

Παθогένεια αθηροσκλήρωσης και μέθοδοι αξιολόγησης της αρτηριακής και φλεβικής κυκλοφορίας

Mario De Nunzio¹ και Timothy J. England²

¹Derby Hospitals NHS Foundation Trust, Royal Derby Hospital, UK

²Division of Medical Sciences & GEM, School of Medicine, University of Nottingham, UK

ΣΥΝΟΨΗ

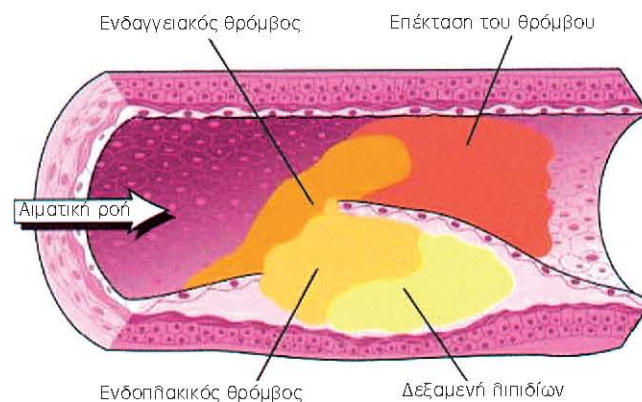
- Η αθηροσκλήρωση είναι μια χρόνια φλεγμονώδης διαταραχή.
- Ο σφυραβραχιόνιος δείκτης (ΣΒΔ), ο οποίος υπολογίζεται από το πηλίκο της συστολικής πίεσης στα σφυρά προς τη συστολική πίεση στον βραχίονα, αποτελεί έναν ευαίσθητο δείκτη της ανεπάρκειας της αρτηριακής κυκλοφορίας στα κάτω άκρα.
- Η ταχύτητα του αίματος αυξάνεται σε μια περιοχή στένωσης. Τυπικά, ο διπλάσιασμός της μέγιστης συστολικής ταχύτητας (PSV, peak systolic velocity) συγκρινόμενος με την ταχύτητα σε ένα εγγύς τμήμα της ίδιας αρτηρίας συνήθως υποδηλώνει στένωση 50% ή περισσότερο.
- Στην ανίχνευση της αρτηριακής νόσου στο επίπεδο της μηριαίας και της ιγνυακής αρτηρίας, το υπερηχογράφημα triplex έχει ευαισθησία περίπου 80% και ειδικότητα 90–100%.
- Η εισαγωγή στην κλινική πράξη της αξονικής τομογραφίας πολλαπλής σάρωσης (MDCT, multidetector computed tomography) είχε δραματική επίπτωση στην απεικόνιση του αγγειακού δέντρου. Η αξονική αγγειογραφία των πνευμονικών αγγείων (CTPA, computed tomography pulmonary angiography) σε υποψία πνευμονικής εμβολής αποτελεί ένα πολύ καλό παράδειγμα, ωστόσο η αξονική αγγειογραφία (CTA, computed tomography angiography) και η μαγνητική αγγειογραφία χρησιμοποιούνται ευρέως για τη διερεύνηση της παθολογίας των μεγάλων αγγείων.
- Το έγχρωμο υπερηχογράφημα triplex είναι μια ευαίσθητη και ειδική εξέταση (90–100% στις περισσότερες σειρές) για τη διάγνωση της εν τω βάθει φλεβοθρόμβωσης (ΕΒΦΘ).

Παθогένεια αθηροσκλήρωσης

Η αθηροσκλήρωση είναι μια χρόνια φλεγμονώδης διαταραχή η οποία καταλήγει στη σκλήρυνση και στην πάχυνση του αρτηριακού τοιχώματος. Παρόλο που συνοδεύει το γήρας, δεν είναι εκφυλιστική διαδικασία. Η αρχική προσβολή, η οποία καλείται «λιπώδης γράμμωση», είναι μια αμιγώς φλεγμονώδης βλάβη, η οποία έχει παρατηρηθεί και σε βρέφη. Με την πάροδο των ετών, τα κυκλοφορούντα μονοκύτταρα, τα οποία προέρχονται από τα μακροφάγα, προσκολλώνται και εισβάλλουν στο αρτηριακό τοίχωμα. Η φλεγμονώδης αντίδραση, ο πολλαπλασιασμός των λείων μυϊκών κυττάρων των αγγείων και η αναπόθεση χοληστερόλης και άλλων λιπιδίων δημιουργούν τις αρτηριακές πλάκες. Η εισβολή δημιουργεί θρομβογόνο περιβάλλον και εκκλύει την αποδέσμευση μεσολαβητών της φλεγμονής, συμπεριλαμβανομένων των

κυτοκινών, των αυξητικών παραγόντων και των υδρολυτικών ενζύμων. Με την πάροδο του χρόνου, οι αρτηριακές πλάκες στενεύουν τον αρτηριακό αυλό (κατά περίπτωση μπορεί και να τον διατείνουν) και στη συνέχεια ρήγνυνται, προκαλώντας ενεργοποίηση και συσσώρευση αιμοπεταλίων με συνέπεια τη δημιουργία θρόμβου και εμβόλων (Εικόνα 1.1). Αν και η αιτία που προκαλεί τη ρήξη της σταθερής πλάκας παραμένει αδιευκρίνιστη, ωστόσο είναι πιθανόν να είναι συνέπεια του μηχανικού στρες (π.χ. υπέρταση) και της αναδιανομής του μεγάλου λιποειδούς πυρήνα προς ευένδοτες περιοχές της λεπτής ινώδους κάψας.

