



ΔΙΑΚΡΑΤΙΚΟ | ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ σε συνεργασία με το  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
ΣΠΟΥΔΩΝ DIGENOVA



*Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία*

**"Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΥΠΕΡΗΧΟΤΟΜΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΩΣ ΕΞΕΤΑΣΗ  
ΠΡΟΛΗΨΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΤΗΣ ΧΡΟΝΙΑΣ ΑΠΟΦΡΑΚΤΙΚΗΣ  
ΑΡΤΗΡΙΟΠΑΘΕΙΑΣ"**

υπό

**ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ Χ. ΔΕΛΕ**

Ειδικευόμενου Αγγειοχειρουργικής

Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των

απαιτήσεων για την απόκτηση του

Διακρατικού Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης

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

Λάρισα, 2017

**Επιβλέπων: ΣΠΑΝΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ**

**ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:**

**ΣΠΑΝΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ** Aortic Fellow, German Aortic Center Hamburg, University Heart Center, University Hospital Hamburg Eppendorf, Germany

**ΚΟΥΤΣΙΑΣ ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ** Λέκτορας Αγγειοχειρουργικής -Ενδαγγειακής Χειρουργικής Αγγειοχειρουργική Κλινική Π.Γ.Ν. Λάρισας Τμήμα Ιατρικής, Σχολή Επιστημών Υγείας Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

**ΚΑΡΑΘΑΝΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ** Αγγειοχειρουργός Επικ. Επιμελητής Αγγειοχειρουργική Κλινική Π.Γ.Ν. Λάρισας

**Αναπληρωματικό μέλος: ΡΟΥΣΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ** Αγγειοχειρουργός Επιμελητής Β' Π.Γ.Ν. Λάρισας

**ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

*Στους δασκάλους μου,*

*Διευθυντές : Αγγειοχειρουργικής Ν.Ε.Ε.Σ Μάρα Δημήτριο και Παπά Θεοφάνη*

*Στη γυναίκα μου Ελένη και στα παιδιά μου Χαράλαμπο και Εφραίμ*

*Αθανάσιος Δέδες...*

|

## Περίληψη

Η εξέλιξη της ιατρικής επιστήμης, σε συνδυασμό με την ανάπτυξη των τεχνολογιών αποτελούν φαρέτρα στα χέρια των ειδικών για την πρόληψη και έγκαιρη αντιμετώπιση ασθενών με χρόνια αποφρακτική αρτηριοπάθεια. Δυστυχώς ο σύγχρονος τρόπος ζωής(κάπνισμα, σακχαρώδης διαβήτης, δυσλιπιδαιμία, καθιστική ζωή) οδηγεί σε καθημερινή αύξηση του αριθμού των ασθενών που αντιμετωπίζουν προβλήματα λόγω περιφερικής αγγειοπάθειας (διαλείπουσα χωλότητα, άλγος αναπαύσεως, κρίσιμη ισχαιμία, στυτική δυσλειτουργία, γάγγραινα – ακρωτηριασμός). Σκοπός αυτής της εργασίας είναι να αποδείξει την αναγκαιότητα της υπερηχογραφικής διερεύνησης εξέταση ισότιμη με άλλες απεικονιστικές εξετάσεις - για τη διάγνωση της χρόνιας αποφρακτικής αρτηριοπάθειας, καθώς αποτελεί μη επεμβατική, αναίμακτη, με μικρό κόστος και με μεγάλη διαγνωστική ακρίβεια.

Λέξεις κλειδιά: περιφερική αγγειοπάθεια, υπερηχογραφία

## **Abstract**

The evolution of medical science, coupled with the development of technologies, are a quiver in the hands of specialists for the prevention and timely treatment of patients with chronic obstructive arterial disease. Unfortunately, modern lifestyle (smoke, diabetes mellitus, hyperlipidemia, sedentary life) leads to a daily increase in the number of patients experiencing problems either to peripheral vascular disease (intermittent claudication, resting pain, critical ischemia, erectile dysfunction, gangrene- amputation). The aim of this study is to prove the necessity of ultrasound examination as a prevention test - equivalent to other imaging tests - for the diagnosis of chronic obstructive arteriopathy as it is a non-invasive, bloodless, with low cost and especially with high diagnostic value.

key words: peripheral vascular disease, ultrasonography, doppler

## Πίνακας Περιεχομένων

<b>Κεφάλαιο 1</b>	<b>Εισαγωγή.....</b>	<b>7</b>
1.1	Εισαγωγή στους υπερήχους.....	7
1.2	Η χρήση των υπερήχων.....	7
1.3	Αιτιοπαθογένεια περιφερικής αγγειοπάθειας.....	8
1.3.1	Ταξινόμηση.....	9
1.3.2	Σφυροβραχιόνιος Δείκτης.....	10
<b>Κεφάλαιο 2</b>	<b>Μεθοδολογία.....</b>	<b>14</b>
2.1	Μεθοδολογία.....	14
2.2	Φαινόμενο Doppler.....	15
2.3	Κατά παλμούς Doppler.....	16
2.4	Ανάλυση φάσματος.....	18
2.5	2 DDopplerυπέρηχοι.....	19
2.6	Επιλογή συχνότητας Doppler.....	19
2.7	Τεχνικές Doppler.....	20
2.8	Μέθοδος Dopplerκαι έγχρωμο Duplexαγγείων κάτω άκρων.....	21
3.	Αποτελέσματα.....	23
4.	Συζήτηση.....	24
	Βιβλιογραφία.....	25

## Κεφάλαιο 1

### Εισαγωγή

#### 1.1 Εισαγωγή στους Υπερήχους

Η διαγνωστική εφαρμογή των υπερήχων βασίζεται στην απεικόνιση των μορφολογικών αλλαγών των οργάνων στο εσωτερικό του σώματος, με τη χρήση δυσδιάστατης εικόνας πραγματικού χρόνου (*realtime*).

Αν και η απεικόνιση πραγματικού χρόνου μας δίνει αρκετές πληροφορίες για τη μορφολογία, προσφέρει λίγες ή καθόλου πληροφορίες για τη ροή του αίματος, τις αγγειακές ανωμαλίες ή τη δυναμική της ροής. Με τους υπέρηχους Doppler, μπορεί να εκτιμηθεί η αιματική ροή και είναι δυνατός ο άμεσος προσδιορισμός της παρουσίας και της κατεύθυνσης της ροής. Επιπλέον, δίνονται πληροφορίες για τη ταχύτητα ροής και την αιμάτωση ενός οργάνου.

