



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

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

**Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΥΠΕΡΗΧΟΤΟΜΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΩΣ
ΕΞΕΤΑΣΗ ΠΡΟΛΗΨΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΤΗΣ ΑΣΥΜΠΤΩΜΑΤΙΚΗΣ
ΣΤΕΝΩΣΗΣ ΚΑΡΩΤΙΔΑΣ**

υπό

ΝΤΑΛΙΑΝΗ ΔΗΜΗΤΡΙΟ

Ειδικό Παθολόγο

Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των
απαιτήσεων για την απόκτηση του
Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών
«Υπερηχογραφική λειτουργική απεικόνιση για
την πρόληψη και διάγνωση των αγγειακών παθήσεων»

Λάρισα 2024,

Επιβλέπων: *Κακίσης Ιωάννης, Καθηγητής Αγγειοχειρουργικής, Αγγειοχειρουργική Κλινική Πανεπιστημίου Αθηνών, «Αττικών» Νοσοκομείο, Αθήνα*

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

1. *Ιωάννης Κακίσης, Καθηγητής Αγγειοχειρουργικής, Ιατρική Σχολή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών*
2. *Αθανάσιος Γιαννούκας, Καθηγητής Αγγειοχειρουργικής, Τμήμα Ιατρικής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας*
3. *Κωνσταντίνος Γ. Μουλακάκης, Αναπληρωτής Καθηγητής Αγγειοχειρουργικής, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθήνας*

Τίτλος εργασίας στα αγγλικά:

The role of ultrasound as a screening tool in the diagnosis of asymptomatic carotid stenosis

Πίνακας Περιεχομένων

Πίνακας Περιεχομένων	1
Περίληψη στα Ελληνικά	2
Περίληψη στα Αγγλικά	3
Ευρετήριο Εικόνων	4
Ευρετήριο Πινάκων	4
Κατάλογος Συντομογραφιών	5
Εισαγωγή-Γενικό Μέρος	6
Σύντομη ιστορική αναδρομή της υπερηχοτομογραφίας	6
Υπεροχοτομογραφία και αγγειακή νόσος	6
Ο ρόλος της υπερηχοτομογραφίας για τον έλεγχο της ασυμπτωματικής καρωτιδικής στένωσης	8
Ειδικό μέρος-Ανασκόπηση της αποτελεσματικότητας του υπερηχοτομογραφήματος στην διάγνωση και πρόληψη της ασυμπτωματικής καρωτιδικής στένωσης	9
Σκοπός	9
Μεθοδολογία	9
Επιλογή μελετών	10
Κυριότερα σημεία των επιλεγμένων μελετών	12
Αποτελέσματα	23
Συζήτηση	24
Βιβλιογραφικές αναφορές	28

Περίληψη

Με την συγκεκριμένη βιβλιογραφική ανασκόπηση αξιολογήθηκε η αποτελεσματικότητα του υπερηχογραφικού ελέγχου για την διάγνωση της ασυμπτωματικής στένωσης της καρωτιδικής αρτηρίας, μέσω ανάλυσης 17 μελετών από το 1999 έως το 2018. Ο επιπολασμός της ασυμπτωματικής καρωτιδικής στένωσης ποικίλλει σημαντικά σε διάφορους πληθυσμούς, με ποσοστά στένωσης $\geq 50\%$ που κυμαίνονται από 4,2% στον γενικό πληθυσμό έως πάνω από 20% σε ομάδες υψηλού κινδύνου [9,18]. Η ηλικία και το φύλο επηρεάζουν σημαντικά τον επιπολασμό, με τα ποσοστά να αυξάνονται σημαντικά μετά την ηλικία των 60 ετών [10]. Οι τρέχουσες κατευθυντήριες οδηγίες, συμπεριλαμβανομένων εκείνων της European Society for Vascular Surgery (ESVS) και της U.S. Preventive Services Task Force (USPSTF), αποκλίνουν ως προς τις συστάσεις διαλογής [11,12]. Ενώ δεν συνιστάται έλεγχος ρουτίνας στον γενικό πληθυσμό, ο στοχευμένος έλεγχος μπορεί να είναι επωφελής για τα άτομα υψηλού κινδύνου, ιδίως εκείνα με πολλαπλούς παράγοντες καρδιαγγειακού κινδύνου [7,17]. Οι μελέτες κατέδειξαν με συνέπεια την υψηλή διαγνωστική ακρίβεια των υπερήχων, με ευαισθησία 98% και ειδικότητα 88% για την ανίχνευση στένωσης $\geq 50\%$ [16]. Σήμερα η συμμόρφωση του πληθυσμού ως προς την εφαρμογή της βέλτιστης φαρμακευτικής θεραπείας έχει μειώσει τον ετήσιο κίνδυνο εγκεφαλικού επεισοδίου σε ασυμπτωματικούς ασθενείς σε 0,5-1% ετησίως [14], επηρεάζοντας τη σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας των προγραμμάτων προληπτικού ελέγχου. Με χρήση μαθηματικών μοντέλων υπολογίστηκε πως 4.348 άτομα θα πρέπει να ελεγχθούν για την πρόληψη ενός εγκεφαλικού επεισοδίου σε διάστημα 5 ετών [17]. Οι βασικοί παράγοντες κινδύνου που εντοπίστηκαν σε όλες τις μελέτες περιλαμβάνουν την προχωρημένη ηλικία, τον σακχαρώδη διαβήτη, την υπέρταση και την περιφερική αγγειακή νόσο [21,24,25]. Αρκετές μελέτες κατέδειξαν ότι ο στοχευμένος έλεγχος σε πληθυσμούς υψηλού κινδύνου, ιδίως σε εκείνους με πολλαπλούς παράγοντες κινδύνου, θα μπορούσε να είναι τόσο κλινικά ωφέλιμος όσο και οικονομικά αποδοτικός [23,24]. Οι πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις στην υπερηχογραφική απεικόνιση μπορούν να βελτιώσουν περαιτέρω την αξιολόγηση της στένωσης και τον χαρακτηρισμό της πλάκας [6].

Λέξεις κλειδιά: Καρωτιδική στένωση, Ασυμπτωματική Στένωση Καρωτίδας, Υπερηχοτομογραφία Duplex, Προληπτικός Έλεγχος, Ανασκόπηση

Abstract

This comprehensive review evaluated the effectiveness of ultrasound screening for asymptomatic carotid artery stenosis through an analysis of 17 studies from 1999 to 2018. The prevalence of asymptomatic carotid stenosis varies significantly across populations, with rates of $\geq 50\%$ stenosis ranging from 4.2% in the general population to over 20% in high-risk groups [9,18]. Age and gender significantly influence prevalence, with rates increasing notably after age 60 [10]. Current guidelines, including those from the European Society for Vascular Surgery and U.S. Preventive Services Task Force, diverge on screening recommendations [11,12]. While routine screening in the general population is not recommended, targeted screening may be beneficial for high-risk individuals, particularly those with multiple cardiovascular risk factors [7,17]. The studies consistently demonstrated ultrasound's high diagnostic accuracy, with sensitivity of 98% and specificity of 88% for detecting $\geq 50\%$ stenosis [16]. Modern medical therapy has reduced annual stroke risk in asymptomatic patients to 0.5-1% per year [14], affecting the cost-effectiveness of screening programs. Mathematical modeling suggests 4,348 people would need to be screened to prevent one stroke over 5 years [17]. Key risk factors identified across studies include advanced age, diabetes mellitus, hypertension, and peripheral vascular disease [21,24,25]. Several studies demonstrated that focused screening in high-risk populations, particularly those with multiple risk factors, could be both clinically valuable and cost-effective [23,24]. Recent technological advances in ultrasound imaging may further improve stenosis assessment and plaque characterization [6].

Key words: Carotid Stenosis, Asymptomatic Carotid Stenosis, Ultrasound Duplex, Screening, Review

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1: Διάγραμμα ροής

Εικόνα 2: Κριτήρια ένταξης και αποκλεισμού

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1: Συγκεντρωτικός πίνακας μελετών και αποτελεσμάτων

Κατάλογος συντομογραφιών

ACAS: Asymptomatic Carotid Artery Stenosis

CAS: Carotid Artery Stenosis

CEA: Carotid Endarectomy

CW : Continues Wave

ECST: European Carotid Surgery Trial

ESVS: European Society for Vascular Surgery

NASCET: North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial

OR :odds Ratio

USPSTF: U.S. Preventive Services Task Force

AEE: Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο

Εισαγωγή

Σύντομη ιστορική αναδρομή της υπερηχοτομογραφίας

Η απεικόνιση με υπερήχους έχει φέρει επανάσταση στην ιατρική διάγνωση από την εισαγωγή της στη δεκαετία του 1940, εξελισσόμενη από στρατιωτική τεχνολογία σόναρ σε απαραίτητο κλινικό εργαλείο. Η τεχνική βασίζεται στο πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο, όπου κρύσταλλοι μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια σε ηχητικά κύματα υψηλής συχνότητας και ανιχνεύουν την ηχώ τους καθώς ανακλώνται από επιφάνειες ιστών [1,2]. Αυτές οι ανακλάσεις επεξεργάζονται για τη δημιουργία εικόνων σε πραγματικό χρόνο, με τα σύγχρονα συστήματα να λειτουργούν σε συχνότητες μεταξύ 2-20 MHz. Σημαντική ανακάλυψη έγινε με την ανάπτυξη της απεικόνισης σε πραγματικό χρόνο με την B mode λειτουργία τη δεκαετία του 1970, ακολουθούμενη από την τεχνολογία έγχρωμου Doppler τη δεκαετία του 1980, η οποία επέτρεψε την απεικόνιση των προτύπων ροής του αίματος [3]. Περαιτέρω εξελίξεις περιλάμβαναν την Harmonic imaging, η χρήση σκιαγραφικών και η δυνατότητα τρισδιάστατης απεικόνισης, βελτιώνοντας δραματικά την ποιότητα της εικόνας και τη διαγνωστική ακρίβεια [4].