Είναι γνωστό ότι η αυξανόμενη ηλικία, η γενετική προδιάθεση, το ανδρικό φύλο, η υπέρταση, οι διαταραχές των λιπιδίων (ιδίως, LDL-χοληστερόλη), ο διαβήτης, η χρόνια μεγάλη κατανάλωση αλκοόλ και το κάπνισμα (το οποίο προκαλεί αύξηση των ελεύθερων ριζών) αυξάνουν τον κίνδυνο αθηρογένεσης και δυσλειτουργίας του ενδοθηλίου. Η αθηροσκλήρωση επηρεάζει κυρίως τις μεγάλες και μεσαίου μεγέθους αρτηρίες σε περιοχές όπου αυτές διχάζονται (π.χ. διχασμός καρωτίδας). Τα συμπτώματα προκύπτουν όταν υπάρχει ελλιπής αιματική παροχή στην αγγειακή κοίτη ως συνέπεια:



Εικόνα 1.1 Αυτόματη ρήξη ή ρωγμή της αθηροσκληρωτικής πλάκας εκθέτει τον λιποειδή πυρήνα στην αιματική ροή και πυροδοτεί την ενεργοποίηση και τη συσσώρευση των αιμοπεταλίων. Η ενεργοποίηση του υποδοχέα GP IIb/IIIa των αιμοπεταλίων δεσμεύει το ινωδογόνο και οδηγεί στη διαμόρφωση ενδοαγγειακού θρόμβου, καταλήγοντας σε πλήρη ή σχεδόν πλήρη αγγειακή απόφραξη. Η κλινική εμφάνιση της απόφραξης συνήθως εμφανίζεται με τη μορφή ενός απειλητικού για τη ζωή συμβάντος όπως το οξύ στεφανιαίο σύνδρομο, η οξεία ισχαιμία του ενός άκρου ή και το αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο.

- 1 *in situ* αρτηριακής θρόμβωσης
- 2 χαμηλής αιματικής ροής περιφερικά μιας αποφραγμένης ή πολύ στενευμένης αρτηρίας ή
- 3 εμβολισμού από αθηροσκληρωτική πλάκα ή θρόμβο.

Οι θρόμβοι που δημιουργούνται στο φλεβικό σύστημα αξιολογούνται κατά κύριο λόγο με βάση τις κύριες αρχές της τριάδας του Virchow, τις τρεις γενικές κατηγορίες αιτιών που ευθύνονται για τη θρόμβωση: τη φλεβική στάση λόγω παρατεταμένης ακινητοποίησης, την ενδοθηλιακή βλάβη και τη βλάβη του αγγειακού τοιχώματος, π.χ. λόγω ακτινοβολίας ή ιατροτεχνολογικών προϊόντων, καθώς και τις διάφορες καταστάσεις υπερπηκτικότητας όπως σε ασθενείς με κακοήθεια ή ανεπάρκεια παράγοντα πήξης.

Διερεύνηση αγγειακής νόσου

Οι διαγνωστικές και θεραπευτικές αποφάσεις σε ασθενείς με αγγειακή νόσο καθοδηγούνται κυρίως από το ιστορικό και τη φυσική εξέταση. Ωστόσο, η ακρίβεια και η διαθεσιμότητα των μη επεμβατικών διαγνωστικών εξετάσεων έχει παρουσιάσει εξαιρετική βελτίωση, κυρίως λόγω των τεχνολογικών εξελίξεων στην αξονική (CT) αλλά και στη μαγνητική τομογραφία (MR). Η αξονική αγγειογραφία (CTA) και η μαγνητική αγγειογραφία (MRA) συνεχίζουν να εξελίσσονται με ταχείς ρυθμούς και περιγράφονται κυρίως ως «ελάχιστα επεμβατικές» μέθοδοι, ιδίως όταν διενεργούνται με χορήγηση ενδοφλέβιου (i.v.) σκιαστικού. Αυτό το κεφάλαιο περιγράφει τις βασικές διαγνωστικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται στις αρτηριακές και στις φλεβικές παθήσεις.

Βασικές αρχές της υπερηχοτομογραφίας των αγγείων

Στην πιο απλή τους μορφή, οι υπέρηχοι μεταδίδονται ως μια συνεχής ακτίνα από την κεφαλή η οποία περιέχει δύο πιεζοηλεκτρικούς κρυστάλλους. Ο κρύσταλλος-πομπός παράγει υπερήχους σε μια συγκεκριμένη συχνότητα (η οποία καθορίζεται από τον χρήστη ανάλογα με το βάθος στο οποίο βρίσκεται το προς εξέταση αγγείο), ενώ ο κρύσταλλος-δέκτης δονείται σε απάντηση των ανακλώμενων κυμάτων και παράγει τάση εξόδου. Το τυπικό B-mode υπερηχοτομογράφημα καταγράφει τα κύματα υπερήχων που ανακλώνται από τις επιφάνειες των ιστών και έτσι δημιουργείται μια εικόνα δύο διαστάσεων με βάση τις ανακλαστικές ιδιότητες των ιστών.