Το κυκλοφορικό σύστημα είναι υπερβολικά σύνθετο και σε σύσταση και σε λειτουργία και η ροή του αίματος επηρεάζεται από πολυάριθμους παράγοντες όπως η καρδιακή λειτουργία, η ελαστικότητα των τοιχωμάτων του αγγείου, η τάση των μυών και οι συνδέσεις των χιλιάδων διακλαδούμενων αγγείων.

Η θεώρηση αυτών των παραμέτρων που επηρεάζουν τη ροή του αίματος είναι χρήσιμη για την κατανόηση της φυσιολογίας της κυκλοφορίας του αίματος και των ανωμαλιών που δημιουργούνται με την παρουσία αγγειακής απόφραξης.

Αν και οι υπέρηχοι Doppler μπορεί να χρησιμοποιηθούν για τη μελέτη διαφόρων τύπων κίνησης στο σώμα, η κυρίαρχη χρήση τους παραμένει η ανίχνευση και ο ποσοτικός προσδιορισμός της ροής στην καρδιά και στα αγγεία.

#### 1.2 Η Χρήση των Υπερήχων

Η περιφερική αγγειοπάθεια των κάτω άκρων ( $\text{rad}^1$ ) αποτελεί μία από τις τρεις βασικές εκδηλώσεις της αρτηριοσκλήρυνσης (στεφανιαία νόσος, νόσος καρωτιδικού διχασμού και περιφερική αγγειοπάθεια των κάτω άκρων).

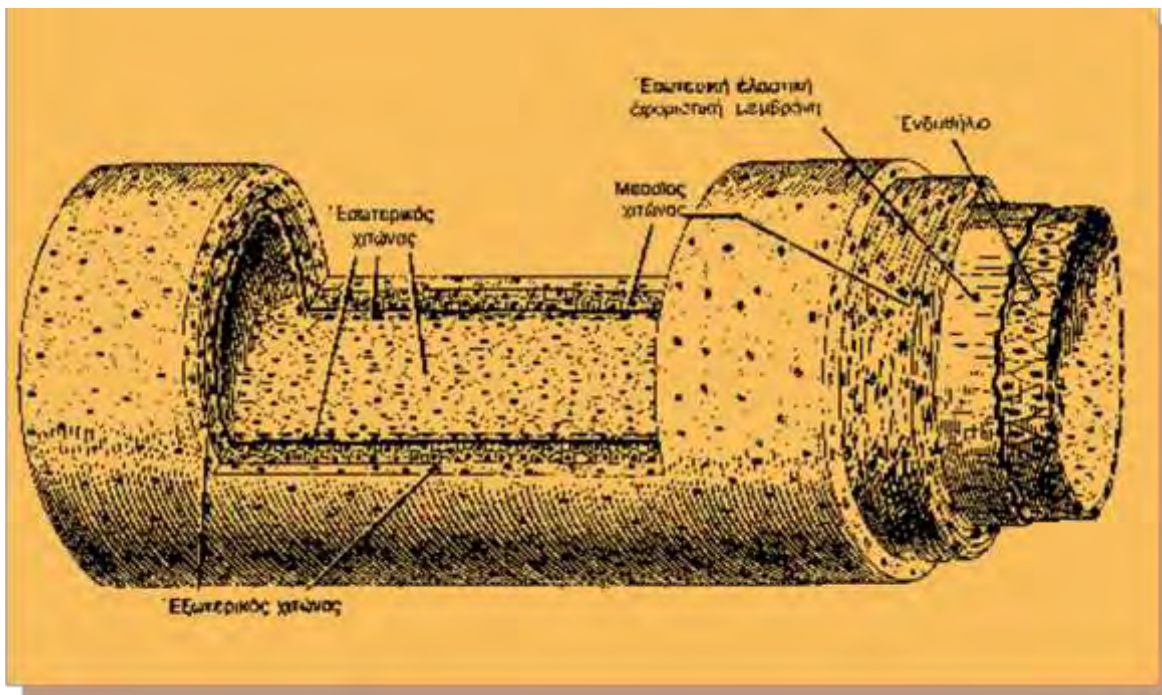
Η νόσος ορίζεται ως μερική στένωση ή πλήρη απόφραξη μίας ή περισσότερων από τις αρτηρίες που αιματώνουν τα κάτω άκρα (διχασμός λαγονίων, επιπολής και εν τω βάθει μηριαίες, ιγνυακές, πρόσθιες και οπίσθιες κνημιαίες, όπως και περονιαίες αρτηρίες). Συνήθως οφείλεται σε αρτηριοσκλήρυνση και είναι είτε ασυμπτωματική είτε συμπτωματική με συμπτώματα ισχαιμίας (διαλείπουσα χωλότητα, άλγος ηρεμίας γάγγραινα).

Η σημασία της νόσου αλλά και της έγκαιρης διάγνωσης, έγκειται στο γεγονός ότι οι πάσχοντες αφενός παρουσιάζουν κίνδυνο ακρωτηριασμού του σκέλους, αφετέρου εμφανίζουν κίνδυνο συνύπαρξης στεφανιαίας νόσου και καρωτιδικής νόσου, αυξάνοντας με αυτό τον τρόπο τη νοσηρότητα και τη θνητότητα<sup>2</sup>.



Η περιφερική αγγειοπάθεια προσβάλλει συχνότερα τον ανδρικό πληθυσμό, η δε συχνότητα της αυξάνεται με την αύξηση της ηλικίας. Στη μελέτη Framingham<sup>3</sup> βρέθηκε ότι στην ηλικία 30 – 34 ετών πάσχουν από περιφερική αγγειοπάθεια με διαλείπουσα χωλότητα 6/10000 άνδρες, ενώ στην ηλικία 65 – 74 61/10000 άνδρες, δηλαδή δεκαπλάσιοι. Στις δε γυναίκες τα αντίστοιχα ποσοστά ήταν 3/10000 και 51/10000. Άρα η αυξημένη συχνότητα στους άνδρες παρατηρείται κυρίως σε μικρότερες ηλικίες, ενώ σε ηλικίες άνω των 65 η συχνότητα μεταξύ ανδρών και γυναικών εξομοιώνεται με μικρή υπεροχή υπέρ των ανδρών. Τα αναφερόμενα ποσοστά επίπτωσης της περιφερικής αγγειοπάθειας με βάση τη βιβλιογραφία ποικίλουν έντονα ανάλογα με τα διαγνωστικά κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν και φυσικά διαφοροποιούνται ανάλογα με το αν περιλαμβάνουν και τους ασυμπτωματικούς ασθενείς. Σύμφωνα με τα δεδομένα του Inter – Society Consensus for the Managemet of Peripheral Arterial Disease (TASCI,II)<sup>1,9</sup> , η επίπτωση της περιφερικής αγγειοπάθειας βασιζόμενη στο σφυροβραχίονιο αρτηριακό δείκτη, δηλαδή συμπτωματικοί και ασυμπτωματικοί ασθενείς είναι 3 – 10% ανεξαρτήτου ηλικίας και αυξάνεται στο 15 – 20% σε ηλικίες άνω των 70 ετών.<sup>4,5,6</sup>

