαναφερθέντων, έχει την ιδιαιτερότητα ότι τα αποτελέσματα του και συνεπώς η ακρίβεια των μετρήσεων του εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τον εξεταστή. Ένα μειονέκτημα επίσης του υπερήχου είναι το γεγονός πως αξιολογεί μία μικρή ανατομικά περιοχή, συνεπώς βλάβες του αρτηριακού σκέλους που ξεφεύγουν από αυτά τα όρια δεν γίνονται αντιληπτές. Όσον αφορά την ευαισθησία και ειδικότητα των απεικονιστικών αυτών τεχνικών για την διάγνωση σημαντικών στενώσεων(70-99%), από αποτελέσματα μετα-αναλύσεων παρατίθεται ο παρακάτω πίνακας^{11,12}.

	ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ	ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ
CTA	85% (CI 79-89%)	93% (CI 89-96%)
MRA	94% (CI 88-97%)	93% (CI 89-96%)
DUS	89% (CI 85-92%)	84% (CI 77-89%)

3.6 Κατευθυντήριες οδηγίες

Η Ευρωπαϊκή αγγειοχειρουργική εταιρία (ESVS), σε ομοφωνία με την European Society of Cardiology (ESC) και την European Stroke Organization (ESO) έχει δημοσιεύσει σύμφωνα με τα παραπάνω τις κατευθυντήριες οδηγίες όσον αφορά τις διαγνωστικές μεθόδους για την διάγνωση της καρωτιδικής νόσου^{16,43}. Σύμφωνα με

αυτές ο υπέρηχος είναι η μέθοδος πρώτης γραμμής, έχοντας ως ισάξιες εναλλακτικές επιλογές την αξονική αγγειογραφία και την μαγνητική αγγειογραφία. Όταν ωστόσο τίθεται το ερώτημα της διενέργειας καρωτιδικής ενδαρτηρεκτομής, ο υπέρηχος οφείλει να πλαισιώνεται από αξονική ή μαγνητική αγγειογραφία εκτός εάν μπορεί να επαναληφθεί από διαφορετικό εξεταστή. Με αυτόν τον τρόπο ξεπερνιέται το εμπόδιο της υποκειμενικότητας που εμπεριέχει η υπερηχοτομογραφική μέθοδος και δεν χρειάζεται κάποια άλλη εξέταση. Στην περίπτωση που η επέμβαση η οποία επιλέχθηκε είναι το καρωτιδικό stenting, ο υπέρηχος δεν είναι αρκετός συνεπώς μια αξονική ή μαγνητική αγγειογραφία είναι επιβεβλημένη ούτως ώστε να απεικονισθεί και το αορτικό τόξο, καθώς και ανατομικές πληροφορίες που μπορεί να φανούν χρήσιμες κατά την διενέργεια της αγγειοπλαστικής. Επίσης σύμφωνα πάλι με τις ευρωπαϊκές οδηγίες, η ψηφιακή αγγειογραφία αποτελεί μία μέθοδο που θα πρέπει να αποφεύγεται, όταν υπάρχει η πιθανότητα για επαναγγείωση της καρωτίδας λόγω της πιθανής επιπλοκής του ΑΕΕ, εκτός της περίπτωσης που υπάρχει μεγάλη ασυμφωνία μεταξύ των αποτελεσμάτων των υπόλοιπων μη επεμβατικών μεθόδων.

4.ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΕΣ ΕΠΙΛΟΓΕΣ

4.1 Καρωτιδική ενδαρτηρεκτομή

Η καρωτιδική ενδαρτηρεκτομή είναι μία επέμβαση που διενεργήθηκε για πρώτη φορά το 1954 από τον Eastcott. Πραγματοποιείται υπό γενική αναισθησία, γίνεται παρασκευή του καρωτιδικού διχασμού και clamping της κοινής, της έξω και της έσω καρωτίδας. Έπειτα έχουμε την αφαίρεση της αθηρωματικής πλάκας και σύγκλιση της αρτηριοτομής είτε πρωτογενώς είτε με την χρήση εμβολώματος ενώ υπάρχει και η δυνατότητα για ανάστροφη ενδαρτηρεκτομή. Στην σημερινή πρακτική η πρωτογενής συρραφή τείνει να εγκαταληφθεί εκτός από σπάνιες περιπτώσεις, καθότι έχει αποδειχθεί υποδεέστερη των άλλων 2 επιλογών.¹³ Η χρησιμότητα της

καρωτιδικής ενδαρτηρεκτομής έναντι της συντηρητικής φαρμακευτικής θεραπείας στην συμπτωματική καρωτιδική στένωση, έχει αποδειχθεί από 2 πολύ μεγάλες τυχαιοποιημένες κλινικές μελέτες. Η NASCET συμπεριέλαβε 2226 συμπτωματικούς ασθενείς. Το αποτέλεσμα αυτής της μελέτης ήταν ότι η υποομάδα που υπεβλήθη σε καρωτιδική ενδαρτηρεκτομή εμφάνισε κάποιο νέο ΑΕΕ στα επόμενα 2 χρόνια σε ποσοστό 9%, ενώ η υποομάδα που ακολούθησε την συντηρητική θεραπεία είχε αντίστοιχα 26% ($p < 0.001$). Στους ασθενείς με στένωση 50-69%, το όφελος από την χειρουργική θεραπεία παρέμεινε στατιστικά σημαντικό, αν και ελαφρώς μειωμένο, καθότι στα 5 χρόνια η πιθανότητα για ένα νέο επεισόδιο ήταν 15.7% για τους ασθενείς που υπεβλήθησαν στο χειρουργείο και 22.2% για το γκρουπ της συντηρητικής θεραπείας. Η ECST είχε πανομοιότυπα αποτελέσματα. Αυτές οι 2 μελέτες κατά κύριο λόγο έχουν διαμορφώσει και τις σημερινές κατευθυντήριες οδηγίες, σύμφωνα με τις οποίες η καρωτιδική ενδαρτηρεκτομή προτείνεται σε συμπτωματικούς ασθενείς με στένωση άνω του 50%, ενώ συστήνεται και για ασυμπτωματικούς ασθενείς με στενώσεις άνω του 60% και αυξημένη πιθανότητα νέου ΑΕΕ.