Υπερηχοτομογραφία και αγγειακή νόσος

Στην αγγειοχειρουργική και αγγειολογία, οι υπέρηχοι έχουν καταστεί ιδιαίτερα πολύτιμοι λόγω της ικανότητάς τους να παρέχουν τόσο ανατομικές όσο και λειτουργικές πληροφορίες μη επεμβατικά. Για την καρωτιδική νόσο, χρησιμεύει ως το κύριο εργαλείο πρόληψης και διάγνωσης, προσφέροντας λεπτομερή απεικόνιση των τοιχωμάτων των αγγείων και των αθηρωματικών πλακών, ενώ παράλληλα ποσοτικοποιεί τις ταχύτητες ροής του αίματος [5]. Η ασφάλεια, η οικονομική αποδοτικότητα και οι δυνατότητες απεικόνισης σε πραγματικό χρόνο έχουν καθιερώσει τον υπέρηχο ως ακρογωνιαίο λίθο της σύγχρονης ιατρικής απεικόνισης, ιδίως στην καρδιαγγειακή διάγνωση [6]. Η αθηρωματική στένωση της καρωτίδας αποτελεί σημαντική πρόκληση για την υγειονομική περίθαλψη, καθώς ευθύνεται για περίπου 10-15% όλων των ισχαιμικών Αγγειακών Εγκεφαλικών Επεισοδίων (ΑΕΕ). Ενώ για τη συμπτωματική καρωτιδική στένωση υπάρχουν σαφώς καθορισμένα πρωτόκολλα αντιμετώπισης, η βέλτιστη προσέγγιση της ασυμπτωματικής καρωτιδικής στένωσης παραμένει αντικείμενο σημαντικής συζήτησης [7]. Η ασυμπτωματική καρωτιδική στένωση αναφέρεται σε στένωση του αυλού >50% χωρίς συμπτώματα καρωτιδικής

προσβολής τους τελευταίους 6 μήνες [8]. Ο επιπολασμός της αθηρωματικής καρωτιδικής στένωσης αυξάνεται με την ηλικία και παρουσιάζει αξιοσημείωτες διαφορές μεταξύ των δύο φύλων. Πρόσφατα επιδημιολογικά δεδομένα υποδεικνύουν ότι στο γενικό πληθυσμό, η μέτρια στένωση (>50%) αφορά περίπου το 4,2% των ενηλίκων, ενώ η σοβαρή στένωση (>70%) είναι παρούσα σε περίπου 1,7% του πληθυσμού [9]. Σε καυκάσιους πληθυσμούς, στένωση 50% εντοπίστηκε στο 2,3% των ανδρών στην έκτη δεκαετία, η οποία αυξήθηκε σε 7,5% μέχρι την ηλικία των 80 ετών, ενώ στις γυναίκες, τα αντίστοιχα ποσοστά ήταν 2,0% και 5,0%, αντίστοιχα [10]. Οι τρέχουσες κατευθυντήριες οδηγίες για τη διαχείριση της ασυμπτωματικής καρωτιδικής στένωσης παρουσιάζουν διαφορές μεταξύ των διαφόρων οργανώσεων. Οι κατευθυντήριες οδηγίες της ESVS συνιστούν καρωτιδική ενδαρτηρεκτομή (CEA) σε επιλεγμένους ασθενείς με ασυμπτωματική στένωση 60-99% που παρουσιάζουν συγκεκριμένα απεικονιστικά χαρακτηριστικά που υποδηλώνουν αυξημένο κίνδυνο για AEE [11]. Ωστόσο, η USPSTF συμβουλεύει κατά του ελέγχου ρουτίνας για την ασυμπτωματική καρωτιδική στένωση στον γενικό πληθυσμό των ενηλίκων, επικαλούμενη τον χαμηλό επιπολασμό και τους πιθανούς κινδύνους περίξ της παρέμβασης[12]. Σε ότι αφορά την διαχείριση της ασυμπτωματικής καρωτιδικής στένωσης υπάρχει σημαντική εξέλιξη με τη βελτίωση της φαρμακευτικής θεραπείας. Σύγχρονες μελέτες καταδεικνύουν ετήσια ποσοστά εγκεφαλικών επεισοδίων 0,34-1,4% σε ασθενείς που λαμβάνουν βέλτιστη φαρμακευτική θεραπεία, σημαντικά χαμηλότερα από εκείνα που παρατηρήθηκαν σε προηγούμενες μελέτες-ορόσημα [13,14]. Αυτή η βελτίωση έχει προκαλέσει συνεχή συζήτηση σχετικά με το ρόλο των επεμβάσεων επαναγγείωσης. Επί του παρόντος, τυχαιοποιημένες μελέτες μεγάλης κλίμακας, όπως οι CREST-2 και ECST-2, διερευνούν κατά πόσον η βέλτιστη φαρμακευτική θεραπεία από μόνη της μπορεί να είναι επαρκής για επιλεγμένους ασθενείς με ασυμπτωματική στένωση [15].

Ο ρόλος των υπερήχων στον έλεγχο για την ασυμπτωματική καρωτιδική στένωση

Η υπερηχογραφία Duplex χρησιμοποιείται ευρέως ως μη επεμβατικό εργαλείο προληπτικού ελέγχου για τη στένωση της καρωτιδικής αρτηρίας, προσφέροντας τόσο ανατομική όσο και αιμοδυναμική εκτίμηση. Ενώ η τεχνική παρουσιάζει καλή ακρίβεια με ευαισθησία 98% και ειδικότητα 88% για την ανίχνευση στένωσης $\geq 50\%$, ο ρόλος της στον έλεγχο ασυμπτωματικών πληθυσμών παραμένει αμφιλεγόμενος [16]. Οι τρέχουσες κατευθυντήριες γραμμές, συμπεριλαμβανομένων των κατευθυντήριων γραμμών του European Stroke Organization του 2021 και της σύστασης της USPTF του 2014, συνιστούν να μην γίνεται έλεγχος ρουτίνας για την ασυμπτωματική καρωτιδική στένωση στον γενικό πληθυσμό [7,17]. Η σύσταση αυτή βασίζεται σε διάφορους παράγοντες: τον χαμηλό επιπολασμό της σημαντικής στένωσης στον γενικό πληθυσμό ($\approx 1\%$), τον υψηλό αριθμό ψευδώς θετικών αποτελεσμάτων κατά τον έλεγχο πληθυσμών χαμηλού επιπολασμού και τους κινδύνους που σχετίζονται με επακόλουθες εξετάσεις ή περιττές παρεμβάσεις [17]. Η σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας του προσυμπτωματικού ελέγχου αμφισβητείται περαιτέρω από τον μειούμενο ετήσιο κίνδυνο εγκεφαλικού επεισοδίου σε ασυμπτωματικούς ασθενείς που λαμβάνουν την ενδεδειγμένη φαρμακευτική θεραπεία (τώρα περίπου 0,5-1% ετησίως) [14]. Σύμφωνα με την ανάλυση μαθηματικών μοντέλων, υποδεικνύει ότι 4.348 άτομα θα πρέπει να ελεγχθούν για την πρόληψη ενός εγκεφαλικού επεισοδίου μετά από 5 χρόνια [17]. Ωστόσο, ο στοχευμένος έλεγχος θα μπορούσε να είναι κατάλληλος σε επιλεγμένους πληθυσμούς υψηλού κινδύνου, όπως αυτοί με πολλαπλούς παράγοντες καρδιαγγειακού κινδύνου [11]. Η ανάπτυξη επικυρωμένων εργαλείων ταξινόμησης κινδύνου θα μπορούσε να βοηθήσει στον εντοπισμό των πληθυσμών που θα ωφελούνταν περισσότερο από τον έλεγχο, βελτιώνοντας ενδεχομένως τη σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας [7]. Οι πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις στους υπερήχους, συμπεριλαμβανομένων των υπερήχων ενισχυμένων με σκιαγραφικό και της τρισδιάστατης απεικόνισης, μπορούν να βελτιώσουν την ακρίβεια της εκτίμησης της στένωσης και του χαρακτηρισμού της πλάκας [6]. Ωστόσο, χρειάζονται ακόμη στοιχεία για να καθοριστεί κατά πόσον οι εξελίξεις αυτές θα μπορούσαν να καταστήσουν τον έλεγχο πιο οικονομικά αποδοτικό σε συγκεκριμένους πληθυσμούς.

Ανασκόπηση της αποτελεσματικότητας του υπερηχογραφήματος ως εργαλείο διάγνωσης και πρόληψης της ασυμπτωματικής καρωτιδικής στένωσης

Σκοπός

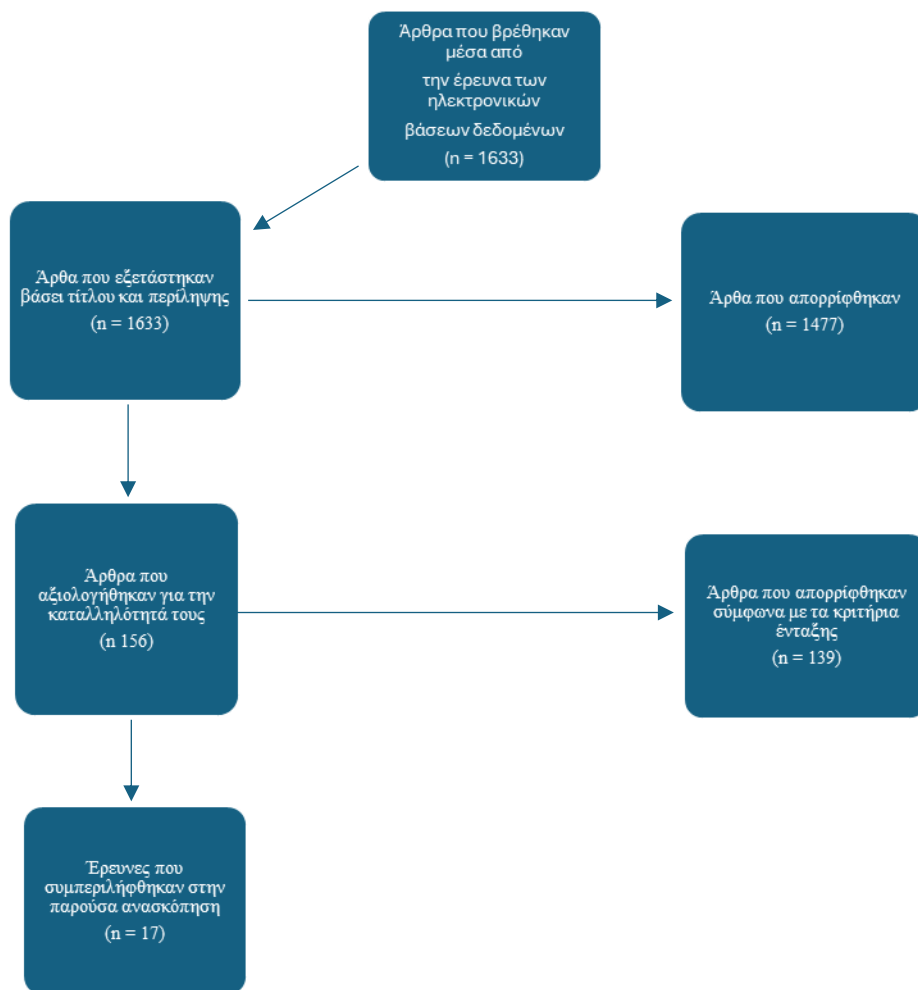
Ο στόχος της παρούσας ερευνητικής εργασίας ήταν να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα και η καταλληλότητα του υπερηχογραφικού ελέγχου για την διάγνωση της ασυμπτωματικής στένωσης της καρωτίδας με ανασκόπηση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας και των μελετών και να εκτιμηθεί ο επιπολασμός της ασυμπτωματικής καρωτιδικής στένωσης τόσο σε γενικούς πληθυσμούς όσο και σε πληθυσμούς υψηλού κινδύνου, να αξιολογηθεί η ακρίβεια των υπερήχων ως εργαλείο πρόληψης και να προσδιοριστεί η σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας των διαφόρων προσεγγίσεων διαλογής. Μέσω της ανάλυσης 17 μελετών από το 1999 έως το 2018, η έρευνα επιδίωξε να προσδιορίσει ποιοι πληθυσμοί θα μπορούσαν να επωφεληθούν περισσότερο από τον έλεγχο, να επανεξετάσει τις τρέχουσες κατευθυντήριες γραμμές σε σχέση με τα αναδυόμενα στοιχεία και να κατανοήσει τα ποσοστά εξέλιξης της νόσου και τις επιπτώσεις τους στα πρωτόκολλα ελέγχου.