### 1.3 Αιτιοπαθογένεια Περιφερικής Αγγειοπάθειας



Η συχνότερη αιτία της περιφερικής αγγειοπάθειας είναι η αρτηριοσκλήρυνση με ή χωρίς διαβητικό υπόβαθρο (90%). Σπανιότερα αίτια είναι η αποφρακτική θρομβοαγγειίτιδα (νόσος Buerger), ανευρύσματα, ινομυϊκή δυσπλασία, σύνδρομο παγίδευσης ιγνυακής αρτηρίας, αγγειακό τραύμα, μετακτινική αγγειίτιδα και σπάνιοι όγκοι.

Οι πιο καλά μελετημένοι παράγοντες κινδύνου που σχετίζονται με την περιφερική αγγειοπάθεια αρτηριοσκληρυντικής αιτιολογίας είναι οι ακόλουθοι:

- 1) Φύλη: οι έγχρωμοι παρουσιάζουν διπλάσιο κίνδυνο εμφάνισης pad, συγκριτικά με τους λευκούς.<sup>7</sup>
- 2) Φύλο: η επίπτωση της συμπτωματικής ή ασυμπτωματική pad είναι μεγαλύτερη στους άνδρες 2/1 και 3/1 και αυτή η διαφορά είναι εντονότερη σε μικρότερες ηλικίες.<sup>1</sup>
- 3) Ηλικία: η συχνότητα και η επίπτωση της pad πολλαπλασιάζεται με την αύξηση της ηλικίας και πιο συγκεκριμένα επταπλασιάζεται από την ηλικία 40 – 45 στην ηλικία 70 – 75.<sup>1</sup>
- 4) Κάπνισμα: ο κίνδυνος εμφάνισης pad με διαλείπουσα χωλότητα είναι 4 φορές υψηλότερος σε καπνιστές σε σχέση με μη καπνιστές,
- 5) Σακχαρώδης διαβήτης: έχει παρατηρηθεί σαφής συσχέτιση της pad με το σακχαρώδη διαβήτη και μάλιστα κάθε 1% αύξηση της A1c ο κίνδυνος εμφάνισης pad αυξάνεται 26%. Η αντίσταση στην ινσουλίνη φαίνεται να διαδραματίζει ιδιαίτερο ρόλο αυξάνοντας τον κίνδυνο για pad κατά 50%.
- 6) Αρτηριακή υπέρταση: οι ασθενείς με αρτηριακή υπέρταση εμφανίζουν διπλάσιο κίνδυνο εμφάνισης pad.
- 7) Δυσλιπιδαιμία: τιμές ολικής χοληστερόλης >270mg/dl διπλασιάζουν τον κίνδυνο εμφάνισης pad, με το λόγο HDL/ολική χοληστερόλη να αποτελεί τον πιο αξιόπιστο δείκτη.
- 8) Δείκτες φλεγμονής: αυξημένη τιμή \ητης CRP σχετίζεται με διπλάσιο έως και τριπλάσιο κίνδυνο εμφάνισης της νόσου.<sup>8</sup>
- 9) Λοιποί παράγοντες: υπερπηκτικότητα, υπερομοκυστεϊναιμία, και η χρόνια νεφρική ανεπάρκεια αυξάνουν τον κίνδυνο εμφάνισης της νόσου.

### 1.3.1 Ταξινόμηση Περιφερικής Αγγειοπάθειας

Η περιφερική αγγειοπάθεια ταξινομείται σε 4 κλινικά στάδια κατά Fontaine και σε έξι κατά Rutherford, με βάση τη βαρύτητα της κλινικής κατάστασης.

FONTAINE		RUTHERFORD		
Stage	Clinical	Grade	Category	Clinical
I	Asymptomatic	0	0	Asymptomatic
IIa	Mild claudication	I	1	Mild claudication
IIb	Moderate–severe claudication	I	2	Moderate claudication
		I	3	Severe claudication
III	Ischemic rest pain	II	4	Ischemic rest pain
IV	Ulceration or gangrene	III	5	Minor tissue loss
		IV	6	Ulceration or gangrene

## **Στάδιο I: Ασυμπτωματικό**

Στο στάδιο αυτό ο ασθενής δεν παρουσιάζει προς το παρόν συμπτώματα. Υπάρχει απώλεια περιφερικών σφύξεων στη φυσική εξέταση και μείωση του σφυρο-βραχιόνιου δείκτη.

## **Στάδιο II: Διαλείπουσα χωλότητα**

IIa: χωλότητα για απόσταση βαδίσματος > 200 μέτρα.

IIb: χωλότητα για απόσταση βαδίσματος < 200 μέτρα.

Η εκτίμηση της απόστασης βαδίσματος γίνεται καλύτερα σε κυλιόμενο τάπητα με σταθερή κλίση και ταχύτητα 3.2 km/h.

## **Στάδιο III: Ισχαιμικό άλγος ηρεμίας**

## **Στάδιο IV: Απώλεια ιστού-ισχαιμικά έλκη-γάγγραινα**

Ο όρος **κρίσιμη ισχαιμία** περιλαμβάνει την κλινική εικόνα των σταδίων III και IV, σε συνδυασμό με αντικειμενικές μετρήσεις περιφερικών πιέσεων για την αξιολόγηση της ισχαιμίας. Η κρίσιμη ισχαιμία αν μείνει χωρίς αντιμετώπιση ενδέχεται να οδηγήσει σε ακρωτηριασμό.