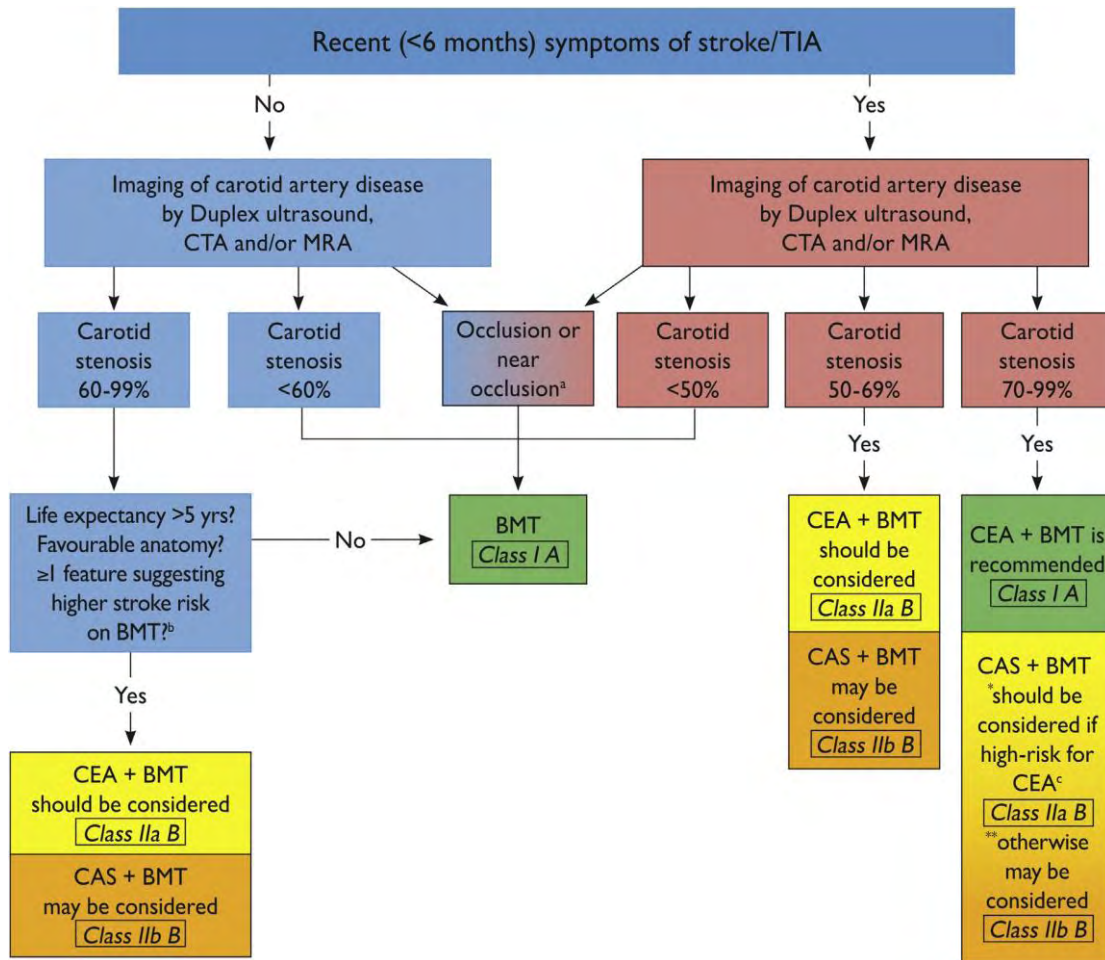
4.2 Stenting

Η αγγειοπλαστική με τοποθέτηση ενδονάρθηκα στην έσω καρωτίδα είναι μία σχετικά νέα εναλλακτική θεραπευτική προσέγγιση που δείχνει να κερδίζει υποστηρικτές τα τελευταία 15 χρόνια. Τα βασικά της πλεονεκτήματα έναντι της καρωτιδικής ενδαρτηρεκτομής, προέρχονται κυρίως από την λιγότερο επεμβατική φύση της και το γεγονός πως τα αποτελέσματα της δεν εξαρτώνται από τις συνοσηρότητες του ασθενούς. Πραγματοποιείται υπό τοπική αναισθησία και ο ασθενής συνήθως εξέρχεται μέσα στις επόμενες 2 ημέρες. Πολλές μεγάλες τυχαιοποιημένες κλινικές μελέτες επιχείρησαν να συγκρίνουν την καρωτιδική ενδαρτηρεκτομή (CEA) με τον

καρωτιδικό stenting (CAS). Από τα αποτελέσματα των περισσότερων από αυτές τις μελέτες, γίνεται φανερό πως το CAS είναι μία αποδεκτή εναλλακτική θεραπεία, έχοντας ωστόσο έναν αυξημένο περιεγχειρητικό κίνδυνο για κάποιο ΑΕΕ (σύμφωνα με τις EVA-3S και ICSS). Οι μετα-αναλύσεις που ακολούθησαν αυτές τις τυχαιοποιημένες μελέτες επαλήθευσαν την ανωτερότητα της καρωτιδικής ενδαρτηρεκτομής. Έτσι σήμερα οι ενδείξεις για CAS είναι η μη ευνοϊκή ανατομία για ανοικτή επέμβαση, οι ασθενείς υψηλού χειρουργικού κινδύνου, η επαναστένωση μετά από ενδαρτηρεκτομή και η προηγηθήσα ακτινοβολία του τραχήλου.