Τα σήματα των υπερήχων που ανακλώνται από σταθερές επιφάνειες έχουν την ίδια συχνότητα με αυτή με την οποία διαδίδονται, ωστόσο η βασική αρχή των υπερήχων (αρχή doppler) είναι η εξής: τα σήματα των υπερήχων τα οποία ανακλώνται από κινούμενα αντικείμενα, π.χ. ερυθρά αιμοσφαίρια, υπόκεινται σε διαφοροποίηση της συχνότητάς τους ανάλογα με την ταχύτητα του στόχου. Το σήμα που παράγεται από ένα συνεχές κύμα doppler εμφανίζεται κυρίως ως ακουστικό σήμα (π.χ. φορητό μηχάνημα doppler, Εικόνα 1.2). αυτό έχει ως αποτέλεσμα ο ήχος να ακούγεται κάθε φορά που υπάρχει κίνηση αίματος στο υπό εξέταση αγγείο. Με την υπερηχοτομογραφία συνεχούς κύματος υπάρχει μικρό περιθώριο για τον περιορισμό της περιοχής του ιστού που εξετάζεται, διότι οποιαδήποτε τυχόν ηχητικά κύματα λαμβάνονται από τον κρύσταλλο-δέκτη θα παράγουν ένα σήμα εξόδου. Η λύση είναι να χρησιμοποιηθεί παλμική υπερηχοτομογραφία. Αυτό επιτρέπει τόσο στον χρήστη να επικεντρωθεί σε μια περιοχή ιστού μεταδίδοντας έναν παλμό των υπερήχων όσο και στον



Εικόνα 1.2 Φορητό μηχάνημα Doppler σε χρήση για τη μέτρηση του σφυροβραχιονίου δείκτη.

Πίνακας 1.1 Σχέση μεταξύ της αυξημένης ταχύτητας αιματικής ροής και του βαθμού της στένωσης.

Διάμετρος στένωσης (%)	Μέγιστη συστολική ταχύτητα (m/s)*	Μέγιστη διαστολική ταχύτητα (m/s)*	Λόγος έσω καρωτίδας:κοινή καρωτίδα αρτηρία [†]
0-39	< 1,1	< 0,45	< 1,8
40-59	1,1-1,49	< 0,45	< 1,8
60-79	1,5-2,49	0,45-1,4	1,8-3,7
80-99	2,5-6,1	> 1,4	> 3,7
>99 (κρίσιμη)	Πολύ χαμηλή	Μη ανιχνεύσιμη	Μη ανιχνεύσιμη

*Όπως μετράται στο κατώτερο τμήμα της έσω καρωτίδας.

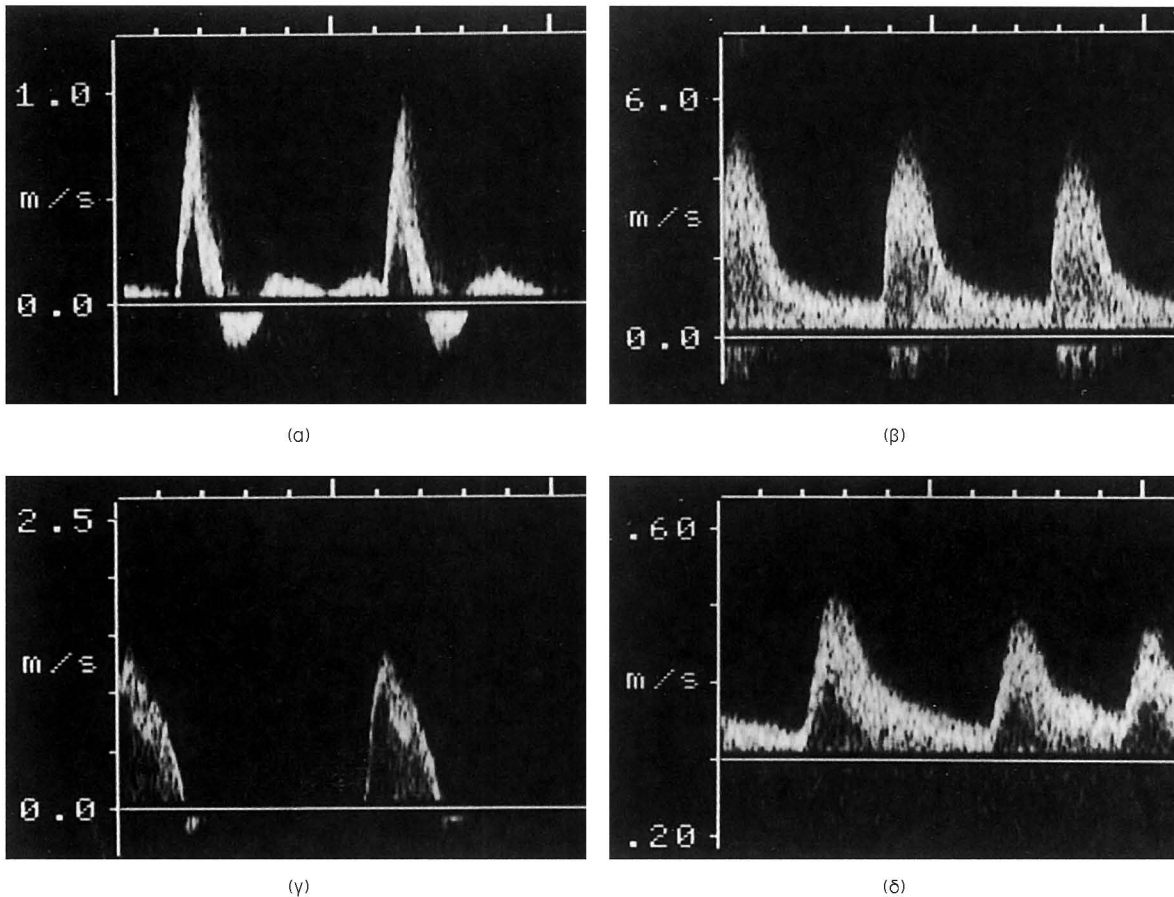
[†]Αναλογία της μέγιστης συστολικής ταχύτητας στο σημείο στένωσης της έσω καρωτίδας προς τη μέγιστη συστολική ταχύτητα στην εγγύς κοινή καρωτίδα.