Για την αξιολόγηση και ερμηνεία της περιφερικής αγγειοπάθειας, εκτός από τη σωστή λήψη ιστορικού χρησιμοποιούνται και απεικονιστικές μέθοδοι, επεμβατικές ή μη. Η πρώτη απεικονιστική μέθοδος, μη επεμβατική, αναίμακτη είναι το έγχρωμο duplex των αγγείων.

### **1.3.2 Σφυροβραχιόνιος Δείκτης**

Στη **διάγνωση** της ΠΑ συνεισφέρουν σημαντικά το ιστορικό και η κλινική εικόνα όπως προαναφέρθηκε. Επειδή όμως πολλοί ασθενείς είναι ασυμπτωματικοί και επειδή στους συμπτωματικούς ασθενείς η ΔΧ είναι αρκετά υποκειμενικό ενόχλημα, για την ακριβή διάγνωση της ΠΑ, αλλά και για την αξιολόγηση της βαρύτητάς της, χρειάζεται μια πιο αντικειμενική διαγνωστική προσέγγιση. Αυτή γίνεται με τη μέτρηση του **σφυροβραχιόνιου αρτηριακού δείκτη πίεσης - ΣΒΔ** (ankle brachial pressure index – ABPI). Ως ΣΒΔ ορίζεται ο λόγος της αρτηριακής πίεσης (ΑΠ) των κάτω άκρων προς την ΑΠ των άνω άκρων. Κάθε αιμοδυναμικά σημαντική στένωση του αγγειακού άξονα μεταξύ άνω και κάτω άκρων, μπορεί να προκαλέσει πτώση της αρτηριακής πίεσης. Η μέτρηση και αξιολόγηση αυτής της πτώσης της αρτηριακής πίεσης στα κάτω άκρα μπορεί να οδηγήσει σε πρόωπη διάγνωση ΠΑ. Τιμές ΣΒΔ > 0.9 θεωρούνται φυσιολογικές. Τιμές από 0.4 – 0.9 συσχετίζονται με ήπια ή μέτριου βαθμού ΠΑ και τιμές < 0.4 συνεπάγονται σοβαρή ΠΑ. Οι μετρήσεις αυτές γίνονται με Doppler. Σε μερικούς ασθενείς με σακχαρώδη διαβήτη, χρόνια νεφρική ανεπάρκεια ή άλλες καταστάσεις που προκαλούν έντονη ελαστέωση

των αρτηριών (αρτηριοσκλήρυνση Mockenbek), οι αρτηρίες δεν ανταποκρίνονται στη συμπίεση με αποτέλεσμα να λαμβάνονται ψευδώς υψηλές ΑΠ στα σφυρά. Σε αυτές τις περιπτώσεις μετριέται ΣΒΔ > 1.4 και το αρτηριακό σήμα δεν εξαφανίζεται σε πίεση ακόμη και 300 mmHg, οπότε ο δείκτης θεωρείται αναξιόπιστος. Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος εναλλακτικά χρησιμοποιείται ο **δακτυλοβραχιόνιος αρτηριακός δείκτης** (ΔΒΔ) με μέτρηση της ΑΠ στις δακτυλικές αρτηρίες των κάτω άκρων. ΔΒΔ > 0.7 θεωρείται φυσιολογικός, ενώ ΔΒΔ < 0.2 ανευρίσκεται σε κρίσιμη ισχαιμία. Επιπλέον σε αυτούς τους ασθενείς για την ορθή διάγνωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί η **διαδερμική οξυμετρία** και το υπερηχογράφημα των αρτηριών. Άλλο ένα σημείο που χρειάζεται προσοχή στη μέτρηση του ΣΒΔ είναι σε ασθενείς με πιθανές στενώσεις υποκλειδίων ή ανωνύμου αρτηρίας, οπότε λαμβάνουμε ψευδώς χαμηλή ΑΠ στα άνω άκρα. Κάποιες μελέτες έχουν συσχετίσει το ΣΒΔ με τα στάδια της ΠΑ. Έτσι ΣΒΔ 0.5-0.9 ανευρίσκεται συνήθως σε διαλείπουσα χωλότητα αλλά και σε ασυμπτωματικούς ασθενείς με περιορισμένη δραστηριότητα ή καλή παράπλευρη κυκλοφορία. ΣΒΔ 0.2-0.5 αντιστοιχεί συνήθως σε άλγος ηρεμίας και ΣΒΔ < 0.2 σε απώλεια ιστού. Επιπλέον σημαντική αλλαγή στο ΣΒΔ θεωρείται η αύξησή του πάνω από 0.15 (πχ. μετά από χ/κή επέμβαση).

Σε μερικές περιπτώσεις, ιδίως σε μεμονωμένες στενώσεις στις λαγόνιες αρτηρίες, ενδέχεται ο **ΣΒΔ σε ηρεμία** να μετριέται φυσιολογικός αλλά ο ασθενής να αναφέρει συμπτώματα ΔΧ. Αυτό εξηγείται διότι ενίοτε η παράπλευρη κυκλοφορία σε ηρεμία αρκεί για να εξασφαλίσει ΣΒΔ φυσιολογικό. Σε άσκηση όμως, όπου αυξάνεται τόσο η παροχή όσο και οι περιφερικές ανάγκες των ιστών, αυτή η στένωση καθίσταται αιμοδυναμικά σημαντική προκαλώντας μείωση του ΣΒΔ. Έτσι στο άμεσο χρονικό διάστημα **μετά από άσκηση** (βάδιση μέχρι την εμφάνιση ΔΧ) θα παρατηρηθεί μία πτώση του ΣΒΔ σε σχέση με τον ΣΒΔ προ της έναρξης της άσκησης. Αν η πτώση αυτή είναι > 15-20% θεωρείται σημαντική και θέτει διάγνωση ΠΑ.