4.3 Συντηρητική θεραπεία

Η συντηρητική θεραπεία (best medical treatment) αφορά στην ρύθμιση των παραγόντων κινδύνου. Οι παράγοντες κινδύνου είναι η αρρυθμιστη αρτηριακή υπέρταση, τα αυξημένα επίπεδα χοληστερόλης στο αίμα, ο διαβήτης και το κάπνισμα. Επίσης όλοι οι ασθενείς με στένωση άνω του 50% οφείλουν να λαμβάνουν μονή αντιαμοπεταλιακή αγωγή¹⁴, ενώ στην περίπτωση του CAS, υπάρχει οδηγία για διπλή αντιαμοπεταλιακή αγωγή μετεγχειρητικά. Η θεραπεία με στατίνες επίσης έχει αποδείξει την χρησιμότητα της ανεξαρτήτου των επιπέδων χοληστερόλης στο αίμα.¹⁵ Η συντηρητική θεραπεία συστήνεται σε ασυμπτωματικούς ασθενείς με στενώσεις άνω του 60% όταν δεν υπάρχει καμία ένδειξη από την φύση της αθηρωματικής πλάκας πως υπάρχει πιθανότητα για ένα ενδεχόμενο ΑΕΕ. Παρακάτω παρατίθεται σχηματικά ο θεραπευτικός αλγόριθμος των σημερινών κατευθυντήριων οδηγιών.



4.4 Ασυμπτωματικοί ασθενείς

Ιδιαίτερη αναφορά οφείλει να γίνει για την ομάδα των ασθενών που έχουν μία ασυμπτωματική στένωση της έσω καρωτίδας άνω του 60%. Λόγω της ύπουλης απότομης εμφάνισης της νευρολογικής σημειολογίας, μάλιστα χωρίς προειδοποιητικά σημεία, ο προσδιορισμός της πλάκας εκείνης που έχει αυξημένο βαθμό επικινδυνότητας για ρήξη και περιφερικότερο εμβολισμό γίνεται μεγίστης σημασίας. Άρα η σκέψη για επέμβαση επαναγγείωσης της καρωτίδας, δεν μπορεί να λαμβάνει υπόψιν της μόνο τον βαθμό της στένωσης αλλά και τα χαρακτηριστικά της αθηρωματικής πλάκας. Αυτό επιτυγχάνεται με την χρήση των σύγχρονων

απεικονιστικών μεθόδων σαν εργαλεία πρόβλεψης των ασθενών που βρίσκονται σε αυξημένο κίνδυνο για μελλοντικά συμβάματα, είτε αυτοί ακολουθούν συντηρητική θεραπεία είτε έχουν προγραμματιστεί για καρωτιδική ενδαρτηρεκτομή ή αγγειοπλαστική.¹⁷ Ένα παράδειγμα αποτελεί το γεγονός ότι ένας παράγοντας κινδύνου για ΑΕΕ ως επιπλοκή του stenting, είναι η αθηροσκλήρυνση του αορτικού τόξου, ανεξαρτήτως του βαθμού της καρωτιδικής στένωσης, υποστηρίζοντας με αυτόν τον τρόπο την άποψη ότι μία απεικονιστική μέθοδος εκτός του υπέρηχου θα ήταν χρήσιμη ειδικά στην περίπτωση που ο ασθενής προγραμματίζεται για stenting.¹⁸ Εντούτοις μία πολλή μεγάλη ανασκόπηση που συμπεριέλαβε πάνω από 35000 καρωτιδικές ενδαρτηρεκτομές σε ασυμπτωματικούς ασθενείς, κατέληξε στην διαπίστωση πως ο υπέρηχος ήταν τον μοναδικό εργαλείο απεικόνισης στο 46% του συνόλου.¹⁹

4.5 Συμπεράσματα

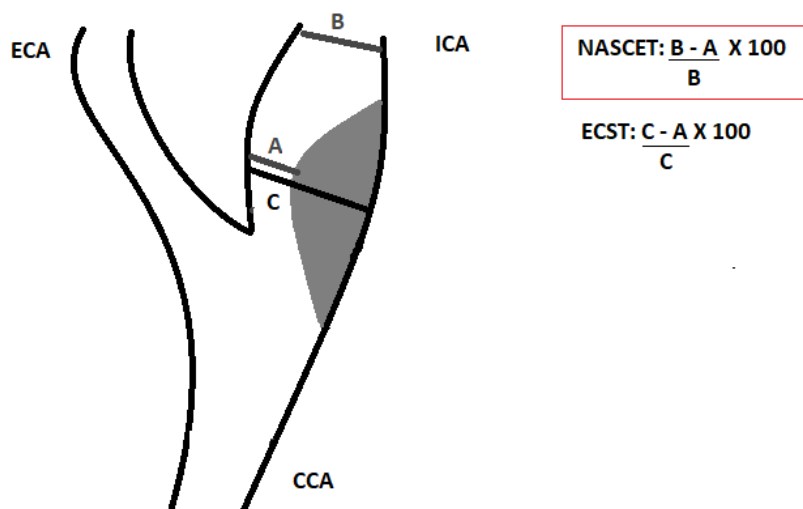
Η διαχείριση του συμπτωματικού ασθενή οφείλει να ξεκινάει με μία πλήρη αξιολόγηση των συμπτωμάτων των εγκεφαλικών βλαβών καθώς και της αγγειακής κατάστασης του ασθενή σε συνεργασία με έναν νευρολόγο. Ο υπέρηχος είναι η πρώτη επιλογή όσον αφορά την απεικόνιση, ακολουθούμενος από μία αξονική ή μαγνητική αγγειογραφία για την επιβεβαίωση της σοβαρότητας της στένωσης, την εξακρίβωση των εγκεφαλικών βλαβών και την αγγειακή ανατομία του εκάστοτε ασθενή. Οι μεγάλες τυχαίοποιημένες μελέτες και οι μετα-αναλύσεις που ακολούθησαν υπογραμμίζουν την ανωτερότητα της καρωτιδικής ενδαρτηρεκτομής έναντι του stenting ειδικά για μετρίου χειρουργικού κινδύνου ασθενείς από 70 ετών και άνω. Ωστόσο το stenting οφείλει να λογίζεται σαν μία εναλλακτική λύση στους

ασθενείς υψηλού χειρουργικού κινδύνου, με μεγάλα περιθώρια τεχνολογικής βελτίωσης, όταν πραγματοποιείται σε κέντρα μεγάλου όγκου περιστατικών από έμπειρους ιατρούς.

5. ΝΕΟΤΕΡΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

5.1 Υπολογισμός της στένωσης

Οι 2 μεγάλες τυχαιοποιημένες μελέτες που απέδειξαν την χρησιμότητα της καρωτιδικής ενδαρτηρεκτομής σε συμπτωματικούς ασθενείς ήταν η NASCET και η ECST. Οι 2 αυτές μελέτες χρησιμοποιούσαν για την διάγνωση και υπολογισμό του βαθμού στενώσεως την επεμβατική μέθοδο της αρτηριογραφίας ωστόσο ο τρόπος υπολογισμού του βαθμού στενώσεως ήταν διαφορετικός δημιουργώντας μια σύγχυση. Παρακάτω παρατίθεται σχηματικά οι 2 τρόποι υπολογισμού της στένωσης.



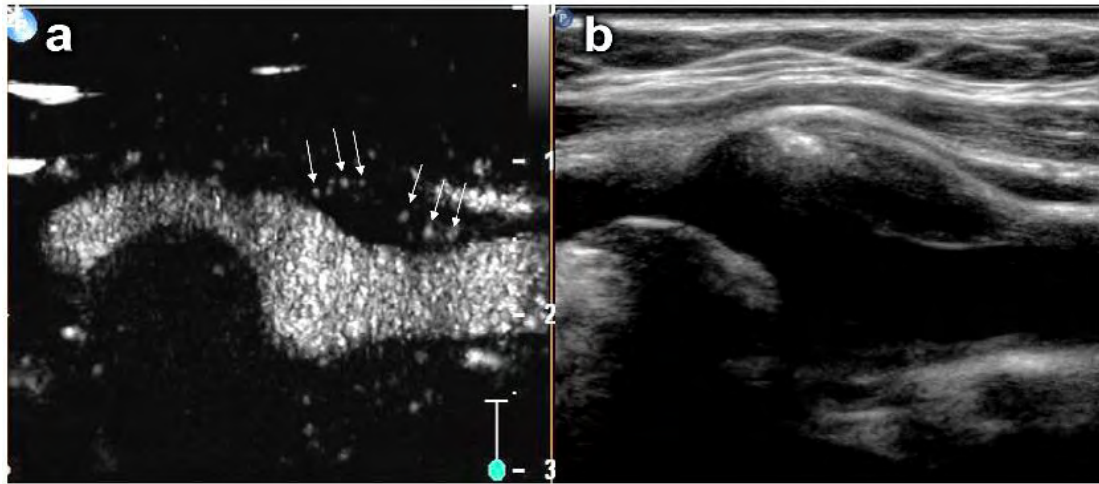
Όπως γίνεται φανερό, από την εικόνα, η ECST μέθοδος χρησιμοποιεί στον υπολογισμό της την αθηρωματική πλάκα στο σημείο του καρωτιδικού βολβού, ενώ η μέθοδος NASCET χρησιμοποιεί το περιφερικότερο υγιές τμήμα της έσω καρωτίδας με κάθε μία από τις μεθόδους αυτές να παρουσιάζει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της. Υπερηχογραφικά τώρα, για πολλά χρόνια ο τρόπος με τον οποίο υπολογιζόταν ο βαθμός στένωσης ήταν μέσω εγκάρσιων τομών. Η μέθοδος αυτή από μόνη της είχε ωστόσο περιορισμούς και για αυτόν το λόγο σήμερα πλαισιώνεται από την μέτρηση των ταχυτήτων ροής. Οποιαδήποτε στένωση άνω του 50% θεωρείται αιμοδυναμικά σημαντική ακριβώς για τον λόγο ότι προκαλεί μεταβολές στις ταχύτητες ροής. Με αυτόν τρόπο υπολογίζουμε στο σημείο μεγίστης στένωσης αλλά και σε πολλαπλά σημεία στο πεδίο ενδιαφέροντος την μέγιστη συστολική ταχύτητα(PSV) αλλά και την τελοδιαστολική ταχύτητα. Ο υπολογισμός του ποσοστού στενώσεως, βάσει των κατευθυντήριων οδηγιών φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.²⁰

STENOSIS (%)		DUPLEX VELOCITY CRITERIA				Plaque and Lumen
NASCET	ECST	PSVic	EDVic	PSVic/PSVic	PSVic/EDVcc	
Normal	Normal	<125	<40	<2	<8	Absent
<50	<70	<125	<40	<4	<8	Present
50-59	70-76	125-230	40-100	2-4	8-10	Narrowing
60-69	77-82	125-230	40-100	2-4	11-14	Narrowing
70-79	83-89	230-400	100-125	5-5	15-20	Narrowing
80-89	90-94	230-400	>125	>4.0	21-30	Narrowing
90-99	95-99	>400*	>125*	>4.0*	>30*	Narrowing

5.2 CEUS

Μία άλλη καινοτομία όσον αφορά τον αγγειακό υπέρηχο είναι η χρήση ενός ηχοενισχυτικού σκιαγραφικού παράγοντα που εμπεριέχει φυσαλίδες. Η τεχνική αυτή έρχεται σαν προσθήκη στον κλασσικό υπέρηχο, με στόχο την εξάλειψη περιορισμών

της duplex υπερηχογραφίας που αφορούν στην ελλιπή απεικόνιση λόγω λανθασμένης γωνίας πρόσφυσης του ηχοβολέα ή λόγω φαινομένου aliasing. Το ceus (**contrast enhanced ultrasound**) μας δίνει εικόνες σχετικές με την ροή στην έσω καρωτίδα σε πραγματικό χρόνο, χωρίς artefacts καθώς και πληροφορίες σχετικές με την δομή της επιφάνειας της αθηρωματικής πλάκας. Επίσης είναι εξαιρετικά χρήσιμο στην διαφοροδιάγνωση μεταξύ πολύ υψηλού ποσοστού στενώσεως και πλήρους απόφραξης, με πολλές μελέτες να επιβεβαιώνουν την υψηλή διαγνωστική του ευχέρεια να ξεχωρίζει τις πολύ στενωτικές βλάβες.²¹ Με αυτόν τον τρόπο έχει αποδειχθεί πως διαθέτει την δυνατότητα να παραμερίσει την DSA²⁴ (που θεωρείται σήμερα το gold standard για την διάγνωση της απόφραξης) και τους κινδύνους που ελλοχεύουν από την χρήση της.²³ Μεγάλη συνεισφορά έχει επίσης στην ταυτοποίηση ενός διαχωρισμού ενώ πληροφορίες μπορεί να παρέχει και για την πιθανή νεοαγγείωση εντός της αθηρωματικής πλάκας ή ακόμα και την ύπαρξη ελκωτικής εστίας. Σε μία μελέτη που αξιολογούσε ασυμπτωματικούς ασθενείς το ceus επιτυχώς διέγνωσε μία υποκλινική αθηροσκλήρωση, την οποία ο συμβατικός υπέρηχος δεν αναγνώρισε λόγω της χαμηλής ηχογένειας της²². Συμπερασματικά θα μπορούσαμε να πούμε πως ενώ η έγχρωμη duplex υπερηχογραφία με φασματική ανάλυση παραμένει η πρώτη επιλογή για απεικόνιση του καρωτιδικού διχασμού λόγω της ταχύτητας, της ακρίβειας και του χαμηλού κόστους της, το ceus είναι ένα νέο τεχνολογικό επίτευγμα που έρχεται να προσθέσει νέους ορίζοντες στην ήδη μεγάλη διαγνωστική ικανότητα του υπερήχου, μειώνοντας ταυτόχρονα την ανάγκη για χρήση άλλων μέσων που χρησιμοποιούν ως σκιαγραφικούς παράγοντες νεφροτοξικές ουσίες.