δέκτη να κλείσει, εάν δεν επιστρέφουν σήματα από προκαθορισμένο βάθος. Για παράδειγμα, το κέντρο μιας αρτηρίας και οι περιοχές εγγύς του αγγειακού τοιχώματος μπορούν να εξεταστούν με τη σειρά.

Η εξέταση μιας αγγειακής στένωσης αναδεικνύει αύξηση στην ταχύτητα του αίματος στην περιοχή της στένωσης. Η περιοχή μιας οποιασδήποτε στενωτικής βλάβης μπορεί να αναγνωριστεί με τη σχολαστική κατά σειρά τοποθέτηση της κεφαλής κατά μήκος του άκρου. Τα κριτήρια για τον καθορισμό μιας στενωτικής βλάβης διαφέρουν μεταξύ των εργαστηρίων, ωστόσο ο διπλασιασμός της μέγιστης συστολικής ταχύτητας σε σχέση με αυτή σε μια περιοχή εγγύς και κεντρικότερα της στένωσης συνήθως σηματοδοτεί στένωση $\geq 50\%$ (Πίνακας 1.3). Η φυσιολογική (τριφασική) κυματομορφή Doppler αποτελείται από τρεις φάσεις που αντιστοιχούν στις τρεις διαφορετικές φάσεις της αιματικής ροής (Εικόνα 1.3):

- ταχεία ορθόδρομη ροή η οποία φτάνει σε ένα μέγιστο σημείο κατά τη διάρκεια της συστολής
- παροδική αναστροφή της ροής κατά την πρώιμη διαστολή
- βραδεία ορθόδρομη ροή κατά τη διάρκεια της όψιμης διαστολής.

Η εξέταση μιας αρτηρίας με το φορητό Doppler περιφερει-



Εικόνα 1.3 Κυματομορφές Doppler: (α) τριφασική κυματομορφή σε φυσιολογική αρτηρία· (β) διφασική κυματομορφή, με αυξημένη ταχύτητα ροής, μέσα από ήπια στένωση· (γ) μονοφασική κυματομορφή, με αξιόλογη αύξηση στην ταχύτητα ροής, μέσα από σημαντική στένωση· και (δ) επιπεδωμένη μονοφασική κυματομορφή, με ελαττωμένη ταχύτητα, όπως καταγράφεται άνω μιας σημαντικής στένωσης.

κότερα της στένωσης αναδεικνύει χαρακτηριστικές αλλαγές στο προφίλ τη ταχύτητας (Εικόνα 1.3δ):

- το ποσοστό της αύξησης καθυστερεί ενώ η ένταση μειώνεται
- η παροδική αναστροφή ροής χάνεται στην πρώιμη διαστολή
- σε σοβαρές καταστάσεις, η κυματομορφή doppler γίνεται επίπεδη, ενώ στην κρίσιμη ισχαιμία, μπορεί να είναι μη ανιχνεύσιμη.