Με τον όρο **κρίσιμη ισχαιμία** εννοούμε μια μορφή σοβαρής χρόνιας ΠΑ που χαρακτηρίζεται από άλγος ηρεμίας ή ισχαιμική εξέλκωση – γάγγραινα όπου τα συμπτώματα χρονολογούνται από τουλάχιστον δύο εβδομάδες. Η διάγνωση πρέπει πάντα να επιβεβαιώνεται από μέτρηση του ΣΒΔ, η δε πίεση στα σφυρά είναι < 50 mmHg (ή δακτυλική πίεση < 30 mmHg) όταν πρόκειται για άλγος ηρεμίας, ή κατά άλλους ο ΣΒΔ είναι < 0.4. Στις περιπτώσεις με εξέλκωση ή γάγγραινα, κρίσιμη ισχαιμία θεωρείται όταν η πίεση στα σφυρά είναι < 70 mmHg (ή δακτυλική πίεση < 50 mmHg) και αυτό διότι για την επούλωση χρειάζεται υψηλότερη πίεση από αυτή που χρειάζεται για τη διατήρηση ακέρατου δέρματος. Άρα ο όρος της κρίσιμης ισχαιμίας συμβαδίζει με τα στάδια III και IV κατά Fontaine. Η **σημασία** του κλινικού αυτού όρου έγκειται στα παρακάτω:

- 1) περιγράφει άμεσα τη σοβαρότερη μορφή χρόνιας ΠΑ
- 2) οι ασθενείς με κρίσιμη ισχαιμία έχουν πολύ αυξημένο κίνδυνο ακρωτηριασμού, ΑΕΕ, OEM και θνητότητας και χρειάζονται άμεση συνολική αντιμετώπιση με τροποποίηση των παραγόντων κινδύνου και ανάλογη επιθετική θεραπεία για διάσωση του σκέλους, αλλά κυρίως αποφυγή των επιπλοκών της πιθανής συνυπάρχουσας στεφανιαίας και καρωτιδικής νόσου.

- 3) Από τους ασθενείς με κρίσιμη ισχαιμία 25% χρειάζονται (ή αποδέχονται μόνο) συντηρητική θεραπεία, 25% οδηγούνται σε πρωτοπαθή ακρωτηριασμό και 50% χρειάζονται επέμβαση επαναιμάτωσης. Στο πρώτο έτος μετά την αρχική διάγνωση 25% έχουν αποβιώσει, 25% έχουν βελτιωθεί χωρίς να βρίσκονται σε κρίσιμη ισχαιμία, 20% παραμένουν σε κρίσιμη ισχαιμία και 30% έχουν υποστεί ακρωτηριασμό.
- 4) Διακρίνει σαφώς την σοβαρή αυτή κατάσταση από την επείγουσα «οξεία ισχαιμία» που θα περιγράψουμε παρακάτω.

Στη διάγνωση της ΠΑ βοηθάει και η **κλινική δοκιμασία του Ratschow**. Ο ασθενής σε ύπτια θέση ανασηκώνει τα κάτω άκρα σε γωνία 90 μοιρών και περιστρέφει τα πόδια για 2-3 min. Μετά τα κρεμάει κάθετα στο εξεταστικό κρεβάτι. Αν στην ανάρροπη θέση εμφανιστεί έντονη ωχρότητα ή πόνος η δοκιμασία θεωρείται θετική. Αν στην κάθετη θέση καθυστερήσει η εμφάνιση της (φυσιολογικής) αντιδραστικής υπεραιμίας ή της επαναπλήρωσης των φλεβών πάνω από 20-60 sec η δοκιμασία θεωρείται παθολογική.

Από τις παρακλινικές εξετάσεις ιδιαίτερη σημασία κατέχει η χρήση του υπερηχητικού αιματοταχύμετρου (**Doppler**). Το ακουστικό σήμα, αλλά και η καταγραφή του κύματος δίνει σημαντικότερες πληροφορίες και την κατάσταση των εξεταζόμενων αρτηριών. Φυσιολογικά η κυματομορφή είναι τριφασική. Καταγραφή μονοφασικού σήματος σημαίνει κεντρικότερη αιμοδυναμικά σημαντική στένωση ή περιφερικότερη απόφραξη της αρτηρίας. Το Doppler αποτελεί το βασικότερο εργαλείο για κάθε αγγειοχειρουργό και χρησιμοποιείται για τη μέτρηση και του ΣΒΔ. Επιπλέον πληροφορίες του απλού Doppler λαμβάνουμε από το υπερηχογράφημα **Duplexscan** και το έγχρωμο υπερηχογράφημα (**CDS ή triplex**). Οι απεικονιστικές αυτές εξετάσεις μας δίνουν πληροφορίες για την ανατομική θέση και μορφολογία των αγγειακών στενώσεων (αθηρωματικές πλάκες, ομαλές, ανώμαλες, εξελκωμένες, παρουσία θρόμβου κτλ), αλλά και για τις ταχύτητες ροής (κυματομορφή, απόλυτη τιμή, κατεύθυνση). Ως αναίμακτες, θεωρούνται ως εξετάσεις εκλογής στις περισσότερες περιπτώσεις για αρχική διάγνωση της ΠΑ. Τα τελευταία τεχνολογία μηχανήματα υπερήχων έχουν δυνατότητα τρισδιάστατης ανασύστασης της εικόνας που λαμβάνουν, υποκαθιστώντας εν μέρει αιματηρές εξετάσεις όπως η κλασική αγγειογραφία.

Η **διαδερμική οξυμετρία** εφαρμόζεται κυρίως σε προχωρημένα στάδια ΠΑ (εξέλκωση, γάγγραινα) για να εκτιμηθεί η οξυγόνωση των ιστών και η δυνατότητα επούλωσης του ισχαιμικού έλκους κυρίως σε διαβητικούς ασθενείς όπου ο ΣΒΔ αδυνατεί να εκτιμήσει την αιμοδυναμική κατάσταση. Τιμές < 30 mmHg (TcO<sub>2</sub>) είναι απαγορευτικές για επούλωση.

Ο **κυλόμενος τάπητας (walkingtreadmill)** αποτελεί σημαντικό βοήθημα στην αντικειμενική εκτίμηση της ΔΧ και χρησιμοποιείται για την ακριβή εκτίμηση του ΣΒΔ μετά από κόπωση.

Η **αξονική αγγειογραφία (multislice CT angiography)** με τρισδιάστατη ανασύσταση σε πολυτομικό αξονικό τομογράφο μπορεί να απεικονίσει το αγγειακό δένδρο από την αορτή μέχρι και την ιγνυακή αρτηρία με μεγάλη ακρίβεια. Με ειδικό λογισμικό μπορεί να αποτυπωθεί το εκμαγείο των αρτηριών και να συγκεντρωθούν πολύτιμες πληροφορίες για στενώσεις ή αποφράξεις των εξεταζόμενων αρτηριών. Συνήθως όμως δεν αποτελεί εξέταση

εκλογής για προεγχειρητικό σχεδιασμό της ΠΑ, κυρίως για βλάβες κάτωθεν του βουβωνικού συνδέσμου. Αντίθετα είναι εξέταση εκλογής για ανευρύσματα αορτής, λαγονίων, μηριαίων και ιγνυακών αρτηριών. Πλεονέκτημα αποτελεί το ότι πρόκειται για αναίμακτη εξέταση, αλλά απαιτεί χορήγηση ιωδιούχου σκιαστικού (αντένδειξη σε ΧΝΑ).