5.3 Αξιολόγηση της αθηρωματικής πλάκας

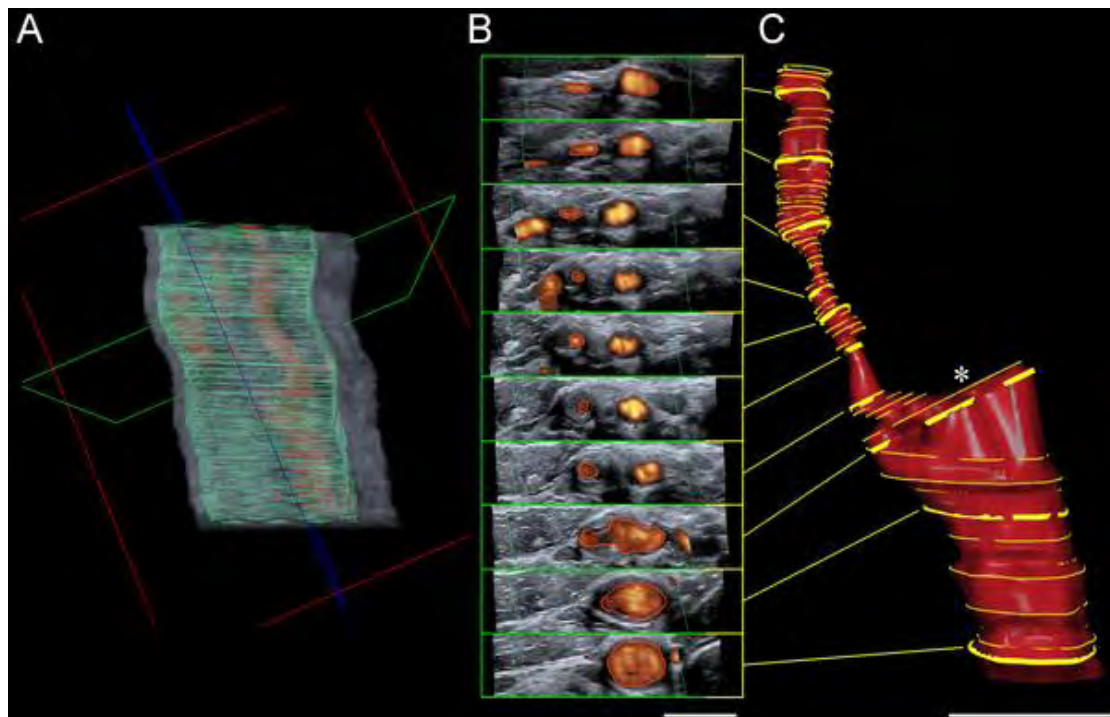
Η υπερηχοτομογραφική μέθοδος έχει την δυνατότητα να μας δώσει αδρές πληροφορίες σχετικά την σύσταση της αθηρωματικής πλάκας. Αυτό επιτυγχάνεται με τον χαρακτηρισμό της πλάκας αναλόγως των υπερηχογενών και τον υποηχογενών στοιχείων που την αποτελούν. Είναι αποδεδειγμένο από μελέτη που έχει πραγματοποιηθεί σε ασυμπτωματικούς ασθενείς, πως οι αθηρωματικές πλάκες που απαρτίζονται κατά πλειοψηφία από υποηχογενή στοιχεία έχουν περισσότερες πιθανότητες να προκαλέσουν κάποιο καρδιαγγειακό επεισόδιο²⁵. Ωστόσο επειδή σε αυτόν τον διαχωρισμό είναι έντονο και προβληματικό το στοιχείο της υποκειμενικότητας του εξεταστή, χρησιμοποιείται πλέον το GSM (gray scale median). Το GSM αποτελεί ένα καθολικά αποδεκτό μέτρο της ηχογένειας της πλάκας. Πολλές μελέτες έχουν αποδείξει την συσχέτιση του GSM με την πραγματική σύσταση της αθηρωματικής πλάκας μετά από ιστοπαθολογική ανάλυση του διεγχειρητικού παρασκευάσματος^{26,27,42}. Χαμηλότερα GSM scores έχουν συσχετισθεί με μεγαλύτερη εναπόθεση λιπιδίων και παραγόντων φλεγμονής, ενώ υψηλότερα GSM scores σημαίνουν μεγαλύτερες εναποθέσεις ασβεστίου. Η υποηχογένεια σε σημείο κοντά στον αυλό του αγγείου σημαίνει ταυτόχρονα και μεγαλύτερη

πιθανότητα εξέλκωσης²⁸. Μία άλλη μελέτη έδειξε υψηλότερη επίπτωση ΑΕΕ σε ασθενείς με χαμηλότερα GSM scores²⁹, ενώ χαμηλότερα είναι κατά κανόνα τα GSM στους διαβητικούς³⁰. Συμπερασματικά λοιπόν, η υπερηχογραφική ανάλυση της πλάκας μέσω του GSM είναι άλλη μία πτυχή του ρόλου που έχει ο υπέρηχος στην θεραπευτική προσέγγιση της καρωτιδικής νόσου και μάλιστα ιδιαίτερη αξία για την εκτίμηση του ρίσκου που έχει ο ασυμπτωματικός ασθενής για κάποιο μελλοντικό καρδιαγγειακό σύμβαμα.