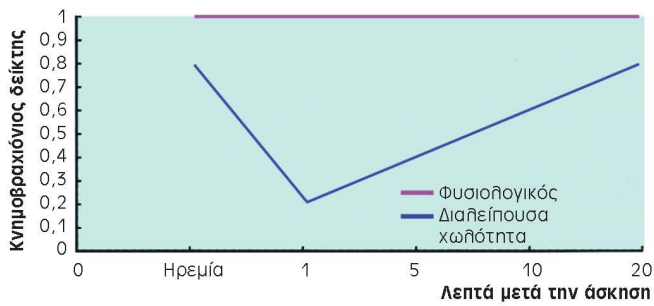
Διερεύνηση αρτηριακής νόσου

Σφυροβραχιόνιος δείκτης

Κάτω από φυσιολογικές συνθήκες, η συστολική πίεση στα σφυρά είναι ίση ή και λίγο μεγαλύτερη από τη συστολική πίεση στα άνω άκρα. Κατά την παρουσία μιας αρτηριακής στένωσης, προκύπτει μείωση της πίεσης περιφερικότερα της βλάβης. Ο σφυροβραχιόνιος δείκτης (ΣΒΔ), ο οποίος υπολογίζεται από το πηλίκο της συστολικής πίεσης στα σφυρά προς τη συστολική πίεση στον βραχίονα, αποτελεί έναν ευαίσθητο δείκτη της κυκλοφορικής ανεπάρκειας στα κάτω άκρα. Η μεγαλύτερη πίεση που μετράται σε οποιαδήποτε αρτηρία στα σφυρά χρησιμοποιείται ως αριθμητής στον υπολογισμό του σφυροβραχιόνιου δείκτη. Οι τιμές του σφυροβραχιόνιου δείκτη που είναι μεγαλύτερες ή ίσες με τη μονάδα θεωρούνται φυσιολογικές, ενώ οι τιμές που είναι μικρότερες από 0,9 θεωρούνται παθολογικές. Οι ασθενείς με διαλείπουσα

χωλότητα τείνουν να έχουν σφυροβραχιόνιο δείκτη μεταξύ 0,5–0,9, ενώ οι ασθενείς με κρίσιμη ισχαιμία συνήθως έχουν σφυροβραχιόνιο δείκτη μικρότερο από 0,5. Σε ασθενείς με διαβήτη (στους οποίους συνήθως τα αγγεία είναι επασβεστωμένα και ασυμπιεστα), η μέτρηση της συστολικής πίεσης στα κάτω άκρα είναι λιγότερο ασφαλής, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε ψευδώς υψηλές συστολικές πιέσεις στα σφυρά και συνεπώς σε ψευδώς αυξημένο ΣΒΔ.

Η δοκιμασία κόπωσης μπορεί να αξιολογήσει τους λειτουργικούς περιορισμούς μιας αρτηριακής στένωσης και να διαφοροδιαγνώσει την αποφρακτική αρτηριακή νόσο από άλλες αιτίες εμφάνισης συμπτωμάτων στα κάτω άκρα κατά τη διάρκεια της άσκησης, π.χ. νευρογενής διαλείπουσα χωλότητα απότοκη στενώσεων στη σπονδυλική στήλη. Ο περιορισμός στην εισερχόμενη ροή σε ένα σκέλος με αποφρακτική αρτηριακή νόσο έχει ως αποτέλεσμα την πτώση της συστολικής πίεσης στα σφυρά κατά τη διάρκεια της άσκησης και της προκαλούμενης περιφερικής αγγειοδιαστολής. Οι ασθενείς σε ιδανικές συνθήκες μπορούν να περπατούν 5 λεπτά σε κυλιόμενο τάπητα, ωστόσο και η βάδιση γύρω από το ιατρείο ή και επιτόπου είναι εξίσου αποτελεσματικά. Ο ΣΒΔ μετράται πριν και μετά την άσκηση. Η πτώση πίεσης κατά $\geq 20\%$ υποδεικνύει σημαντική αρτηριακή νόσο (Εικόνα 1.4). Αν δεν υπάρχει πτώση στη συστολική αρτηριακή πίεση μετά από 5 λεπτά γρήγορης βάδισης, αυτό σημαίνει ότι ο ασθενής δεν έχει αποφρακτική αρτηριακή νόσο κεντρικότερα των σφυρών στο εξεταζόμενο άκρο.

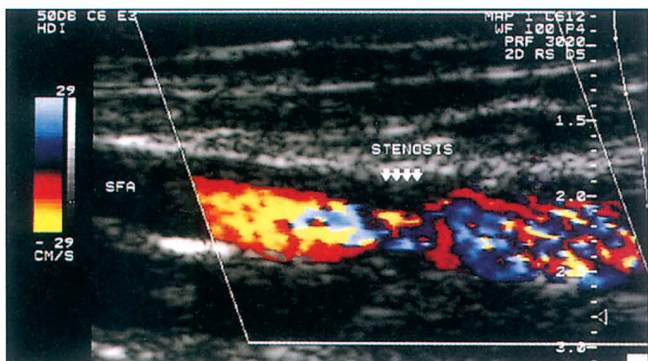


Εικόνα 1.4 Η πτώση στον σφυροβραχιόνιο δείκτη με την άσκηση ασθενούς με διαλείπουσα χωλότητα.

Duplex scanning

Με τον συνδυασμό του συστήματος παλμικού Doppler και υπερήχων real-time B-mode για την απεικόνιση των αγγείων είναι εφικτή η εξέταση προτύπων ροής Doppler σε μια απολύτως καθορισμένη περιοχή μέσα στον αυλό του αγγείου. Ο συνδυασμός των δύο συστημάτων καλείται duplex scanning. Η προσθήκη χρώματος με βάση τη συχνότητα και την κατεύθυνση της ροής κάνει πιο εύκολη την αναγνώριση των αρτηριακών στενώσεων και μειώνει τον χρόνο της εξέτασης (η μέθοδος είναι γνωστή ως triplex) (Εικόνα 1.5).