Η **μαγνητική αγγειογραφία** αποτελεί αναίμακτη εξέταση, που δεν απαιτεί χορήγηση ιωδιούχου σκιαστικού, και χρησιμοποιεί ως σκιαγραφικό μέσο γαδολίνιο (ασφαλέστερο σε ΧΝΑ). Μπορεί να απεικονίσει με ακρίβεια το εκμαγείο των αρτηριών από την αορτή μέχρι και τον τριχασμό της ιγνυακής. Λόγω του υψηλού κόστους δεν αποτελεί εξέταση εκλογής, παρά μόνο επί ΧΝΑ.

Η **κλασσική αγγειογραφία** αποτελεί αιματηρή εξέταση που διενεργείται με καθετηριασμό της μηριαίας αρτηρίας και χορήγηση ιωδιούχου σκιαστικού ή εναλλακτικά γαδολίνιου ενδαρτηριακά. Αποτελεί εξέταση εκλογής για τον προεγχειρητικό σχεδιασμό σε ΠΑ. Επιπλέον διενεργείται διεγχειρητικά σε όλες τις ενδαγγειακές επεμβάσεις για εντοπισμό των στενώσεων και επιβεβαίωση του αποτελέσματος.

## Κεφάλαιο 2 Μεθοδολογία

Πραγματοποιήθηκε αναζήτηση μελετών στην ηλεκτρονική βιβλιοθήκη MEDLINE, PUBMED, χρησιμοποιήθηκαν οι λέξεις κλειδιά αρτηριακή υπέρταση, στένωση, διαλείπουσα χωλότητα, περιφερική αγγειοπάθεια, rad, για την ανεύρεση μελετών που αφορούσαν το διαγνωστικό έλεγχο με υπερήχους. Οι μελέτες που επιλέχθηκαν ήταν πολυκεντρικές και Systematicreview, ενώ απορρίφθηκαν μελέτες που αφορούσαν νεφρικές αρτηρίες, καρωτίδες, σπλαχνικές αρτηρίες και δόθηκε έμφαση σε ξενόγλωσσα άρθρα με ειδική αναφορά στην αξία των υπερήχων.

Αντικειμενικός σκοπός η ανάδειξη των υπερήχων ως αξιόπιστη απεικονιστική μέθοδος τόσο για την πρόληψη όσο και παρακολούθηση ασθενών με περιφερική αγγειοπάθεια.

### 2.1

Οι υπέρηχοι όπως και οι ακτίνες X είναι κύματα που μεταφέρουν ενέργεια στο χώρο. Ένα κύμα είναι μια μεταβολή σε κάποιες ποσότητες, γνωστές σε κυματικές μεταβλητές, που διαδίδεται στο χώρο με μια χαρακτηριστική ταχύτητα. Οι υπέρηχοι αποτελούν ακουστικά κύματα με συχνότητες μεγαλύτερες από εκείνες στις οποίες είναι ευαίσθητο το ανθρώπινο αυτί και διαφέρουν από τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα, στο ότι για τη μεταφορά ενέργειας στο χώρο απαιτείται κάποιο μέσο διάδοσης. Η ταχύτητα διάδοσης των υπερήχων είναι συνάρτηση της πυκνότητας και της ελαστικότητας όγκου του μέσου διάδοσης.



## 2.2

### Φαινόμενο Doppler



Ο **Κρίστιαν Αντρέας Ντόπλερ** ήταν Αυστριακός μαθηματικός που γεννήθηκε στο Σάλτσμπουργκ στις 29 Νοεμβρίου του 1803 και πέθανε στις 17 Μαρτίου του 1853 στη Βενετία της Ιταλίας. Είναι γνωστός για τη θεωρητική θεμελίωση του φαινομένου Ντόπλερ που ονομάστηκε έτσι προς τιμήν του, κατά το οποίο παρατηρείται αλλαγή στη συχνότητα ενός κύματος από έναν παρατηρητή που βρίσκεται σε σχετική κίνηση με την πηγή των κυμάτων (η συχνότητα από μία κινούμενη πηγή συχνοτήτων παρατηρείται ως υψηλότερη όταν η πηγή πλησιάζει τον παρατηρητή και χαμηλότερη όταν απομακρύνεται από αυτόν).

Το φαινόμενο Doppler είναι η αλλαγή στην παρατηρούμενη συχνότητα ενός κύματος λόγω κίνησης της πηγής ή του στόχου. Όταν υψηλής συχνότητας κύματα προσπίπτουν σε σταθερή επιφάνεια, η ανακλώμενη δέσμη κυμάτων (υπερήχων) έχει ουσιαστικά την ίδια συχνότητα ή μήκος κύματος με τα προσπίπτοντα κύματα.

Εφόσον η ανακλώσα επιφάνεια κινείται όπως π.χ. είναι τα αιμοσφαίρια, στην περίπτωση εφαρμογής των υπερήχων στη διαγνωστική των αγγείων, η συχνότητα του ήχου που οπισθοσκεδάζεται, αλλάζει. Η αλλαγή στη συχνότητα είναι ανάλογη της ταχύτητας της ανακλώσας επιφάνειας και ονομάζεται μετατόπιση Doppler.

Οι συχνότητες της Doppler μετατόπισης βρίσκονται στην περιοχή των ακουστών ήχων. Όσο μεγαλύτερη η ταχύτητα τόσο μεγαλύτερη η αλλαγή συχνότητας (ή μετατόπιση) δηλαδή :  $\Delta f \sim v$

Το ποσό, όμως, μετατόπισης συχνότητας Doppler εξαρτάται και από τη θέση που προέρχονται τα κύματα, δηλαδή:  $\Delta f \sim v \cdot \cos\Theta$ , από τη γωνία πρόσπτωσης. Αλλά τα κύματα διαδίδονται με ταχύτητα  $c$  και το αποτέλεσμα είναι μια αντίστροφη σχέση μεταξύ ταχύτητας του κύματος  $c$  και μετατόπισης Doppler  $\Delta f \sim (v \cdot \cos\Theta / c)$ .