Μεθοδολογία

Η παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση διεξήχθη για την αναζήτηση, ανάκτηση και αξιολόγηση των ευρημάτων, από μια σειρά επιλεγμένων μελετών. Η στρατηγική αναζήτησης που χρησιμοποιήθηκε περιγράφεται παρακάτω. Η βιβλιογραφική ανασκόπηση πραγματοποιήθηκε με αναζήτηση στην ηλεκτρονική βάση δεδομένων Medline/Pubmed έως τον Νοέμβριο του 2024 χωρίς χρονικό περιορισμό όσον αφορά το έτος δημοσίευσης. Η γλώσσα στην οποία διεξήχθη η αναζήτηση ήταν η αγγλική και χρησιμοποιήθηκαν οι ακόλουθοι όροι: ("Ultrasonography, Doppler, Duplex", "Carotid Stenosis", "Ultrasonography, Doppler", "Carotid Artery Diseases", "Vascular Diseases"[Mesh], "Diagnosis". Η αναζήτηση πραγματοποιήθηκε με τη χρήση όρων πλέγματος με τους προαναφερόμενους όρους να συνδέονται μεταξύ τους με τον όρο AND με βάση τη λογική Boolean. Η στρατηγική αναζήτησης χρησιμοποίησε το πλαίσιο PICOS (Population, Intervention, Comparison, Outcomes, Outcomes and Study Design) με στόχο έναν ενήλικο πληθυσμό που υποβάλλεται σε εξέταση με υπερηχογράφημα καρωτίδων, συγκρίνοντας διαφορετικές διαγνωστικές μεθόδους και αξιολογώντας αποτελέσματα όπως η διαγνωστική ακρίβεια και η κλινική χρησιμότητα σε μελέτες παρατήρησης ή/και κλινικές δοκιμές.

Επιλογή μελετών

Από την αρχική αναζήτηση σε βάσεις δεδομένων προέκυψαν 1.633 άρθρα, τα οποία ελέγχθηκαν σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές PRISMA. Εφαρμόστηκαν φίλτρα για την αγγλική γλώσσα, τον ενήλικο πληθυσμό και τη διαθεσιμότητα πλήρους κειμένου με περίληψη. Τα άρθρα που επιλέχθηκαν για συμπερίληψη παρουσίαζαν πρωτότυπη έρευνα σχετικά με την υπερηχογραφική εξέταση για τη διάγνωση ασυμπτωματικής καρωτιδικής στένωσης, με σαφή μεθοδολογία και αποτελέσματα. Αποκλείστηκαν παιδιατρικές μελέτες, μη αγγλικές δημοσιεύσεις, άρθρα ανασκόπησης, μελέτες χωρίς σαφή μεθοδολογία, άρθρα που επικεντρώνονταν αποκλειστικά στα αποτελέσματα της θεραπείας, διπλότυπα και ελλιπείς αναφορές δεδομένων (Εικόνα 1). Η διαδικασία διαλογής περιόρισε τα αρχικά 1.633 άρθρα σε 156 δυνητικά σχετικές μελέτες. Μετά από ενδελεχή επισκόπηση πλήρους κειμένου 47 άρθρων, 17 πληρούσαν όλα τα κριτήρια ένταξης (Εικόνα 2). Η εξαγωγή δεδομένων επικεντρώθηκε στα χαρακτηριστικά της μελέτης, τα δημογραφικά στοιχεία των ασθενών, τα διαγνωστικά πρωτόκολλα, τις τεχνικές παραμέτρους και τα μέτρα έκβασης. Η τελική σύνθεση εξέτασε παραμέτρους διαγνωστικής ακρίβειας, τεχνικές πτυχές, κλινικές επιπτώσεις και μεθοδολογική ποιότητα στις επιλεγμένες μελέτες.



Εικόνα 1. Διάγραμμα ροής

Κριτήρια συμπερίληψης

Έτος δημοσίευσης: χωρίς

Τύπος μελέτης: κλινική μελέτη και μέτα-αναλύσεις

Πληθυσμός : γενικός πληθυσμός > 18 ετών

Χρήση υπερηχοτομογραφίας για την διάγνωση και αξιολόγηση κατωτιδικής νόσου

Μελέτες που παρέχουν επαρκείς πληροφορίες για τον πληθυσμό, τις παρεμβάσεις και τα αποτελέσματα των μελετών

Κριτήρια αποκλεισμού

Αφηγηματικές ανασκοπήσεις,

Σχολιασμοί, Γράμματα,

Πληθυσμός μελέτης: Παιδιατρικός / Υποπληθυσμοί με συγκεκριμένα κριτήρια

Μελέτες χωρίς σαφή αποτελέσματα

Γλώσσα άλλη εκτός της Αγγλικής

Εικόνα 2: κριτήρια συμπερίληψης και αποκλεισμού.

Ακολουθούν τα κυριότερα σημεία των επιλεγμένων μελετών:

Οι Ascher et al.[18] διεξήγαγαν μια προοπτική μελέτη που εξέτασε τη χρησιμότητα του υπερηχογραφικού ελέγχου με duplex καρωτίδων σε 307 ασυμπτωματικούς ασθενείς ηλικίας 65 ετών και άνω (μέση ηλικία 76 ± 8 έτη), οι οποίοι παραπέμφθηκαν σε αγγειοχειρουργό χωρίς σημεία καρωτιδικής προσβολής. Η έρευνα αποκάλυψε έναν αξιοσημείωτα υψηλό επιπολασμό (21%) ασυμπτωματικής στένωσης της καρωτίδας >70% σε αυτόν τον πληθυσμό. η μεθοδολογία υπερηχογραφικού ελέγχου της μελέτης περιλάμβανε colour flow duplex scanners που χρησιμοποιούσαν γραμμικοί ηχοβολείς 7,5 ή 5,0 MHz. Οι μέγιστες συστολικές και οι τελικές διαστολικές ταχύτητες μετρήθηκαν σε γωνίες 60°. Οι ερευνητές καθόρισαν συγκεκριμένα κριτήρια ταχύτητας: οι μέγιστες συστολικές ταχύτητες >100 cm/sec συσχετίζονταν με στένωση >40-50%, ενώ οι ταχύτητες >150 cm/sec υποδείκνυαν στένωση >50-60%. Οι τελο-διαστολικές ταχύτητες >80-120 cm/sec υποδήλωναν στένωση >70-80%. Για να επικυρώσουν τα υπερηχογραφικά τους ευρήματα, 31 ασθενείς με σημαντική στένωση υποβλήθηκαν σε μαγνητική αγγειογραφία (MRA), επιτρέποντας τη σύγκριση 62 καρωτιδικών διχασμών. Το duplex υπερηχογράφημα κατέδειξε 90% θετική

προγνωστική αξία σε σύγκριση με τα αποτελέσματα της MRA. Αυτή η υψηλή συσχέτιση υποστηρίζει την αξιοπιστία του duplex υπερηχογραφήματος ως εργαλείου διαλογής σε αυτόν τον πληθυσμό. Τα ευρήματα της μελέτης υποδηλώνουν ότι η παρακολούθηση με υπερηχογραφικό έλεγχο των καρωτιδικών αρτηριών είναι δικαιολογημένη σε ασυμπτωματικούς ασθενείς άνω των 65 ετών που παρουσιάζονται σε αγγειοχειρουργούς, ιδιαίτερα δεδομένης του σημαντικού επιπολασμού της σημαντικής στένωσης σε αυτόν τον πληθυσμό.

Οι Cheng et al.[19] διεξήγαγαν μια προοπτική μελέτη που εξέτασε την ασυμπτωματική καρωτιδική στένωση σε 186 Κινέζους ασθενείς με περιφερική αγγειακή νόσο. Η μελέτη, που δημοσιεύθηκε το 1999, αποκάλυψε έναν αξιοσημείωτα υψηλό επιπολασμό σημαντικής καρωτιδικής στένωσης σε αυτόν τον πληθυσμό, χρησιμοποιώντας duplex colour-scanner Acuson 128XP10 και ηχοβολέα 5 MHz, οι ερευνητές εντόπισαν στένωση της εσωτερικής καρωτίδας $\geq 70\%$ σε 46 ασθενείς (24,7%), συμπεριλαμβανομένων έξι ολικών αποφράξεων. Επιπλέον 79 ασθενείς (42,5%) παρουσίασαν στένωση στο εύρος 30-69%. Τα διαγνωστικά κριτήρια βασίστηκαν στις μέγιστες συστολικές ταχύτητες, στις τελο-διαστολικές ταχύτητες και στο λόγο εσωτερικής καρωτίδας προς κοινή καρωτίδα. Η παρουσία καρωτιδικού φυσήματος, που ανιχνεύθηκε σε 43 ασθενείς (23,1%), παρουσίασε ευαισθησία 45,7% και ειδικότητα 84,3% στην πρόβλεψη στένωσης $\geq 70\%$ της εσωτερικής καρωτίδας. Ωστόσο, αυτό το κλινικό εύρημα κατέδειξε περιορισμένη χρησιμότητα ως εργαλείο διαλογής λόγω της χαμηλής ευαισθησίας του. Αυτή η μελέτη αμφισβητεί τις προηγούμενες αντιλήψεις σχετικά με τη σπανιότητα της εξωκρανιακής καρωτιδικής νόσου σε κινεζικούς πληθυσμούς και υποδηλώνει ότι ο έλεγχος ρουτίνας με duplex μπορεί να δικαιολογείται σε ασθενείς με περιφερική αγγειακή νόσο, ιδίως σε ηλικιωμένους άνδρες καπνιστές. Τα ευρήματα δείχνουν ότι ο υπερηχογραφικός έλεγχος μπορεί να εντοπίσει αποτελεσματικά την ασυμπτωματική καρωτιδική στένωση σε πληθυσμούς υψηλού κινδύνου.