5.4 Τρισδιάστατη υπερηχογραφική απεικόνιση

Ο δισδιάστατος υπέρηχος είναι αναμφίβολα ο ακρογωνιαίος λίθος στην διάγνωση της καρωτιδικής νόσου, παρέχοντας ακριβείς πληροφορίες γρήγορα και με ασφάλεια. Ακόμα και την σημερινή εποχή της τεχνολογικής εξέλιξης των CTA και MRA ο υπέρηχος είναι η πρώτη μας επιλογή. Ωστόσο οι εικόνες που λαμβάνουμε υπερηχογραφικά, θα μπορούσαμε να πούμε πως αποτελούν μία δισδιάστατη «βιοψία» μίας τρισδιάστατης δομής. Επιπρόσθετα υπάρχουν πλέον αποδείξεις ότι η σύσταση της πλάκας^{31,32}, η μορφολογία της^{33,34} και το μέγεθος³⁵ αποτελούν παράγοντες που συμβάλουν στην επικινδυνότητα για ρήξη. Η μόνιμη ανάγκη για εξέλιξη και τελειοποίηση των διαγνωστικών μεθόδων έχει φέρει στο προσκήνιο την τρισδιάστατη απεικόνιση που μπορεί να δώσει πληροφορίες για όλες αυτές τις παραμέτρους της αθηρωματικής πλάκας, για τις οποίες ο δισδιάστατος υπέρηχος, λόγω της φύσης του εμφανίζει αντικειμενικές δυσκολίες. Η τεχνική αυτή εμφανίστηκε αρχικά από την CT και την MRI εγκαινιάζοντας μία νέα εποχή στην ογκομετρική αγγειακή απεικόνιση. Ωστόσο πλέον μέσω εξειδικευμένου λογισμικού που ανασυνθέτει τις αποθηκευμένες εγκάρσιες εικόνες, είναι δυνατόν και ο υπέρηχος να μας παρέχει τρισδιάστατα μοντέλα, διατηρώντας ταυτόχρονα όλα τα πλεονεκτήματα που έχει η

υπερηχοτομογραφική μέθοδος σε σχέση με τις προαναφερθείσες διαγνωστικές μεθόδους όπως η ταχύτητα, το μειωμένο κόστος κτλ. Η καρδιολογία και η γυναικολογία είναι 2 πεδία όπου η τρισδιάστατη υπερηχογραφική απεικόνιση έχει ήδη σημαντική κλινική εφαρμογή³⁶. Όσον αφορά την απεικόνιση του καρωτιδικού δισχασμού, οι μελέτες που έχουν γίνει εστιάζουν κατά κύριο λόγο στον υπολογισμό του συνολικού όγκου της πλάκας (Total Plaque Volume), με κάποιες από αυτές να δείχνουν πως ο 3d υπέρηχος μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις να έχει μεγαλύτερη ακρίβεια στον χαρακτηρισμό της πλάκας από τον δισδιάστατο^{38,39}. Παρόλα αυτά ο 3d υπέρηχος είναι ακόμα μία μέθοδος ελάχιστα διαδεδομένη, συνεπώς χρειάζονται μεγαλύτερες μελέτες που να αποδεικνύουν τα οφέλη από την χρήση αυτής της πολλά υποσχόμενης τεχνικής, ιδίως όσον αφορά την τιλοποίηση του κινδύνου για τον ασυμπτωματικό ασθενή.



6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η μεγάλη τεχνολογική πρόοδος των τελευταίων δεκαετιών έχει φέρει επανάσταση και στον τομέα της απεικόνισης. Η διαγνωστική ακρίβεια σε συνδυασμό με την ταχύτητα και το γεγονός της μη ύπαρξης αντενδείξεων καθιστούν την duplex υπερηχογραφία ως την πρώτη μας επιλογή για την διάγνωση της καρωτιδικής νόσου. Αυτή η στρατηγική ωστόσο, μπορεί να αλλάξει αναλόγως της συμπτωματολογίας του ασθενή. Για παράδειγμα ένας ασθενής που εμφανίζεται στα επείγοντα με νευρολογική σημειολογία, η διενέργεια μίας CTA ή MRA όπου αυτό είναι δυνατό, θα μας δώσει πληροφορίες σχετικά και με το εγκεφαλικό παρέγχυμα, με αποτέλεσμα μία πιο ολοκληρωμένη εικόνα για την προέλευση της γενεσιουργού αιτίας. Επίσης όπως είδαμε και από τις πανευρωπαϊκές κατευθυντήριες οδηγίες, το πόρισμα του υπερήχου οφείλει να επιβεβαιώνεται και από μία αξονική ή μαγνητική αγγειογραφία όταν ο ασθενής πρόκειται να υποβληθεί σε κάποια παρέμβαση επαναγγείωσης. Αντιστοίχως, ίδια πρακτική επιβεβαίωσης του υπερηχογραφικού πορίσματος ακολουθούμε και όταν η στένωση αφορά σε ασυμπτωματικό ασθενή, καθότι η απόφαση για επέμβαση θα κριθεί από την ύπαρξη χαρακτηριστικών που θέτουν την υποψία για μελλοντικό ΑΕΕ. Η εξατομικευμένη αξιολόγηση του κινδύνου που διατρέχει ο ασυμπτωματικός ασθενής μέσω του ακριβή προσδιορισμού του βαθμού στένωσης καθώς και των μορφολογικών παραμέτρων της αθηρωματικής πλάκας είναι μεγίστης σημασίας καθότι το 89% των ασθενών αυτών, λαμβάνοντας μόνο φαρμακευτική θεραπεία, δεν θα εμφανίσει κάποιο σύμβαμα⁴⁰. Μία άλλη πλευρά της χρησιμότητας του υπερήχου που οφείλουμε να αναφέρουμε είναι η ικανότητα του να μας δώσει μία εικόνα για το γενικότερο επίπεδο αθηροσκλήρυνσης του αγγειακού συστήματος μέσω του υπολογισμού του Intima Media Thickness που αποτελεί έναν ανεξάρτητο παράγοντα κινδύνου για καρδιαγγειακές επιπλοκές⁴¹. Ο υπέρηχος, όπως και η αξονική και