Το ποσόν μετατόπισης Doppler του εκπεμπόμενου ήχου εξαρτάται και από το πόσο κοντά βρίσκονται τα κύματα ή άλλως από τη συχνότητα. Έτσι, η μετατόπιση Doppler αυξάνει με την αύξηση της συχνότητας του κύματος δηλαδή:

$$\Delta f \sim (f \cdot v \cdot \cos\Theta / c) \text{ και για την ισότητα } \Delta f = 2f \cdot v \cdot \cos\Theta / c$$

Μέγιστη μετατόπιση Doppler παρατηρείται σε γωνία πρόσπτωσης  $0^\circ$  ή  $180^\circ$  ενώ σε γωνία  $90^\circ$  η μετατόπιση Doppler είναι 0. Η αληθής συχνότητα του κύματος που επιστρέφει από κινούμενη επιφάνεια είναι:  $f_n = f + D f$

Αφού  $f$ ,  $c$  και  $\Theta$  είναι σταθερά μεγέθη για μια συγκεκριμένη εικόνα, η ταχύτητα του κινούμενου οργάνου συσχετίζεται άμεσα με τη μετρούμενη μετατόπιση Doppler. Επομένως οι πληροφορίες από τη μετατόπιση Doppler μετατρέπονται σε πληροφορίες ταχύτητας, και δίδεται η ευκαιρία ποσοτικού προσδιορισμού της ροής σ' ένα αγγείο, ή επιτυγχάνεται ο ακριβής χαρακτηρισμός της ροής.

### 2.3 Κατά Παλμούς Doppler

Τα υπερηχητικά κύματα είναι, όπως και οι ακουστοί ήχοι, μηχανικά κύματα που διαδίδονται μέσω της ύλης. Η πηγή παραγωγής και ανίχνευσης τους είναι ένα συνθετικό πιεζοηλεκτρικό κεραμικό.

Στις τεχνικές Doppler οι συχνότητες που εφαρμόζονται είναι 1-15MHz. Τα μήκη κύματος που αντιστοιχούν σ' αυτές τις συχνότητες, για τον μαλακό ιστό, είναι κατά μέσο όρο 0.7-0.07mm (περίπου 1 χιλ. έως 1/10 χιλ.). Τα συστήματα Doppler δυνατόν να παράγουν συνεχές ή παλμικό κύμα υπερήχων. Οι παλμοί ποικίλουν σε μήκος από 2 έως 10 κύκλους και αυτό εξαρτάται από το σύστημα Υπερήχων. Τυπικά οι εντάσεις που γεννώνται με συνεχείς και παλμικούς Doppler υπερήχους είναι 100 και 400 mW / cm<sup>2</sup> αντίστοιχα.

Ένας αριθμός μεθόδων απεικόνισης με Doppler έχει χρησιμοποιηθεί για να δοθούν πληροφορίες για την ανατομία του αγγείου σε συνδυασμό με τη ροή αίματος. Η απλούστερη απ' αυτές τις τεχνικές υπήρξε η χρήση συνεχούς κύματος υπερήχων Doppler. Αν και η διεύθυνση της ροής καθορίζεται με τους συνεχείς υπερήχους, αυτοί δεν επιτρέπουν διευκρίνιση της κίνησης από όργανα σε βάθος, ιδιαίτερα την καρδιά ή όργανα αγγειοβριθή όπως ο εγκέφαλος. Ακόμη και σήματα από επιφανειακά αγγεία είναι μερικές φορές δύσκολο να διευκρινισθούν. Επομένως υστερούν σημαντικά σε διακριτική ικανότητα σε βάθος. Ο πλέον πρακτικός τρόπος να αυξηθεί η διακριτική ικανότητα βάθους σε σύστημα Doppler είναι, η πηγή να παράγει παλμούς και ο δέκτης να λειτουργεί με ηλεκτρονική πύλη.

Οι κατά παλμούς Doppler συσκευές, εκπέμπουν παλμούς υπερήχων σε κανονικό ρυθμό επανάληψης δηλαδή, με συγκεκριμένη συχνότητα επανάληψης παλμού. Οι παλμοί απέχουν μεταξύ τους τόσο ώστε νέος παλμός δεν διαδίδεται μέχρι οι ανακλάσεις του προηγούμενου παλμού έχουν επιστρέψει.

Οι κατά παλμούς Doppler συσκευές χρησιμοποιούν ηλεκτρονική πύλη χώρου, για συλλογή ανακλάσεων από επιλεγμένο βάθος, για ανάλυση και απεικόνιση. Ο προεκλεγμένος χώρος απ' όπου συλλέγονται δεδομένα ροής μπορεί να ελέγχεται ως προς το μήκος του, το βάθος και τη θέση. Το μήκος του παλμού και η διάρκεια που ο ανιχνευτής λειτουργεί σαν δέκτης δηλαδή, η περίοδος επανάληψης λήψης ανακλάσεων, καθορίζουν το μήκος του όγκου-αναφοράς. Ενώ το πλάτος του όγκου αναφοράς εξαρτάται από το πλάτος της δέσμης στο επιλεγμένο βάθος και φυσικά καθορίζεται από την εστία του ανιχνευτή. Υπάρχει αναλογία μεταξύ της διάρκειας του παλμού σε κύκλους, της οδηγού συχνότητας παραγωγής υπερήχων και της συχνότητας επανάληψης του παλμού. Μείωση της συχνότητας επανάληψης παλμού, PRF, δίδει τη δυνατότητα αύξησης του ελεγχόμενου βάθους. Με αύξηση της PRF περιορίζουμε το πεδίο ελέγχου σε επιφανειακούς ιστούς.

## 2.4 Ανάλυση Φάσματος

Συνήθως, σε μεγάλο αγγείο η ταχύτητα του αίματος δεν είναι η ίδια σε όλα τα σημεία αλλά ακολουθεί μια κατανομή, όπως η παραβολική (στη στρωματική ροή). Σαν αποτέλεσμα, το Doppler σήμα είναι σύνθετο.