Οι Qureshi et al.[20] διεξήγαγαν μια σημαντική μελέτη που εξέτασε τα πρωτόκολλα διαλογής για ασυμπτωματική στένωση καρωτιδικής αρτηρίας (ACAS) μέσω του Western New York Stroke Screening Program.. Η μελέτη ανέλυσε 1.331 εθελοντές χωρίς προηγούμενο εγκεφαλικό επεισόδιο, παροδικό ισχαιμικό επεισόδιο ή χειρουργική επέμβαση στην καρωτίδα, χρησιμοποιώντας το duplex υπερηχογράφημα ως το κύριο διαγνωστικό εργαλείο. Η έρευνα αποκάλυψε επικράτηση 18% σημαντικού

ACAS ($\geq 60\%$ στένωση) στον πληθυσμό της μελέτης, σημαντικά υψηλότερη από προηγούμενες πληθυσμιακές μελέτες. Ο υπερηχογραφικός έλεγχος επέδειξε ιδιαίτερη αποτελεσματικότητα όταν απευθυνόταν σε άτομα υψηλού κινδύνου, με 35% πιθανότητα ανίχνευσης ACAS μετά την εξέταση στην ομάδα υψηλού κινδύνου σε σύγκριση με μόλις 7% στην ομάδα χαμηλού κινδύνου. Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν τόσο τεχνικές υπερηχογραφήματος B-mode Doppler όσο και παλμικού υπερηχογραφήματος Doppler, βαθμολογώντας τη στένωση ως μηδενική/ήπια ($<60\%$), μέτρια (61-79%) ή σοβαρή ($>79\%$). Η αξιοπιστία του υπερηχογραφικού ελέγχου υποστηρίχθηκε από προηγούμενες μελέτες που έδειξαν ευαισθησία περίπου 85% και ειδικότητα 90% για την ανίχνευση σημαντικής καρωτιδικής στένωσης, αν και ο υψηλότερος επιπολασμός ACAS στη μελέτη μπορεί να αντανakλά μεροληψία επιλογής λόγω της εθελοντικής συμμετοχής και της ηλικιωμένης δημογραφικής ομάδας, τα ευρήματα υποδηλώνουν ότι ο στοχευμένος υπερηχογραφικός έλεγχος με βάση τη διαστρωμάτωση κινδύνου θα μπορούσε να αποτελέσει μια οικονομικά αποδοτική προσέγγιση για τον εντοπισμό ασυμπτωματικής καρωτιδικής στένωσης σε πληθυσμούς της κοινότητας

Ο Cinà et al [21] διεξήγαγαν μια προοπτική μελέτη που εξέτασε την καρωτιδική στένωση σε νευρολογικά ασυμπτωματικούς ασθενείς με περιφερική αρτηριακή αποφρακτική νόσο. Η μελέτη, στην οποία συμμετείχαν 620 ασθενείς με μέση ηλικία 72 ± 10 ετών, χρησιμοποίησε υπερηχογράφημα duplex για την αξιολόγηση της καρωτιδικής στένωσης και της εξέλιξής της. Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι το 33% των ασθενών είχαν καρωτιδική στένωση $>50\%$, ενώ κανένας ασθενής κάτω των 50 ετών δεν παρουσίασε σημαντική στένωση. Ο επιπολασμός της στένωσης $\geq 50\%$ αυξανόταν με την ηλικία, φθάνοντας το 41% στους ασθενείς άνω των 80 ετών. Η πολυπαραγοντική ανάλυση εντόπισε τέσσερις ανεξάρτητους παράγοντες κινδύνου: ηλικία >70 ετών ($P=.007$), σακχαρώδης διαβήτης ($P=.042$), ιστορικό εγκεφαλικού επεισοδίου ($P=.011$) και σφυρο/βραχιόνιος δείκτης <0.8 ($P=.0006$). Ο επιπολασμός της στένωσης $\geq 50\%$ συσχετίστηκε με τον αριθμό των παραγόντων κινδύνου που υπήρχαν: 16%, 21%, 38%, 47% και 44% για μηδέν, έναν, δύο, τρεις και τέσσερις παράγοντες κινδύνου, αντίστοιχα. Σε επαναξιολόγηση 417 ασθενών σε διάστημα 6-9 μηνών, το 15% των καρωτιδικών αρτηριών παρουσίασε εξέλιξη σε μια πιο σοβαρή κατηγορία στένωσης, ενώ το 6,5% εξελίχθηκε από χαμηλότερους βαθμούς σε στένωση 50-99%. Αξιοσημείωτο είναι ότι δεν σημειώθηκαν νευρολογικά επεισόδια κατά τη διάρκεια της

περιόδου παρακολούθησης. Η μελέτη υποδηλώνει ότι ενώ ο έλεγχος μπορεί να δικαιολογείται σε ασθενείς με πολλαπλούς παράγοντες κινδύνου ή πολύ χαμηλό σφυρο/βραχιόνιο δείκτη ($<0,4$), τα χαμηλά ποσοστά εξέλιξης δεν υποστηρίζουν την επαναξιολόγηση ρουτίνας 6 μηνών

Οι Mineva, Manchev και Hadjiev[22] διεξήγαγαν πληθυσμιακή μελέτη κοορτής που εξέτασε την ασυμπτωματική καρωτιδική στένωση (ACS) με τη χρήση duplex υπερηχοτομογραφίας σε 500 εθελοντές (200 άνδρες, 300 γυναίκες) ηλικίας 50-79 ετών. Η μελέτη χρησιμοποίησε υπερηχογράφημα SIM 7000 Challenge με annular array ηχοβολέα 7,5/5 MHz για την αξιολόγηση της στένωσης της εσωτερικής καρωτίδας. Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι το 6,4% των ατόμων είχε ACS $\geq 50\%$, με το 6% να παρουσιάζει μέτρια στένωση (50-79%) και το 0,4% να παρουσιάζει σοβαρή στένωση (80-99%). Οι αμφοτερόπλευρες στενώσεις εντοπίστηκαν στο 9,38% των περιπτώσεων με ACS $\geq 50\%$. Η μελέτη αποκάλυψε υψηλό επιπολασμό (54,6%) της ήπιας ACS ($<50\%$). Κατά τη διάρκεια της διετούς περιόδου παρακολούθησης, το 14% των ατόμων με ACS $\geq 50\%$ παρουσίασε εξέλιξη της σοβαρότητας της στένωσης, ενώ το 6,25% παρουσίασε ύφεση. Η διετής επίπτωση των εγκεφαλικών ισχαιμικών επεισοδίων σε άτομα με ACS $\geq 50\%$ ήταν 9,4%, με το ετερόπλευρο ημισφαιρικό ισχαιμικό αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο να εμφανίζεται στο 3,13% των περιπτώσεων. Αυτό ήταν σημαντικά υψηλότερο σε σύγκριση με τα άτομα με ACS $<50\%$ (3,3%) και τα άτομα χωρίς στένωση (0,5%). Η μελέτη επικυρώνει την duplex υπερηχογραφία ως ένα αποτελεσματικό εργαλείο διαλογής για την ανίχνευση και την παρακολούθηση του ACS, ιδίως για τον εντοπισμό ασθενών που θα μπορούσαν να επωφεληθούν από προληπτικές παρεμβάσεις. Τα ποσοστά εξέλιξης και τα δεδομένα έκβασης παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες για τη λήψη κλινικών αποφάσεων σε ασυμπτωματικούς ασθενείς.

Οι Rockman et al.[23] διεξήγαγαν μια σημαντική μελέτη που εξέτασε την αποτελεσματικότητα του στεχειυμένου ελέγχου για στένωση της καρωτιδικής αρτηρίας (CAS) σε πληθυσμούς υψηλού κινδύνου. Στην έρευνά τους συμμετείχαν 610 ασθενείς, εντοπίστηκαν μονόπλευρη ή αμφοτερόπλευρη CAS σε 66 ασθενείς (10,8%). Η μελέτη εντόπισε ότι οι ασθενείς με καρδιακή νόσο είχαν σημαντικά περισσότερες πιθανότητες να έχουν CAS από εκείνους που δεν είχαν (18,2% έναντι 8,0%, $<0,001$). Επιπλέον, οι ασθενείς με υπέρταση και καρδιακή νόσο παρουσίασαν ακόμη υψηλότερο επιπολασμό CAS (22,1% έναντι 8,5%, $<0,001$). Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν ένα οικονομικά

αποδοτικό, τροποποιημένο πρωτόκολλο υπερηχογραφήματος duplex, με άμεσο κόστος διαλογής κατά μέσο όρο λιγότερο από 75 δολάρια ανά ασθενή. Η σοβαρότητα των βλαβών ανήκε κυρίως στο εύρος στένωσης 50-79% με βάση τα κριτήρια του University of Washington , ενώ εντοπίστηκε μία απόφραξη καρωτίδας. Η μελέτη έδειξε ότι ο στοχευμένος υπερηχογραφικός έλεγχος μπορεί να είναι τόσο κλινικά πολύτιμος όσο και οικονομικά αποδοτικός όταν στοχεύει σε συγκεκριμένους πληθυσμούς υψηλού κινδύνου, ιδίως εκείνους με καρδιακή νόσο και υπέρταση. Αυτή η έρευνα παρέχει σημαντικά δεδομένα που υποστηρίζουν τη δυνητική αξία των προγραμμάτων επιλεκτικού ελέγχου για ασυμπτωματική καρωτιδική στένωση. Οι Jacobowitz et al.[24] διεξήγαγαν μια σημαντική μελέτη που εξέτασε την αποτελεσματικότητα της τροποποιημένης σάρωσης με υπερηχογράφημα duplex στον έλεγχο για ασυμπτωματική στένωση της καρωτιδικής αρτηρίας. Η έρευνα, η οποία αξιολόγησε 394 ασυμπτωματικά άτομα ηλικίας 60 ετών και άνω, χρησιμοποίησε ένα απλοποιημένο πρωτόκολλο σάρωσης duplex που κατά μέσο όρο διαρκούσε 94 δευτερόλεπτα ανά εξέταση σε σύγκριση με τα συνήθη 690 δευτερόλεπτα. Η τροποποιημένη σάρωση duplex επέδειξε εντυπωσιακές μετρήσεις ακρίβειας όταν επικυρώθηκε έναντι της συνήθους σάρωσης duplex: 100% θετική προγνωστική αξία, 97% αρνητική προγνωστική αξία, 76% ευαισθησία και 100% ειδικότητα. Μεταξύ του πληθυσμού που ελέγχθηκε, το 9,6% (38 ασθενείς) βρέθηκε να έχει στένωση καρωτίδων $\geq 50\%$. Η μελέτη προσδιόρισε βασικούς παράγοντες κινδύνου που σχετίζονται με την κρυφή στένωση μέσω πολυπαραγοντικής ανάλυσης. Η υπέρταση (odds ratio 3,0; 95% CI, 1,2-7,5) και η καρδιακή νόσος (odds ratio 2,4; 95% CI, 1,2-4,9) αναδείχθηκαν ως ανεξάρτητοι παράγοντες πρόβλεψης. Οι ερευνητές ανέπτυξαν ένα μοντέλο παραγόντων κινδύνου που καταδεικνύει την αυξανόμενη επικράτηση της στένωσης με τη συσσώρευση παραγόντων κινδύνου: 1,8% χωρίς παράγοντες κινδύνου, που αυξάνεται σε 5,8%, 13,5% και 16,7% με έναν, δύο και τρεις παράγοντες κινδύνου αντίστοιχα. Αυτή η έρευνα υποδηλώνει ότι η τροποποιημένη duplex σάρωση θα μπορούσε να προσφέρει ένα αποδοτικό ως προς το χρόνο και ακριβές εργαλείο ελέγχου για ασυμπτωματική καρωτιδική στένωση, ιδίως όταν εφαρμόζεται σε πληθυσμούς με συγκεκριμένους παράγοντες κινδύνου, καθιστώντας δυνητικά τον ευρύ έλεγχο πιο εφικτό από τα παραδοσιακά πρωτόκολλα.