μαγνητική τομογραφία, βρίσκεται και αυτός με την σειρά του σε μία δυναμική τεχνολογική κατάσταση καθότι τα τελευταία χρόνια, ενδιαφέρουσες προσθήκες έρχονται να προσθέσουν στην διαγνωστική του ακρίβεια. Η χρήση σκιαγραφικού υπέρηχων με μικροφουσαλίδες θα μας βοηθήσει να διαφοροδιαγνώσουμε την ατελή από την πλήρη απόφραξη με ότι αυτό συνεπάγεται θεραπευτικά για τον ασθενή, ενώ πληροφορίες θα πάρουμε και για δομή της επιφάνειας της πλάκας ή πιθανή νεοαγγείωση της. Με τον τρισδιάστατο υπέρηχο μπορούμε να υπολογίσουμε τον συνολικό όγκο της πλάκας αποφεύγοντας έτσι την χρήση ιοντίζουσας ακτινοβολίας που θα είχε μία αξονική αγγειογραφία ή το κόστος μίας MRA. Συμπερασματικά λοιπόν ο υπέρηχος θα συνεχίσει να είναι το πιο άμεσο εργαλείο στα χέρια του αγγειοχειρουργού για την πρώτη εικόνα του καρωτιδικού διχασμού παρά τους όποιους περιορισμούς ο υποκειμενική χαρακτήρας της εξέτασης έχει. Η τεχνολογική εξέλιξη στην οποία διαρκώς υπόκειται η ιατρική απεικόνιση, οδηγεί στην τελειοποίηση των ήδη υπάρχοντων διαγνωστικών εργαλείων και μπορεί να φέρει στο προσκήνιο και νέες μεθόδους. Για τον λόγο αυτό κρίνεται απαραίτητο να πραγματοποιούνται συχνά νέες μελέτες που να συγκρίνουν αυτά τα ευμετάβλητα μοντέλα όχι μόνο ως προς τη διαγνωστική τους ακρίβεια, αλλά και το κόστος, την προσβασιμότητα και την ταχύτητα τους.

Βιβλιογραφία

- [1] The Intercollegiate Working Party for Stroke. National Clinical Guidelines for Stroke. 2nd ed. London: Royal College of Physicians; 2004
- [2] Sacco RL. Clinical practice. Extracranial carotid stenosis. *N Engl J Med* 2001;345(15):1113–1118
- [3] Alpert JN. Extracranial carotid artery. Current concepts of diagnosis and management. *Tex Heart Inst J* 1991;18(2): 93–97
- [4] Clark TG, Murphy MF, Rothwell PM. Long term risks of stroke, myocardial infarction, and vascular death in “low risk” patients with a non-recent transient ischaemic attack. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2003;74(5):577–580
- [5] Goessens BM, Visseren FL, Algra A, Banga JD, van der Graaf Y; SMART Study Group. Screening for asymptomatic cardiovascular disease with noninvasive imaging in patients at high-risk and low-risk according to the European Guidelines on Cardiovascular Disease Prevention: the SMART study. *J Vasc Surg* 2006;43(3): 525–532
- [6] Chilcote WA, Modic MT, Pavlicek WA, Little JR, Furlan AJ, Duchesneau MP, et al. Digital subtraction angiography of the carotid arteries: a comparative study in 100 patients. *Radiology*. 1981;139:287–95.
- [7] Bozkurt F, Köse C, Sarı A. An inverse approach for automatic segmentation of carotid and vertebral arteries in CTA. *Expert Syst Appl*. 2018;93:358–75.
- [8] Debrey SM, Yu H, Lynch JK, Lovblad K-O, Wright VL, Janket S-JD, et al. diagnostic accuracy of magnetic resonance angiography for internal carotid

- artery disease: a systematic review and meta-analysis. *Stroke*. 2008;39:2237–48.
- [9] Kristensen T, Hovind P, Iversen HK, Andersen UB. Screening with doppler ultrasound for carotid artery stenosis in patients with stroke or transient ischaemic attack. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2018;38:617–21
- [10] Kuntz KM, Skillman JJ, Whittemore AD, Kent KC. Carotid endarterectomy in asymptomatic patients—is contrast angiography necessary? A morbidity analysis. *J Vasc Surg*. 1995;22:706–16
- [11] Koelemay MJW, Nederkoorn PJ, Reitsma JB, Majoie CB. Systematic review of computed tomographic angiography for assessment of carotid artery disease. *Stroke*. 2004;35:2306–12
- [12] Jm W, Fm C, Jj B, Wartolowska K, Non-invasive BE. Review: noninvasive imaging techniques may be useful for diagnosing 70% to 99% carotid stenosis in symptomatic patients. *Diagn ACP J Club*. 2006;145:77
- [13] Bond R, Reskasem K, Naylor AR, Aburahma AT, Rothwell PM. Systematic review of randomized controlled of patch angioplasty versus primary closure and different types of patch materials during carotid endarterectomy. *J Vasc Surg* 2004; 40: 1126-1135
- [14] Goldstein LB, Amarenco P, Zivin J. Statin treatment and stroke outcome in the Stroke Prevention by Aggressive Reduction in Cholesterol Levels (SPARCL) trial. *Stroke*. 2009 40(11):3526-31
- [15] Merwick Á1, Albers GW, Arsava EM, et al. Reduction in early stroke risk in carotid stenosis with transient ischemic attack associated with statin treatment. *Stroke*. 2013;44:2814-20