Στη διάγνωση της αρτηριακής νόσου σε επίπεδο μηριαίας και ιγνυακής αρτηρίας, το duplex υπερηχοτομογράφημα έχει ευαισθησία 80% και ειδικότητα από 90–100%, ωστόσο το υπερηχοτομογράφημα είναι λιγότερο αξιόπιστο στην αξιολόγηση των στενώσεων των κνημιαίων και περονιαίων αρτηριών (Πίνακας 1.2). Το Εθνικό Ινστιτούτο Κλινικής Αριστείας (NICE) συστήνει τη χρήση του duplex ως απεικόνιση πρώτης γραμμής σε όλους τους ασθενείς με κλινική υποψία περιφερικής αρτηριακής νόσου στους οποίους υπάρχει πρόθεση επαναμιάτωσης (Πλαίσιο 1.1). Το duplex υπερηχοτομογράφημα είναι ιδιαίτερα χρήσιμο στην αξιολόγηση των καρωτιδών αρτηριών και στη συστηματική παρακολούθηση των μηροίγνυακών μοσχευμάτων όπου μπορούν να ανιχνευθούν περιοχές στενώσεων πριν από την πλήρη απόφραξη του μοσχεύματος και από τη σημαντική πτώση στον σφυροβραχιόνιο δείκτη. Η φυσιολογική ταχύτητα μέσα στο μόσχευμα



Εικόνα 1.5 Έγχρωμη duplex απεικόνιση της αιματικής ροής της επιπολής μηριαίας αρτηρίας. Ο καθορισμός του χρώματος (μπλε ή κόκκινο) εξαρτάται από την κατεύθυνση της ροής του αίματος, και η πληρότητα σε χρώμα αντανακλά την ταχύτητα της αιματικής ροής. Μικρότερη πληρότητα σε χρώμα (ανάμειξη μπλε και κόκκινου) υποδεικνύει περιοχές υψηλότερης αιματικής ροής και βαθύτερα χρώματα υποδεικνύουν χαμηλότερη ροή· η απουσία ροής κωδικοποιείται ως μαύρο χρώμα.

Πίνακας 1.2 Οι χρήσεις του έγχρωμου duplex.

Αρτηρίες	Φλέβες
Αναγνώριση αποφρακτικής αθηροσκληρωτικής νόσου:	Διάγνωση της εν τω βάθει φλεβοθρόμβωσης πάνω από το γόνατο
• Καρωτίδες	Αξιολόγηση της ανεπάρκειας των βαλβίδων στις εν τω βάθει φλέβες
• Περιφερικές αρτηρίες	Επιπολής φλεβική ανεπάρκεια:
Παρακολούθηση μηροίγνυακής παράκαμψης	• Αξιολόγηση ασθενούς με υποτροπιάζοντες κίρσους
Παρακολούθηση των αρτηριών των κάτω άκρων έπειτα από αγγειοπλαστική	• Αναγνώριση και εντόπιση παθινδρόμησης στη σαφηνομηριαία συμβολή
	Προεγχειρητική χαρτογράφηση σαφηνούς φλέβας

έχει διακύμανση από 50 cm/sec έως και 120 cm/sec. Όσον αφορά τις αρτηρίες των κάτω άκρων, η αύξηση της μέγιστης συστολικής ταχύτητας στο διπλάσιο υποδεικνύει στένωση $\geq 50\%$. Μέγιστη συστολική ταχύτητα < 45 cm/sec προκύπτει σε μοσχεύματα υψηλού κινδύνου για απόφραξη.

Αξονική αγγειογραφία

Η αξονική αγγειογραφία (CTA) είναι μια τεχνική που επιτρέπει τη ραγδαία και συνεχόμενη ανάκτηση δεδομένων κατά τη διάρκεια της αρχικής διόδου bolus ενδοφλέβιας έγχυσης σκιαστικού μέσα από το αρτηριακό δέντρο. Τα δεδομένα μπορούν να ανασυντεθούν στο επίπεδο κάθε τομής, να αναμορφωθούν σε διαφορετικά επίπεδα και να τεθούν υπό επεξεργασία σε εικόνες των αγγείων δύο ή και τριών διαστάσεων. Η εισαγωγή του αξονικού τομογράφου πολλαπλής σάρωσης (MDCT) είχε μια δραματική επιρροή επάνω στην απεικόνιση των αγγείων με αξονική τομογραφία και συγκεκριμένα στην απεικόνιση του καρδιαγγειακού δέντρου. Η εξέλιξη του αξονικού τομογράφου πολλαπλής σάρωσης οδήγησε στην ταχύτερη ανάκτηση δεδομένων (0,37-s ταχύτητα περιστροφής έναντι 1-s ταχύτητας περιστροφής στον συμβατικό αξονικό τομογράφο) και στην ανάκτηση δεδομένων όγκου και όχι δεδομένων της κάθε τομής. Έτσι, ο αξονικός τομογράφος πολλαπλής σάρωσης (χωρίς να αυξάνει τη δόση της ακτινοβολίας) έχει οδηγήσει σε ταχύτερο έλεγχο, βελτιωμένη ανάλυση της αντίθεσης και καλύτερη χωρική ανάλυση. Επιπροσθέτως, ελαχιστοποιήθηκαν και τα τεχνικά σφάλματα κίνησης.