Οι Park et al.[25] διεξήγαγαν μια σημαντική μελέτη που εξέτασε την εξωκρανιακή στένωση της έσω καρωτίδας σε 406 διαβητικούς ασθενείς τύπου 2 ηλικίας 40-79 ετών, χρησιμοποιώντας την υπερηχογραφία duplex ως το κύριο διαγνωστικό εργαλείο. Η μελέτη επικεντρώθηκε στην ανίχνευση ασυμπτωματικής στένωσης μέσω κριτηρίων ταχύτητας, με επιβεβαίωση μέσω μαγνητικής αγγειογραφίας όταν εντοπίστηκε στένωση $\geq 40\%$. Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι 5,2% των ασθενών είχαν καρωτιδική στένωση $\geq 40\%$, με τον επιπολασμό να αυξάνεται σημαντικά με την ηλικία: 1,0% (40-49 ετών), 5,0% (50-59 ετών), 7,3% (60-69 ετών) και 9,5% (70-79 ετών). Αξίζει να σημειωθεί ότι το 42,9% των ασθενών με στένωση είχε σοβαρή στένωση ($>70\%$) και το 14% παρουσίαζε αμφοτερόπλευρη στένωση. Η μελέτη χρησιμοποίησε συγκεκριμένα κριτήρια ταχύτητας για τη διαβάθμιση της στένωσης: φυσιολογική (<120 cm/s PSV), 40-60% (>120 cm/s PSV, <40 m/s EDV), 60-70% (>120 cm/s PSV, >40 m/s EDV) και $\geq 70\%$ (>240 cm/s PSV, >100 m/s EDV). Η έρευνα έδειξε ότι η duplex υπερηχογραφία αναγνωρίζει αποτελεσματικά τη στένωση των καρωτίδων, ιδιαίτερα σε πληθυσμούς υψηλού κινδύνου. Τα ευρήματα υποδηλώνουν ότι ο έλεγχος για ασυμπτωματική καρωτιδική στένωση θα πρέπει να εξετάζεται για τους ηλικιωμένους διαβητικούς ασθενείς τύπου 2, ιδίως εκείνους με αυξημένη συστολική αρτηριακή πίεση ή χαμηλά επίπεδα HDL χοληστερόλης. Η σύσταση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική δεδομένου ότι ο έγκαιρος εντοπισμός θα μπορούσε να διευκολύνει την έγκαιρη παρέμβαση και ενδεχομένως να μειώσει τις αγγειακές επιπλοκές.

Οι Lacroix et al.[26] διεξήγαγαν μια προοπτική μελέτη παρατήρησης που εξέτασε τη στένωση της καρωτίδας σε 300 ασυμπτωματικούς Διαβητικούς ασθενείς τύπου 2 με τη χρήση υπερηχογραφικού ελέγχου duplex. Η μελέτη διαπίστωσε επιπολασμό 4,7% της καρωτιδικής στένωσης ($\geq 60\%$) ή απόφραξης, με 14 ασθενείς να επηρεάζονται (7 με 60-99% στένωση και 7 με αποφράξεις). Αξιοσημείωτο είναι ότι 13 από αυτούς τους 14 ασθενείς ήταν άνδρες, γεγονός που υποδηλώνει σημαντική ανισότητα μεταξύ των δύο φύλων. Το πρωτόκολλο υπερηχογραφικού ελέγχου χρησιμοποίησε τόσο CW (Continues Wave) Doppler όσο και duplex μελέτη με τη χρήση συστημάτων ATL HDI 3000 ή ATL HDI 5000. Οι ερευνητές όρισαν τη στένωση $\geq 60\%$ με βάση συγκεκριμένα κριτήρια ταχύτητας: μέγιστη ταχύτητα εντός της βλάβης $\geq 2,6$ m/s και τελική διαστολική ταχύτητα $\geq 0,7$ m/s. Η μελέτη εντόπισε βασικούς προγνωστικούς παράγοντες για υψηλού βαθμού στένωση σε άνδρες ασθενείς: προσωπικό ιστορικό στεφανιαίας νόσου (OR: 3,34; 95% CI: 1,01-11,01) και σφυρο-βραχιόνιο δείκτη $\leq 0,85$

(OR: 3,66; 95% CI: 1,04-12,84). Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ο συστηματικός έλεγχος ασυμπτωματικών διαβητικών ασθενών δεν είναι οικονομικά αποδοτικός, αλλά πρότειναν ότι ο έλεγχος μπορεί να είναι επωφελής για τους άνδρες ασθενείς με αυτούς τους συγκεκριμένους παράγοντες κινδύνου.

Οι Goessens et al.[27] διεξήγαγαν μια σημαντική προοπτική μελέτη κοορτής που εξέτασε τη σχέση μεταξύ της ασυμπτωματικής στένωσης της καρωτιδικής αρτηρίας (CAS) και των επακόλουθων αγγειακών συμβάντων σε ασθενείς με αρτηριακή νόσο ή σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2. Η μελέτη, στην οποία συμμετείχαν 2.684 ασθενείς χωρίς ιστορικό νόσου, χρησιμοποίησε υπερηχογράφημα Duplex με Doppler για την αξιολόγηση της σοβαρότητας της καρωτιδικής στένωσης. Το πρωτόκολλο υπερηχογραφικής εξέτασης ταξινόμησε τη στένωση με βάση τα πρότυπα ταχύτητας ροής του αίματος, με συγκεκριμένα κριτήρια μέγιστης συστολικής ταχύτητας (PSV): ήπια στένωση (στένωση διαμέτρου 50%, PSV 100-150 cm/s), μέτρια στένωση (50-69%, PSV 150-210 cm/s), σοβαρή στένωση (70-99%, PSV $\geq$ 210 cm/s) και απόφραξη (100%, χωρίς ροή). Η έρευνα εντόπισε ασυμπτωματική καρωτιδική στένωση $\geq$ 50% σε 221 ασθενείς (8% της ομάδας). Κατά τη διάρκεια της μέσης περιόδου παρακολούθησης των 3,6 ετών, οι ασθενείς με ασυμπτωματική CAS $\geq$ 50% παρουσίασαν αυξημένο κίνδυνο αγγειακών συμβάντων (hazard ratio 1,5, 95% CI 1,1-2,1) και αγγειακού θανάτου (λόγος κινδύνου 1,8, 95% CI 1,2-2,6), μετά από προσαρμογή για την ηλικία και το φύλο. Τα αθροιστικά ποσοστά επίπτωσης 5 ετών ήταν 12,3% για τα σύνθετα αγγειακά συμβάντα, 2,2% για το ισχαιμικό ΑΕΕ και 8,0% για το έμφραγμα του μυοκαρδίου. Τα ευρήματα αυτά καθιερώνουν το ασυμπτωματικό CAS ως ανεξάρτητο προγνωστικό παράγοντα αγγειακών συμβάντων, ιδίως αγγειακού θανάτου, σε αυτόν τον πληθυσμό ασθενών, αναδεικνύοντας την προγνωστική αξία του υπερηχογραφικού ελέγχου για τον εντοπισμό ατόμων υψηλού κινδύνου.

Οι Bishara et al.[28] διεξήγαγαν μια ολοκληρωμένη μελέτη για τη διερεύνηση της σημαντικής καρωτιδικής αρτηριακής νόσου (SCAD) σε 1.000 Αιγύπτιους ασθενείς με τη χρήση υπερηχογραφήματος Duplex. Η έρευνά τους φωτίζει ιδιαίτερα τον επιπολασμό και την αποτελεσματικότητα του ελέγχου της ασυμπτωματικής καρωτιδικής στένωσης στον πληθυσμό της Μέσης Ανατολής, μια δημογραφική ομάδα που δεν είχε μελετηθεί επαρκώς στο παρελθόν. 617 ασθενείς (61,7%) της ομάδας τους ήταν ασυμπτωματικοί, με συνολικό επιπολασμό SCAD 6,32% σε αυτή την ομάδα. Η μελέτη αποκάλυψε ότι ο επιπολασμός της ασυμπτωματικής SCAD αυξήθηκε

σημαντικά με την ηλικία και τους συσσωρευμένους παράγοντες κινδύνου. Ειδικότερα, σε ασυμπτωματικούς ασθενείς ηλικίας ≥ 60 ετών με τρεις παράγοντες κινδύνου, ο επιπολασμός έφτασε το 25%, ενώ εκείνοι με τέσσερις παράγοντες κινδύνου εμφάνισαν επιπολασμό 36,8%. οι ερευνητές ταξινόμησαν τα ευρήματα σε κατηγορίες: φυσιολογικό ή $< 50\%$, μετρίου βαθμού 50-69%, σοβαρού βαθμού 70-99% ή αποφραγμένο. Η μελέτη κατέδειξε την αποτελεσματικότητα της υπερηχογραφικής μελέτης ως μη επεμβατικού εργαλείου ελέγχου, ιδίως για ασυμπτωματικούς ασθενείς υψηλού κινδύνου. Οι συγγραφείς κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ο έλεγχος ασυμπτωματικών ατόμων θα μπορούσε να δικαιολογηθεί όταν είναι ≥ 60 ετών και παρουσιάζουν τρεις ή περισσότερους συναφείς παράγοντες κινδύνου, ευθυγραμμιζόμενοι με τις κατευθυντήριες γραμμές για τον δυτικό πληθυσμό. Η σύσταση αυτή υποστηρίχθηκε από το εύρημά τους ότι ο επιπολασμός του SCAD σε αυτό το δημογραφικό πληθυσμό έφτασε το όριο κόστους-αποτελεσματικού ελέγχου 20% ή περισσότερο.

Οι Yun et al.[29] διεξήγαγαν μια αναδρομική ανάλυση που εξέτασε τον επιπολασμό της ασυμπτωματικής στένωσης της καρωτιδικής αρτηρίας (ACAS) σε 340 Κορεάτες ασθενείς με περιφερική αρτηριακή νόσο (PAD) που υποβλήθηκαν σε χειρουργική επέμβαση παράκαμψης μεταξύ 1994 και 2008. Η μελέτη αξιολόγησε συγκεκριμένα τους ασθενείς χρησιμοποιώντας την καρωτιδική duplex υπερηχογραφία (CDUS) ως εργαλείο ελέγχου, αποκλείοντας εκείνους με προηγούμενα αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια ή καρωτιδικές επεμβάσεις. Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι το 14% των ασθενών παρουσίασε στένωση $\geq 70\%$ της έσω καρωτιδικής αρτηρίας (ICA), ενώ το 7,1% παρουσίασε απόφραξη της ICA. Τα διαγνωστικά κριτήρια ακολούθησαν τις κατευθυντήριες γραμμές του Society of Radiologists in Ultrasound Consensus Conference, οι οποίες χρησιμοποίησαν παραμέτρους που περιλαμβάνουν τη μέγιστη συστολική ταχύτητα, τη μείωση της διαμέτρου, τον λόγο ICA/CCA PSV και την τελική διαστολική ταχύτητα. Η πολυπαραγοντική ανάλυση εντόπισε δύο σημαντικούς προγνωστικούς παράγοντες για στένωση $\geq 70\%$: ηλικία > 65 ετών (OR: 2,610, 95% CI: 1,197-5,691) και στεφανιαία νόσος (OR: 2,333, 95% CI: 1,169-4,657). Αξίζει να σημειωθεί ότι άλλοι παραδοσιακοί παράγοντες κινδύνου αθηρωμάτωσης, όπως το κάπνισμα, η υπέρταση, ο σακχαρώδης διαβήτης και η υπερχοληστερολαιμία, δεν εμφάνισαν σημαντική συσχέτιση με την παρουσία ACAS. Η μελέτη κατέληξε στο συμπέρασμα ότι ο προεγχειρητικός έλεγχος με υπερηχογράφημα Duplex είναι ιδιαίτερα

πολύτιμος για τους ασθενείς με Περιφερική Αγγειακή Νόσο (ΠΑΝ) άνω των 65 ετών ή για εκείνους με συνοδό στεφανιαία νόσο, καθώς αυτές οι υποομάδες εμφάνισαν υψηλότερο κίνδυνο για σημαντική καρωτιδική στένωση.