- [16] A.R. Naylor et al, ESVS Guidelines Committee. Management of Atherosclerotic Carotid and Vertebral Artery Disease: 2017 Clinical Practice Guidelines of the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2018
- [17] Bonati LH, Nederkoorn PJ. Clinical perspective of carotid plaque imaging. *Neuroimag Clin N Am* 2016;26:175-182
- [18] Faggioli GL, Ferri M, Freyrie A, et al. Aortic arch anomalies are associated with increased risk of neurological events in carotid stent procedures *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2007;33:436-441
- [19] National variation in preoperative imaging, carotid duplex ultrasound criteria, and thresholds for asymptomatic carotid stenosis. *J Vasc Surg* 2015;62:937-944
- [20] Grant EG, Benson CB, Moneta GL, Alexandrov AV, Baker JD, Bluth EI, et al. Carotid artery stenosis: grayscale and Doppler ultrasound diagnosis e Society of Radiologists in Ultrasound Consensus Conference. *Radiology* 2003;229:340e6.
- [21] Sidhu PS, Allan PL, Cattin F et al (2006) Diagnostic efficacy of SonoVue, a second generation contrast agent, in the assessment of extracranial carotid or peripheral arteries using colour and spectral Doppler ultrasound: a multicentre study. *Br J Radiol* 79:44–51
- [22] van den Oord SC, ten Kate GL, Akkus Z et al (2013) Assessment of subclinical atherosclerosis using contrast-enhanced ultrasound. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 14:56–61

- [23] Leffers AM, Wagner A (2000) Neurologic complications of cerebral angiography. A retrospective study of complication rate and patient risk factors. *Acta Radiol* 41:204–210
- [24] Holden A, Hope JK, Osborne M, Moriarty M, Lee K (2000) Value of a contrast agent in equivocal carotid ultrasound studies: pictorial essay. *Australas Radiol* 44:253–260
- [25] Nicolaides, A.N., Kakkos, S.K., Griffin, M., Sabetai, M., Dhanjil, S., Thomas, D.J., et al. (2005). Effect of image normalization on carotid plaque classification and the risk of ipsilateral hemispheric ischemic events: results from the asymptomatic carotid stenosis and risk of stroke study. *Vascular*, 13:211-221
- [26] Doonan RJ, Gorgui J, Veinot JP, Lai C, Kyriacou E, Corriveau MM, et al. Plaque echodensity and textural features are associated with histologic carotid plaque instability. *J Vasc Surg* 2016;64:671-6778.
- [27] El-Barghouty NM, Levine T, Ladva S, Flanagan A, Nicolaides A. Histological verification of computerised carotid plaque characterisation. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1996;11:414-6
- [28] Sztajzel R, Momjian S, Momjian-Mayor I, Murith N, Djebaili K, Boissard G, et al. Stratified gray-scale median analysis and color mapping of the carotid plaque: correlation with endarterectomy specimen histology of 28 patients. *Stroke* 2005;36:741-5.
- [29] El-Barghouty N, Geroulakos G, Nicolaides A, Androulakis A, Bahal V. Computer-assisted carotid plaque characterization. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1995;9:389-93

- [30] Ostling G, Hedblad B, Berglund G, Goncalves I. Increased echolucency of carotid plaques in patients with type 2 diabetes. *Stroke* 2007;38:2074-8
- [31] Grønholdt ML, Nordestgaard BG, Schroeder TV, Vorstrup S, Sillesen H. Ultrasonic echolucent carotid plaques predict future strokes. *Circulation* 2001;104:68–73
- [32] Kakkos SK, Stevens JM, Nicolaides AN, et al. Texture analysis of ultrasonic images of symptomatic carotid plaques can identify those plaques associated with ipsilateral embolic brain infarction. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2007;33:422–9
- [33] Prabhakaran S, Rundek T, Ramas R, et al. Carotid plaque surface irregularity predicts ischemic stroke: the northern Manhattan study. *Stroke* 2006;37:2696–701
- [34] Rothwell PM, Gibson R, Warlow CP. Interrelation between plaque surface morphology and degree of stenosis on carotid angiograms and the risk of ischemic stroke in patients with symptomatic carotid stenosis. On behalf of the European Carotid Surgery Trialists' Collaborative Group. *Stroke* 2000;31:615–21
- [35] Spence JD, Eliasziw M, DiCicco M, et al. Carotid plaque area: a tool for targeting and evaluating vascular preventive therapy. *Stroke* 2002;33:2916–22
- [36] Lang RM, Mor-Avi V, Sugeng L, Nieman PS, Sahn DJ. Three-dimensional echocardiography: the benefits of the additional dimension. *J Am Coll Cardiol* 2006;48(21):2053–69
- [37] U-King-Im JM, Young V, Gillard JH. Carotid-artery imaging in the diagnosis and management of patients at risk of stroke. *Lancet Neurol* 2009;8:569–80

- [38] Heliopoulos J, Vadikolias K, Piperidou C, Mitsias P. Detection of carotid artery plaque ulceration using 3-dimensional ultrasound. *J Neuroimaging* 2011;21:126–31
- [39] Schminke U, Hilker L, Motsch L, Griewing B, Kessler C. Volumetric assessment of plaque progression with 3-dimensional ultrasonography under statin therapy. *J Neuroimaging* 2002;12:245–51
- [40] Jaff, M.R., Goldmakher, G.V., Lev, M.H., Romero, J.M.(2008) Imaging of the carotid arteries: the role of duplex ultrasonography, magnetic resonance arteriography, and computerized tomographic arteriography. *Vasc Med.*;13(4):281-92.
- [41] Guaricci A.I.,Arcadi T.,Brunetti N.D.,Maffei E.Montrone, D.Martini C.et al.Carotid intima media thickness and coronary atherosclerosis linkage in symptomatic intermediate risk patients evaluated by coronary computed tomography angiography.*Int. J. Cardiol.* Aug 2014; 30 (Elsevier Ireland Ltd): 6-11
- [42] Matsagas MI, Vasdekis SN, Gugulakis AG, Lazaris A, Foteinou M, Sechas MN. Computer-assisted ultrasonographic analysis of carotid plaques in relation to cerebrovascular symptoms, cerebral infarction, and histology. *Ann Vasc Surg.* 2000;14(2):130-137
- [43] Victor Aboyans et al. 2017 ESC Guidelines on the Diagnosis and Treatment of Peripheral Arterial Diseases, in collaboration with the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *European Heart Journal* (2018) 39, 763–821