Ο χρόνος που χρειάζεται για να ολοκληρωθεί η εξέταση καθορίζεται από πρακτικά θέματα, όπως για παράδειγμα από τη μεταφορά του ασθενούς και την τοποθέτηση φλεβικής γραμμής, ωστόσο ο χρόνος για την ανάκτηση της εικόνας όλου του αρτηριακού δικτύου (από την αορτή έως και τις

Πλαίσιο 1.1 Οι προτάσεις του NICE για την απεικόνιση των αρτηριών σε ασθενείς που πρόκειται να υποβληθούν σε επέμβαση επαναιμάτωσης

- 1 Duplex υπερηχοτομογράφημα ως απεικόνιση πρώτης γραμμής
- 2 Μαγνητική αγγειογραφία με ενδοφλέβιο σκιαστικό – εάν απαιτείται περαιτέρω απεικόνιση, μετά τον αρχικό έλεγχο με υπερηχοτομογράφημα και πριν από την επέμβαση επαναιμάτωσης
- 3 Αξονική αγγειογραφία – εάν απαιτείται περαιτέρω έλεγχος μετά το υπερηχοτομογράφημα, εάν η μαγνητική τομογραφία αντενδείκνυται ή είναι μη ανεκτή, καθώς και πριν από την επέμβαση επαναιμάτωσης

Πίνακας 1.3 Πλεονεκτήματα και περιορισμοί της αξονικής και της μαγνητικής αγγειογραφίας.

CTA	MRA (βεητιωμένη)
Ραγδαία ανάκτηση δεδομένων, λιγότερο επιρρεπής σε τεχνικά σφάλματα κίνησης	Αργή ανάκτηση δεδομένων, περισσότερο επιρρεπής σε τεχνικά σφάλματα κίνησης
Υψηλή ανάλυση που παρέχει ανατομικές εικόνες του αγγειακού αυλού και του τοιχώματος	Χαμηλότερη ανάλυση αθλή εξαρτώμενη από την τεχνική και την περιοχή
Ελάττωση της ακρίβειας σε περιπτώσεις κυκλωτερούς επασβέστωσης	Μπορεί να υπερεκτιμήσει τον βαθμό και το μήκος της στένωσης λόγω απώλειας σήματος σε περιοχές στροβιλωδούς ροής
Ευχέρεια στην πρόσβαση, κυρίως σε επείγουσα βάση, και οι βαριά ασθενείς μπορούν να υποστηριχθούν κατά τη διάρκεια της εξέτασης	Αντενδείκνυται σε ασθενείς που χρήζουν εντατικής θεραπείας Αντενδείκνυται σε ασθενείς που έχουν εμφυτεύματα όπως βηματοδότες, απινιδωτές, κοχλιακά εμφυτεύματα και διεγέρτες του νωτιαίου μυελού
Οικονομικότερη Έκθεση στην ακτινοβολία	Πολλοί ασθενείς δεν ανέχονται την εξέταση λόγω κλειστοφοβίας ή και λόγω σωματότυπου
Χρήση ιωδιούχου σκιαστικού – κίνδυνος νεφροπάθειας από σκιαστικό και αθηρογένεση (η δραστική ενυδάτωση μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη της νεφροπάθειας)	Πιο ακριβή εξέταση Χωρίς ακτινοβολία Το γαδολίνιο που χρησιμοποιείται για τη μαγνητική αγγειογραφία έχει συσχετιστεί με τη νεφρογενή συστηματική σκλήρυνση (σε ασθενείς με βαριά νεφρική βλάβη)

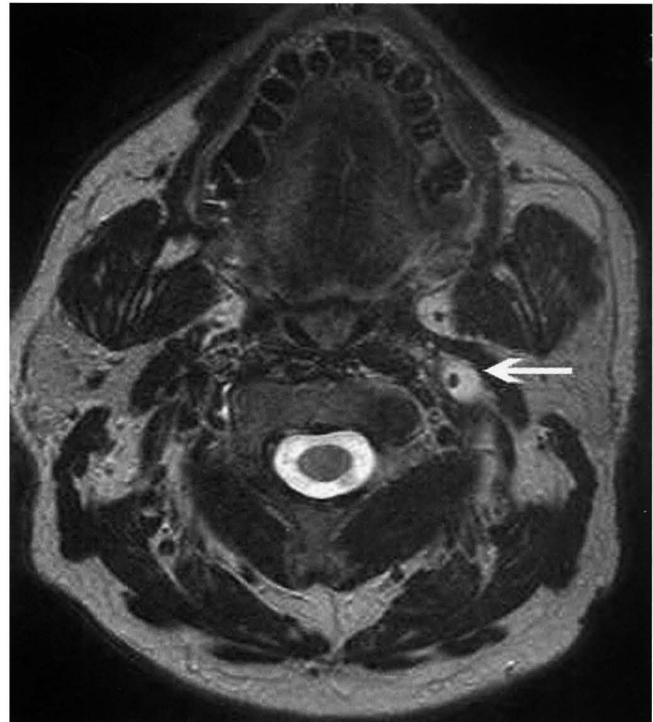
πελματιαίες αρτηρίες) είναι <15 sec για την αξονική αγγειογραφία, ενώ για τη μαγνητική αγγειογραφία περίπου 10–15 min (Πίνακας 1.3).