Οι Högberg et al.[30] διεξήγαγαν μια ολοκληρωμένη πληθυσμιακή μελέτη ελέγχου που εξέτασε την αθηροσκλήρωση της καρωτιδικής αρτηρίας μεταξύ Σουηδών ανδρών της ηλικίας των 65 ετών. Η μελέτη, η οποία πέτυχε ένα αξιοσημείωτο ποσοστό αποδοχής 97% (4.657 συμμετέχοντες) από εκείνους που συμμετείχαν στον αρχικό έλεγχο (4.801), χρησιμοποίησε Duplex υπερηχογράφημα για την αξιολόγηση των εσωτερικών καρωτίδων (ICA). Το πρωτόκολλο εξέτασης με υπερήχους χρησιμοποίησε ένα Sequoia (Acuson) εξοπλισμένο με γραμμικό ηχοβολέα 6-8 MHz. Η ταξινόμηση της στένωσης ακολουθούσε τα κριτήρια Jøgestrand, όπου οι μετρήσεις της μέγιστης συστολικής ταχύτητας (PSV) καθόριζαν τη σοβαρότητα της στένωσης. Μια PSV 1,1-2,0 m/s (γωνίες 0-49°) ή 1,3-3,1 m/s (γωνίες 50-62°) υποδήλωνε στένωση 50-79%, ενώ PSV $\geq 2,1$ m/s (γωνίες 0-49°) ή $\geq 3,2$ m/s (γωνίες 50-62°) υποδήλωνε στένωση 80-99%. Η μελέτη αποκάλυψε ότι μεταξύ των ασυμπτωματικών συμμετεχόντων, το 2,0% (94 άτομα) είχαν καρωτιδικές στενώσεις 50-99%, ενώ το 1,4% είχε μέτρια (50-79%) και το 0,7% σοβαρή (80-99%) στένωση. Αξιοσημείωτο είναι ότι μεταξύ των ατόμων με στένωση που ανιχνεύθηκε με τον έλεγχο αλλά χωρίς προηγούμενη ενδοαρτηρεκτομή καρωτίδας, το 35% ήταν ήδη σε αντιαρτηροπλαστική θεραπεία και το 38% σε στατίνες, γεγονός που υποδηλώνει ότι ένα σημαντικό ποσοστό ασυμπτωματικών ατόμων με στένωση λάμβανε προληπτική θεραπεία χωρίς προηγούμενη γνώση της κατάστασης των καρωτίδων τους. Τα ευρήματα αυτά συνεισφέρουν πολύτιμα σύγχρονα δεδομένα σχετικά με τον επιπολασμό της ασυμπτωματικής καρωτιδικής στένωσης που ανιχνεύθηκε με υπερηχογραφικό έλεγχο σε μια καλά καθορισμένη πληθυσμιακή ομάδα.

Οι Hoke και συν.[31] διεξήγαγαν μια σημαντική προοπτική μελέτη που διερεύνησε την προγνωστική αξία του υπερηχογραφήματος των καρωτίδων σε ασυμπτωματικούς ασθενείς με Σακχαρώδη Διαβήτη. Η μελέτη παρακολούθησε 1.065 ασθενείς με ασυμπτωματική καρωτιδική αθηροσκλήρωση για διάμεσο διάστημα 11,8 ετών, χρησιμοποιώντας για την αξιολόγηση duplex υπερηχογράφημα. Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν ένα Acuson 128 XP10 με γραμμικό ηχοβολέα 7,5 MHz, κατηγοριοποιώντας τη στένωση της καρωτιδικής αρτηρίας σύμφωνα με τα κριτήρια NASCET. Αξιοσημείωτη ήταν η ισχυρή συμφωνία μεταξύ των παρατηρητών τους όσον αφορά τον βαθμό στένωσης ($\kappa = 0,83$, 95% CI 0,79 έως 0,88) και την εξέλιξη της

νόσου ($\kappa = 0,85$, 95% CI 0,80 έως 0,89). Τα ευρήματα αποκάλυψαν ότι 377 ασθενείς (35,4%) είχαν μονόπλευρη ή αμφοτερόπλευρη στένωση της καρωτίδας $\geq 50\%$ κατά την εγγραφή. Μεταξύ των διαβητικών ασθενών με καρωτιδική στένωση $\geq 50\%$, μόνο το 21% επέζησε μετά από 12 χρόνια, σε σύγκριση με το 62% της επιβίωσης σε μη διαβητικούς ασθενείς με στένωση $< 50\%$. Ο συνδυασμός διαβήτη και στένωσης $\geq 50\%$ εμφάνισε σημαντικό adjusted hazard ratio 2,40 (CI 1,72-3,34, $P < 0,01$) για καρδιαγγειακό θάνατο. Τα αποτελέσματα αυτά καταδεικνύουν ότι η υπερηχογραφική διερεύνηση της ασυμπτωματικής καρωτιδικής στένωσης θα μπορούσε να χρησιμεύσει ως πολύτιμο προγνωστικό εργαλείο για τη διαστρωμάτωση του κινδύνου σε διαβητικούς ασθενείς, ιδίως δεδομένης της μη επεμβατικής φύσης και της σχέσης κόστους-αποτελεσματικότητας σε σύγκριση με άλλες μεθόδους ελέγχου.

Σε μια ολοκληρωμένη μελέτη των Höglberg και συν.[32], χρησιμοποιήθηκε υπερηχογράφημα duplex για να εξεταστεί η εξέλιξη της ασυμπτωματικής καρωτιδικής στένωσης κατά τη διάρκεια μιας πενταετούς περιόδου. Στην έρευνα χρησιμοποιήθηκαν δύο συστήματα υπερήχων: το σύστημα Acuson Sequoia με γραμμικό ηχοβολέα L9-4 MHz και το σύστημα Philips IU22 με γραμμικό ηχοβολέα L9-3 MHz. Το πρωτόκολλο υπερήχων όριζε την καρωτιδική πλάκα ως εστιακή πάχυνση του εσω-μέσου χιτώνα $\geq 2,6$ mm, ενώ η στένωση ταξινομήθηκε σύμφωνα με τα κριτήρια της European Carotid Stenosis Trial (ECST), τροποποιημένα από τον Jogestrand. Η διασφάλιση της ποιότητας κατέδειξε εξαιρετική συμφωνία μεταξύ των παρατηρητών με $\kappa = 0,8$ για τις αξιολογήσεις της κλίμακας του γκρι και $\kappa = 1,0$ για τις μετρήσεις της PSV. 43 ασθενείς με ασυμπτωματική στένωση παρακολούθηθηκαν στη μελέτη: 31 με μέτρια στένωση (50-79%) και 12 με σοβαρή στένωση (80-99%). Μεταξύ εκείνων με μέτρια στένωση, το 45,2% παρουσίασε υποχώρηση, το 41,9% παρέμεινε σταθερό και το 12,9% εξελίχθηκε σε σοβαρή στένωση. Μόνο το 6,5% εμφάνισε νευρολογικά συμπτώματα, με ετήσιο ποσοστό συμβάντων 1,3%. Στην ομάδα της σοβαρής στένωσης, το 16,7% παρουσίασε υποχώρηση, το 75% παρέμεινε σοβαρό και το 8,3% εξελίχθηκε σε απόφραξη. Αξίζει να σημειωθεί ότι το 42% των ασθενών με σοβαρή στένωση εμφάνισε νευρολογικά συμπτώματα, με ετήσιο ποσοστό συμβάντων 8,4%. Το ιστορικό φαρμακευτικής αγωγής στις ασυμπτωματικές περιπτώσεις αποκάλυψε ότι το 22,6% έλαβε αντιαιμοπεταλιακούς παράγοντες, το 35,8% έλαβε στατίνες και το 60,4% έλαβε αντιυπερτασικά φάρμακα. Τα ευρήματα αυτά υποδηλώνουν ότι ενώ η μέτρια στένωση ακολουθεί σχετικά καλοήγη πορεία, η σοβαρή στένωση ενέχει σημαντικό κίνδυνο

νευρολογικών συμβάντων παρά τη φαρμακευτική θεραπεία. Το πρωτόκολλο υπερήχων αποδείχθηκε αποτελεσματικό στην παρακολούθηση της εξέλιξης της νόσου και στον εντοπισμό περιπτώσεων υψηλού κινδύνου που απαιτούν πρόσθετη παρέμβαση.

Η μελέτη των Kaźmierski και συν.[33] χρησιμοποίησε το υπερηχογράφημα ως το κύριο διαγνωστικό εργαλείο για τον έλεγχο της στένωσης της καρωτιδικής αρτηρίας μεταξύ 940 ασυμπτωματικών ασθενών στον πληθυσμό τους με περιφερική αγγειακή νόσο. Μεταξύ αυτών των ασθενών, που περιλάμβαναν 208 γυναίκες (22,13%) και 732 άνδρες (77,87%) με μέση ηλικία $60,74 \pm 10,3$ έτη, η κατανομή των καρωτιδικών βλαβών έδειξε σημαντικά ευρήματα. Η μελέτη αποκάλυψε ότι 630 ασθενείς (67%) είχαν καρωτιδικές βλάβες, με 411 ασθενείς (43,7%) να παρουσιάζουν στένωση $<50\%$, 118 ασθενείς (12,6%) με στένωση 50-69%, 49 ασθενείς (5,2%) με στένωση 70-99% και 52 ασθενείς (5,5%) να παρουσιάζουν πλήρη απόφραξη. Η ανάλυση των παραγόντων κινδύνου στους ασυμπτωματικούς ασθενείς έδειξε ότι το κάπνισμα επικρατούσε σε 658 ασθενείς (70%), ενώ η υπέρταση αφορούσε 242 ασθενείς (25,7%). Λιγότερο συχνοί παράγοντες κινδύνου ήταν η υπερλιπιδαιμία σε 45 ασθενείς (4,8%), ο διαβήτης σε 99 ασθενείς (10,5%) και η ισχαιμική καρδιοπάθεια σε 129 ασθενείς (13,7%). Όσον αφορά τη μεθοδολογία υπερήχων, στη μελέτη χρησιμοποιήθηκε ένα TOSHIBA Power Vision 6000 (μοντέλο SSA-370A) εξοπλισμένο τόσο με γραμμικό ηχοβολέα (PLM-805 AT 8-12 MHz) όσο και με κυρτό (PVM-375 AT, 3-6 MHz). Οι εξετάσεις, που διενεργήθηκαν από έναν μόνο έμπειρο ιατρό για λόγους συνέπειας, είχαν μέση διάρκεια 3 λεπτά (± 2). Το πρωτόκολλο απεικόνισης περιελάμβανε δισδιάστατες διαμήκεις και εγκάρσιες προβολές, με υπολογισμό της στένωσης σύμφωνα με τα κριτήρια της NASCET. Κάθε εξέταση περιελάμβανε περιεκτική αξιολόγηση των χαρακτηριστικών και της δομής της πλάκας. Η μελέτη έδειξε ότι το υπερηχογράφημα ήταν ένα αποτελεσματικό εργαλείο διαλογής, ικανό να ανιχνεύσει σημαντική καρωτιδική στένωση σε ασυμπτωματικούς ασθενείς με περιφερική αγγειακή νόσο, ενώ ο σύντομος χρόνος εξέτασής του υποδηλώνει πρακτικό όφελος για πρωτόκολλα διαλογής αγγείων ρουτίνας.

Οι Onur-Beyaz[34], Demir και Can-Ata διεξήγαγαν μια προοπτική μελέτη που εξέτασε την αποτελεσματικότητα του καρωτιδικού ελέγχου σε ασυμπτωματικά άτομα υψηλού κινδύνου. Η έρευνα, στην οποία συμμετείχαν 3.000 συμμετέχοντες ηλικίας άνω των 55 ετών, χρησιμοποίησε υπερηχογράφημα Duplex (DUS) για τον έλεγχο 6.000 καρωτιδικών αρτηριών μεταξύ Μαρτίου 2017 και Σεπτεμβρίου 2018. Η μελέτη αποκάλυψε σημαντικά ευρήματα σχετικά με την ανίχνευση ασυμπτωματικής

καρωτιδικής στένωσης. Από το σύνολο των συμμετεχόντων, το 82,8% (2.485 ασθενείς) δεν παρουσίασε ανιχνεύσιμη στένωση. Ωστόσο, ο έλεγχος εντόπισε 1,23% (37 ασθενείς) με μονόπλευρη και 0,53% (16 ασθενείς) με αμφοτερόπλευρη καρωτιδική στένωση 70-100%. Μεταξύ των ασθενών με στένωση 50-70%, εντοπίστηκε το 6% (177 ασθενείς), με 26 από αυτούς να απαιτούν περαιτέρω αξιολόγηση λόγω αμφοτερόπλευρης στένωσης και πολλαπλών παραγόντων κινδύνου. ο έλεγχος DUS αποδείχθηκε ιδιαίτερα πολύτιμος για την έγκαιρη παρέμβαση, οδηγώντας σε 14 καρωτιδικές ενδαρτηρεκτομές, 15 εμφυτεύσεις stent και 8 συνδυασμένες επεμβάσεις καρωτιδικής ενδαρτηρεκτομής και στεφανιαίας παράκαμψης. Η DUS παρακολούθηση μετά από ένα έτος αποκάλυψε εξέλιξη της στένωσης >10% σε 27 ασθενείς (0,9%) που αρχικά είχαν στένωση 0-50%. Αυτά τα ευρήματα υπογραμμίζουν τη χρησιμότητα της DUS ως εργαλείου ελέγχου σε ασυμπτωματικούς πληθυσμούς υψηλού κινδύνου, επιτρέποντας την έγκαιρη ανίχνευση και παρέμβαση σε περιπτώσεις σημαντικής καρωτιδικής στένωσης, αποτρέποντας ενδεχομένως μελλοντικά αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια.

Αποτελέσματα

Στην ανάλυση των 17 μελετών υπερηχογραφικού ελέγχου, που περιλαμβάνουν 18.383 ασθενείς, αποκαλύπτει σημαντικές πληροφορίες σχετικά με τον επιπολασμό και τη μεθοδολογία ανίχνευσης της ασυμπτωματικής καρωτιδικής στένωσης. Η μελέτη των Ascher et al. σε 307 ασθενείς ηλικίας ≥ 65 ετών κατέδειξε 21% επιπολασμό στένωσης >70%, ενώ οι Cheng et al. ανέφεραν 24,7% επιπολασμό στένωσης $\geq 70\%$ σε ασθενείς με περιφερική αγγειακή νόσο. Η μεγαλύτερη πληθυσμιακή μελέτη των Högborg et al. που εξέτασε 4.657 Σουηδούς άνδρες, εντόπισε 2,0% επιπολασμό στένωσης 50-99%, καθορίζοντας τα βασικά ποσοστά στο γενικό πληθυσμό. Μελέτες που επικεντρώθηκαν σε συγκεκριμένες ομάδες κινδύνου έδειξαν ιδιαίτερα υψηλότερο επιπολασμό: Οι Cinà et al. ανέφεραν 33% στένωση >50% σε ασθενείς με περιφερική αρτηριακή νόσο, ενώ οι Hoke et al. διαπίστωσαν 35,4% επιπολασμό στένωσης $\geq 50\%$ στη διαβητική τους ομάδα 1.065 ασθενών. Τα δεδομένα εξέλιξης της νόσου από διαχρονικές μελέτες αποκάλυψαν σημαντικά ευρήματα, με τους Mineva et al. να τεκμηριώνουν 14% ετήσια ποσοστά εξέλιξης στην κοορτή των 500 ασθενών τους. Τα σύγχρονα πρωτόκολλα υπερήχων κατέδειξαν υψηλή αξιοπιστία, με το τροποποιημένο πρωτόκολλο των Jacobowitz et al. να επιτυγχάνει 100% ειδικότητα και 76% ευαισθησία σε 394 ασθενείς. Η συσχέτιση μεταξύ της στένωσης και των παραγόντων κινδύνου ήταν ιδιαίτερα

εμφανής στη μελέτη των Bishara et al. σε 1.000 Αιγύπτιους ασθενείς, όπου ο επιπολασμός έφτασε το 36,8% σε όσους είχαν τέσσερις παράγοντες κινδύνου. Πρόσφατα δεδομένα από τη μεγάλης κλίμακας μελέτη των Onur-Beyaz et al. (n=3.000) εντόπισαν 1,23% μονόπλευρες και 0,53% αμφοτερόπλευρες περιπτώσεις σοβαρής στένωσης, υποστηρίζοντας στοχευμένες προσεγγίσεις ελέγχου. Αυτά τα ευρήματα, που προέρχονται από διαφορετικούς πληθυσμούς με τη χρήση τυποποιημένων υπερηχογραφικών κριτηρίων, καθιερώνουν το υπερηχογράφημα ως αξιόπιστο εργαλείο διαλογής και παρέχουν ισχυρά δεδομένα επιπολασμού σε διάφορες δημογραφικές ομάδες και ομάδες κινδύνου

Συζήτηση

Ο παρατηρούμενος επιπολασμός της σημαντικής στένωσης ποικίλλει σημαντικά μεταξύ των πληθυσμών, κυμαινόμενος από 4,2% στον γενικό πληθυσμό έως πάνω από 20% σε συγκεκριμένες ομάδες υψηλού κινδύνου [9,18], γεγονός που υποστηρίζει μια πιο διαφοροποιημένη προσέγγιση στις συστάσεις για τον έλεγχο. Αρκετές μελέτες προσδιόρισαν σταθερά βασικούς παράγοντες κινδύνου που θα μπορούσαν να καθοδηγήσουν την επιλογή των ασθενών για έλεγχο, συμπεριλαμβανομένης της προχωρημένης ηλικίας, του σακχαρώδη διαβήτη, της υπέρτασης και της περιφερικής αγγειακής νόσου [21,24,25]. Ειδικότερα, η έρευνα των Jacobowitz et al. έδειξε ότι η παρουσία πολλαπλών παραγόντων κινδύνου αυξάνει σημαντικά την πιθανότητα ανίχνευσης σημαντικής στένωσης, με τον επιπολασμό να αυξάνεται από 1,8% χωρίς παράγοντες κινδύνου σε 16,7% με τρεις παράγοντες κινδύνου [24]. Η εξέλιξη της φαρμακευτικής θεραπείας έχει επηρεάσει σημαντικά τη φυσική ιστορία της ασυμπτωματικής καρωτιδικής στένωσης, με σύγχρονες μελέτες να δείχνουν ετήσια ποσοστά εγκεφαλικών επεισοδίων 0,5-1% [14], σημαντικά χαμηλότερα από εκείνα που παρατηρήθηκαν σε παλαιότερες μελέτες. Αυτή η βελτίωση της αντιμετώπισης καθιστά αναγκαία την επαναξιολόγηση των παραδοσιακών παραδειγμάτων ελέγχου και παρέμβασης. Με χρήση μαθηματικών μοντέλων φάνηκε ότι 4.348 άτομα θα πρέπει να ελεγχθούν για την πρόληψη ενός εγκεφαλικού επεισοδίου σε διάστημα 5 ετών [17], τονίζοντας τη σημασία της προσεκτικής επιλογής των ασθενών για τη βελτιστοποίηση της αποτελεσματικότητας του ελέγχου. Οι πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις στην υπερηχογραφική απεικόνιση, συμπεριλαμβανομένων των ενισχυμένων με σκιαγραφικό υπερήχων και της τρισδιάστατης απεικόνισης, μπορούν να βελτιώσουν περαιτέρω την ακρίβεια της αξιολόγησης της στένωσης και του χαρακτηρισμού της πλάκας [6],

ενισχύοντας ενδεχομένως την ακρίβεια της διαστρωμάτωσης κινδύνου. Η μελλοντική έρευνα θα πρέπει να επικεντρωθεί στην ανάπτυξη και επικύρωση μοντέλων πρόβλεψης κινδύνου που ενσωματώνουν τόσο παραδοσιακούς παράγοντες κινδύνου όσο και νέους απεικονιστικούς δείκτες για τον εντοπισμό ατόμων που είναι πιθανότερο να επωφεληθούν από τον προληπτικό έλεγχο. Επιπλέον, απαιτούνται προοπτικές μελέτες για να εκτιμηθεί κατά πόσον η ενσωμάτωση προηγμένων υπερηχογραφικών τεχνικών με εργαλεία διαστρωμάτωσης κινδύνου θα μπορούσε να βελτιώσει τη σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας των προγραμμάτων προληπτικού ελέγχου. Τέτοιες μελέτες θα πρέπει επίσης να αξιολογήσουν κατά πόσον διαφορετικά διαστήματα προσ ελέγχου θα μπορούσαν να είναι κατάλληλα για διάφορες ομάδες κινδύνου, καθώς έχει αποδειχθεί ότι τα ποσοστά εξέλιξης διαφέρουν σημαντικά μεταξύ διαφορετικών πληθυσμών ασθενών [22,32].