Μαγνητική αγγειογραφία

Υπάρχουν συγκεκριμένες τεχνικές μαγνητικού συντονισμού οι οποίες επιτρέπουν τη χρήση της παλμικής αλληλουχίας για την απεικόνιση του κινούμενου αίματος, απεικονίζοντας έτσι τις αρτηρίες ή τις φλέβες χωρίς τη χρήση ενδοφλέβιου σκιαστικού ή την έκθεση σε ιονίζουσα ακτινοβολία. Η μαγνητική αγγειογραφία χωρίς τη χρήση σκιαστικού έχει το πλεονέκτημα της ασφάλειας, ωστόσο χαρακτηρίζεται και από την τεχνική εξάρτηση από τη ροή. Η μαγνητική αγγειογραφία (MRA) με τη χρήση ενδοφλέβιου σκιαστικού (γαδολίνιο) μπορεί να καλύψει μια μεγαλύτερη περιοχή, επιτρέπει την πιο γρήγορη ανάκτηση των δεδομένων και τη μεγαλύτερη ανάλυση, ενώ παράλληλα δίνει και μια πιο άμεση εικόνα του αυλού του αγγείου. Χρησιμοποιείται ποικιλία αλληλουχιών εικόνας· η αλληλουχία αυτή εξαρτάται από το υπό εξέταση αγγείο και από την ισχύ του πεδίου του μηχανήματος. Οι πληροφορίες αποκτώνται τόσο για αξονικές τομές όσο και για την ανασύνθεση της εικόνας των αγγείων (Εικόνες 1.6 και 1.7).

Εφαρμογές της αξονικής και της μαγνητικής αγγειογραφίας

Τόσο η αξονική αγγειογραφία όσο και η μαγνητική αγγειογραφία χρησιμοποιούνται ευρέως για την απεικόνιση της παθολογίας των μεγάλων αρτηριών (Εικόνες 1.8 και 1.9). Κάθε τεχνική έχει διαφορετικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα (Πίνακας 1.3). Η αξονική αγγειογραφία έχει το μεγάλο πλεονέκτημα της ταχύτητας, ωστόσο οι τοπικές προτιμήσεις



Εικόνα 1.6 Μαγνητική τομογραφία T2 προσανατολισμού του τραχήλου που δείχνει διαχωρισμό της αριστερής έσω καρωτίδας, με θρόμβο μέσα στο τοίχωμα του αγγείου που παράγει υψηλό σήμα (βέλος).

και η διαθεσιμότητα συχνά καθορίζουν ποια τεχνική θα χρησιμοποιηθεί. Η αξονική πνευμονική αγγειογραφία (CTPA) για πιθανή πνευμονική εμβολή είναι ίσως η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη υπολογιστική απεικονιστική τεχνική (Εικόνα 1.10). Η CTPA προτείνεται από τον NICE ως απεικονιστική εξέταση πρώτης γραμμής για ασθενείς υψηλού κινδύνου για πνευμονική εμβολή μετά την κλινική αξιολόγηση.

Στη διερεύνηση των ανευρυσμάτων κοιλιακής αορτής και του αορτικού διαχωρισμού, η εξέταση εκλογής είναι η αξονική αγγειογραφία, διότι απεικονίζει το αγγειακό τοίχωμα και μπορεί να προσφέρει πληροφορίες για τον τοιχωματικό θρόμβο, φλεγμονώδεις αλλαγές και πιθανή ρήξη. Τα λογισμικά μπορούν να ανασυνθέσουν εκατοντάδες εικόνες και τις προβάλλουν σε δύο ή και τρεις διαστάσεις (Εικόνα 1.11). Αυτό αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο προεγχειρητικού σχεδιασμού και μετεγχειρητικής παρακολούθησης, κυρίως σε ό,τι αφορά τα ενδοαυλικά μοσχεύματα μετά από ενδοαυλική αποκατάσταση ανευρύσματος κοιλιακής αορτής. Η αξονική αγγειογραφία είναι μια περισσότερο ευαίσθητη και ειδική εξέταση σε σχέση με την κλασική αγγειογραφία όσον αφορά την ανίχνευση ενδοδιαφυγών.

Η μαγνητική αγγειογραφία με τη χρήση ενδοφλέβιου σκιαστικού αποτελεί εξέταση εκλογής στη διερεύνηση πιθανής περιφερικής αρτηριακής νόσου των κάτω άκρων σε ασθενείς που χρήζουν περαιτέρω ελέγχου μετά τον αρχικό έλεγχο με duplex υπερηχοτομογράφημα και πριν από την επέμβαση επαναιμάτωσης. Εάν η μαγνητική αγγειογραφία αντενδείκνυται ή δεν είναι καλά ανεκτή, οι ασθενείς θα πρέπει να υποβάλλονται σε αξονική αγγειογραφία (Πλαίσιο 1.1).

Η αξονική και η μαγνητική αγγειογραφία έχουν ίδια υψηλή ευαισθησία και ειδικότητα για την ανίχνευση στενώσεων των νεφρικών αρτηριών, ωστόσο, για την αποφυγή της χρήσης