Μελέτη	Έτος δημοσίευσης	Αριθμός πληθυσμού	Χαρακτηριστικά συμμετεχόντων	Ευρήματα
Ascher et al.	1999	307	Ηλικία >65 ετών, χωρίς συμπτώματα καρωτιδικής στένωσης	21% στένωση >70%
Cheng et al.	1999	186	Κινεζικός πληθυσμός με περιφερική αγγειοπάθεια	24.7% με $\geq 70\%$ στένωση, 42.5% με 30-69% στένωση
Qureshi et al.	2001	1,331	Χωρίς ιστορικό ΑΕΕ ή ΠΙΕ	18% με σημαντική στένωση ($\geq 60\%$)
Cinà et al.	2002	620	Μέση ηλικία 72 ± 10 έτη, με περιφερική αγγειοπάθεια	33% με στένωση >50%, 15% πρόοδος της στένωσης σε 6-9 μήνες
Mineva et al.	2002	500	Ηλικία 50-79 έτη,	6.4% με στένωση $\geq 50\%$ 14% ετήσια πρόοδος της στένωσης
Rockman et al	2002	610	Αυξημένοι παράγοντες κινδύνου	10.8% με σοβαρή στένωση, υψηλότεροι σε ασθενείς με ιστορικό καρδιοπάθειας (18.2%)
Jacobowitz et al	2003	394	Ηλικία >60 ετών	9.6% με στένωση $\geq 50\%$
Park et al.	2003	406	Ασθενείς με ΣΔΙΙ, ηλικίας 40-79 ετών	5.2% με στένωση $\geq 40\%$

Lacroix et al.	2006	300	Ασθενείς με ΣΔΙΙ	4.7% με στένωση $\geq 60\%$
Goessens et al.	2006	2,684	Αγγειακή νόσος η ΣΔΙΙ	8% με στένωση $\geq 50\%$
Bishara et al.	2008	1,000	Αιγυπτιακός πληθυσμός	6.32% σημαντική στένωση
Yun et al.	2010	340	Κορεάτικος πληθυσμός με περιφερική αγγειοπάθεια	14% με στένωση $\geq 70\%$ 7.1% με πλήρη απόφραξη
Högberg et al.	2014	4,657	Σουηδικός πληθυσμός >65 ετών	2.0% με στένωση 50-99%
Hoke et al.	2019	1,065	Διαβητικοί και μή	35.4% με στένωση $\geq 50\%$
Högberg et al.	2019	43	Ασθενείς με ασυμπτωματική στένωση καρωτίδας	12.9% μετρίου βαθμού στένωση κατέληξε σε σοβαρού βαθμού
Kaźmierski et al.	2019	940	Πληθυσμός με περιφερική αγγειοπάθεια	5.2% με στένωση 70-99%
Onur-Beyaz et al.	2020	3,000	>55 ετών	1.23% μονόπλευρη 0.53% αμφοτερόπλευρη στένωση 70-100%

Πίνακας 1: Συγκεντρωτικός πίνακας μελετών και αποτελεσμάτων

Βιβλιογραφία

1. Grant EG, Benson CB, Moneta GL, Alexandrov AV, Baker JD, Bluth EI, et al. Carotid artery stenosis: gray-scale and Doppler US diagnosis--Society of Radiologists in Ultrasound Consensus Conference. *Radiology*. 2003;229(2):340-6.
2. Taylor DC, Strandness DE Jr. Carotid artery duplex scanning. *J Clin Ultrasound*. 1987;15(9):635-44.
3. Cantisani V, Di Leo N, David E, Clevert DA. Role of CEUS in Vascular Pathology. *Ultraschall Med*. 2021;42(4):348-66.
4. Fenster A, Blake C, Gyacskov I, Landry A, Spence JD. 3D ultrasound analysis of carotid plaque volume and surface morphology. *Ultrasonics*. 2006;44:e153-7.
5. David E, Martinelli O, Pacini P, Di Leo N, Fresilli D, Giglio AD, et al. New Technologies in the Assessment of Carotid Stenosis: Beyond the Color-Doppler Ultrasound. *Diagnostics*. 2023;13(8):1478.
6. Mortimer R, Nachiappan S, Howlett DC. Carotid artery stenosis screening: where are we now? *Br J Radiol*. 2018;91(1086):20170380.
7. Bonati LH, Kakkos S, Berkefeld J, et al. European Stroke Organisation guideline on endarterectomy and stenting for carotid artery stenosis. *European Stroke Journal*. 2021;6(2):I-XLVII. doi:10.1177/23969873211012121
8. Abbott AL, Paraskevas KI, Kakkos SK, Golledge J, Eckstein HH, Diaz-Sandoval LJ, et al. Systematic review of guidelines for the management of asymptomatic and symptomatic carotid stenosis. *Stroke*. 2015 Nov;46(11):3288-301.
9. Song P, Fang Z, Wang H, Cai Y, Rahimi K, Zhu Y, Fowkes FGR, Fowkes FJL, Rudan I. Global and regional prevalence, burden, and risk factors for carotid atherosclerosis: a systematic review, meta-analysis, and modelling study. *Lancet Glob Health*. 2020 May;8(5):e721-e729. doi: 10.1016/S2214-109X(20)30117-0. PMID: 32353319.
10. de Weerd M, Greving JP, Hedblad B, et al. Prevalence of asymptomatic carotid artery stenosis in the general population: an individual participant data meta-analysis. *Stroke* 2010; 41:1294-7
11. Naylor AR, Ricco JB, de Borst GJ, Debus S, de Haro J, Halliday A, Hamilton G, Kakisis J, Kakkos S, Lepidi S, et al. Editor's Choice - 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;55:3–81.
12. LeFevre, M.L. (2014) Screening for Asymptomatic Carotid Artery Stenosis: U.S. Preventive Services Task Force Recommendation Statement. *Annals of Internal Medicine*, 161, 336-346.
 13. Marquardt L, Geraghty OC, Mehta Z, Rothwell PM. Low risk of ipsilateral stroke in patients with asymptomatic carotid stenosis on best medical treatment: a prospective, population-based study. *Stroke* 2010;41:e11-7.
 14. Abbott AL: Medical (nonsurgical) intervention alone is now best for prevention of stroke associated with asymptomatic severe carotid stenosis: results of a systematic review and analysis. *Stroke.* 2009, 40:e573-83.
 15. US Preventive Services Task Force; Krist AH, Davidson KW, Mangione CM, Barry MJ, Cabana M, Caughey AB, Donahue K, Doubeni CA, Epling JW Jr, Kubik M, Ogedegbe G, Pbert L, Silverstein M, Simon MA, Tseng CW, Wong JB. Screening for Asymptomatic Carotid Artery Stenosis: US Preventive Services Task Force Recommendation Statement. *JAMA.* 2021 Feb 2;325(5):476-481.
 16. Jahromi AS, Cina CS, Liu Y, Clase CM: Sensitivity and specificity of color duplex ultrasound measurement in the estimation of internal carotid artery stenosis: a systematic review and meta-analysis. *J Vasc Surg* 4:1962–1972, 2005.
 17. Jonas DE, Feltner C, Amick HR, Sheridan S, Zheng ZJ, Watford DJ, Carter JL, Rowe CJ, Harris R. Screening for asymptomatic carotid artery stenosis: a systematic review and meta-analysis for the U.S. Preventive Services Task Force. *Ann Intern Med.* 2014 Sep 2;161(5):336-46. doi: 10.7326/M14-0530.
 18. Ascher E, DePippo P, Salles-Cunha S, Marchese J, Yorkovich W. Carotid screening with duplex ultrasound in elderly asymptomatic patients referred to a vascular surgeon: is it worthwhile? *Ann Vasc Surg.* 1999;13:164-8.
 19. Cheng SWK, Wu LLH, Ting ACW, Lau H, Wong J. Screening for asymptomatic carotid stenosis in patients with peripheral vascular disease: a prospective study and risk factor analysis. *Cardiovasc Surg.* 1999;7(3):303-9.
 20. Qureshi AI, Janardhan V, Bennett SE, Luft AR, Hopkins LN, Guterman LR. Who should be screened for asymptomatic carotid artery stenosis? Experience from the Western New York Stroke Screening Program. *J Neuroimaging.* 2001;11(2):105-11.
 21. Cina CS, Safar HA, Maggisano R, Bailey R, Clase CM. Prevalence and progression of internal carotid artery stenosis in patients with peripheral arterial occlusive disease. *J Vasc Surg.* 2002;36(1):75-82.

22. Mineva PP, Manchev IC, Hadjiev DI. Prevalence and outcome of asymptomatic carotid stenosis: a population-based ultrasonographic study. *Eur J Neurol.* 2002;9(4):383-8.
23. Rockman CB, Jacobowitz GR, Gagne PJ, Adelman MA, Lamparello PJ, Landis R, et al. Focused screening for occult carotid artery disease: patients with known heart disease are at high risk. *J Vasc Surg.* 2004;39(1):44-51.
24. Jacobowitz GR, Rockman CB, Gagne PJ, Adelman MA, Lamparello PJ, Landis R, et al. A model for predicting occult carotid artery stenosis: screening is justified in a selected population. *J Vasc Surg.* 2003;38(4):705-9.
25. Park JH, Kim WH, Kim JH, Park TS, Baek HS. Prevalence of and risk factors for extracranial internal carotid artery stenosis in Korean Type 2 diabetic patients. *Diabet Med.* 2006;23(12):1377-80.
26. Lacroix P, Aboyans V, Criqui MH, Bertin F, Bouhamed T, Archambeaud F, et al. Type-2 diabetes and carotid stenosis: a proposal for a screening strategy in asymptomatic patients. *Vasc Med.* 2006;11:93-99.
27. Goessens BMB, Visseren FLJ, Kappelle LJ, Algra A, van der Graaf Y, for the SMART Study Group. Asymptomatic carotid artery stenosis and the risk of new vascular events in patients with manifest arterial disease: The SMART study. *Stroke.* 2007;38:1470-1475.
28. Bishara RA, Taha W, AlFarouk MO, Milik IA, Wilson N. Screening for significant carotid artery disease among a cohort of 1,000 Egyptian patients. *Vasc.* 2008;16:35-40.
29. Yun WS, Rho YN, Park UJ, Lee KB, Kim DI, Kim YW. Prevalence of asymptomatic critical carotid artery stenosis in Korean patients with chronic atherosclerotic lower extremity ischemia: Is a screening carotid duplex ultrasonography worthwhile? *J Korean Med Sci.* 2010;25:1167-1170.
30. Högberg D, Kragsternan B, Björck M, Tjärnström J, Wanhainen A. Carotid artery atherosclerosis among 65-year-old Swedish men - A population-based screening study. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2014;48:5-10.
31. Hoke M, Schillinger M, Minar E, Goliasch G, Binder CJ, Mayer FJ. Carotid ultrasound investigation as a prognostic tool for patients with diabetes mellitus. *Cardiovasc Diabetol.* 2019;18:90.
32. Högberg D, Björck M, Mani K, Svensjö S, Wanhainen A. Five year outcomes in men screened for carotid artery stenosis at 65 years of age: A population based cohort study. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2019;57:759-766.
33. Kaźmierski P, Pająk M, Kruś-Hadała J, Jęckowski M, Bogusiak K. Screening test for extracranial carotid lesions' detection in patients of an outpatient vascular clinic. *Pol Przegl Chir.* 2019;91:5-11.

34. Onur-Beyaz M, Demir İ, Can-Ata E. Carotid artery screening in high risk asymptomatic individuals: outcomes of 3000 carotid screening. *Cir Cir.* 2022;90:11-16.