Η ανάλυση φάσματος διαχωρίζει ένα σύνθετο σήμα στις συνιστώσες- συχνότητες έτσι ώστε να καθορισθεί η σχετική συνεισφορά τους στο αρχικό σήμα. Έτσι το φάσμα των σημάτων Doppler εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της ροής στο αγγείο. Αν, π.χ. η κατανομή της ροής είναι παραβολική, οι ταχύτητες κυμαίνονται από μηδέν, κοντά στα τοιχώματα του αγγείου, έως τη μέγιστη στο μέσον. Η εμφάνιση του φάσματος Doppler εξαρτάται και από το μέγεθος του όγκου-αναφοράς. Ένα σχέδιο ροής που παρουσιάζει ενδιαφέρον σε αιματικές μελέτες είναι αυτό που δίδει η τυρβώδης ροή. Πλάτυνση του φάσματος Doppler δίνει ενδείξεις της τυρβώδους ροής. Η μορφή αυτής της κατανομής των μεγίστων συχνοτήτων φαίνεται να εξαρτάται από την κατάσταση των αγγείων π.χ. από την παρουσία αποφρακτικής πάθησης του αγγείου. Έχουν καθορισθεί απλοί δείκτες παλμικότητας και αντίστασης που υπολογίζονται από την κατανομή των μεγίστων συχνοτήτων στο χρόνο.

Μειονεκτήματα των κατά παλμούς Doppler φαίνονται στην αποτύπωση μιας ταχείας ροής. Καθώς το κατά παλμούς σύστημα είναι σύστημα δειγμάτων (προσδιορίζει τη μετατόπιση Doppler περιοδικά) ο ρυθμός επανάληψης του παλμού είναι μεταβλητός. Η μαθηματική θεωρία χρήσης δειγμάτων πυλών ορίζει ότι:

**Η ΜΕΓΙΣΤΗ ΑΝΑΜΦΙΣΒΗΤΗΤΗ μετατόπιση συχνότητας Doppler που ανιχνεύεται είναι ίση με το ήμισυ της συχνότητας επανάληψης, PRF (συχνότητα δειγματοληψίας).**

Το πρόβλημα “ψευδούς μετατόπισης” (aliasing) ελαχιστοποιείται επίσης αλλάζοντας γωνία πρόσπτωσης της δέσμης στο αγγείο. (Η μετατόπιση Doppler καθορίζεται εν μέρει -είναι ανάλογη του συνημίτονου  $\Theta$ - από τη γωνία  $\Theta$  μεταξύ του αγγείου και της δέσμης και θεωρητικά είναι μηδέν σε γωνία  $90^\circ$  .

Η **συχνότητας επανάληψης PRF** επομένως καθορίζει τη μέγιστη μετατόπιση Doppler που παράγεται από κίνηση στόχου (όριο Nyquist: Μετατοπίσεις Doppler που πραγματικά είναι μεγαλύτερες από αυτή τη μέγιστη τιμή απεικονίζονται “ψευδώς” σαν πολύ μικρές μετατοπίσεις).

Η χρήση μικρότερης συχνότητας επανάληψης παλμού, PRF για να φθάσουμε αγγεία σε βάθος, μπορεί να δώσει ανακλάσεις από αυτά μετατοπισμένες “ψευδώς” εάν είναι παρούσες ταχύτητες ιδιαίτερα υψηλές.

Στην πράξη “ψευδής μετατόπιση” (aliasing) αναγνωρίζεται συνήθως εύκολα. Η αύξηση της **συχνότητας επανάληψης PRF** με στόχο την εκτίμηση ταχείας ροής

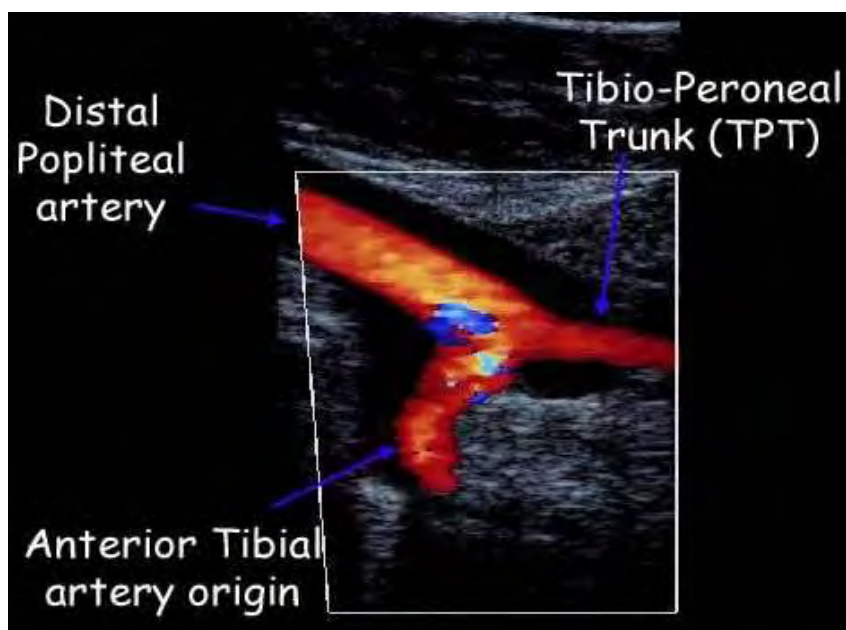
- 1 περιορίζει το πεδίο σε πολύ επιφανειακά όργανα και
- 2 αυξάνει την πιθανότητα για σφάλματα ασάφειας χώρου.

## 2.5

### 2D Doppler Υπέρηχοι

Σημαντικός περιορισμός των δύο διαστάσεων Doppler υπερήχων είναι ότι η πληροφορία για τη ροή λαμβάνεται μόνο από ένα πολύ μικρό όγκο αναφοράς και όχι απ’ ολόκληρη την εικόνα. Τα συστήματα Duplex δημιουργήθηκαν για να συμπληρωθούν οι πληροφορίες των κατά παλμούς Doppler συστημάτων με δισδιάστατη εικόνα.

Συνήθως τα συστήματα Duplex επιτρέπουν τον καθορισμό της διεύθυνσης της αιματικής ροής σε σχέση με αυτή της δέσμης των υπερήχων. Για την εκτίμηση της ταχύτητας ροής από τη μετατόπιση Doppler πρέπει να είναι γνωστή η γωνία μεταξύ της διεύθυνσης ροής και της διεύθυνσης της υπερηχητικής δέσμης.



## 2.6 Επιλογή Συχνότητας Doppler

Η ένταση των υπερηχητικών κυμάτων που σκεδάζονται από μικρούς σκεδαστές όπως τα ερυθρά αιμοσφαίρια είναι ανάλογη της 4ης δύναμης της συχνότητας των κυμάτων. Εντούτοις με την αύξηση της συχνότητας αυξάνει ο ρυθμός εξασθένησης της δέσμης.

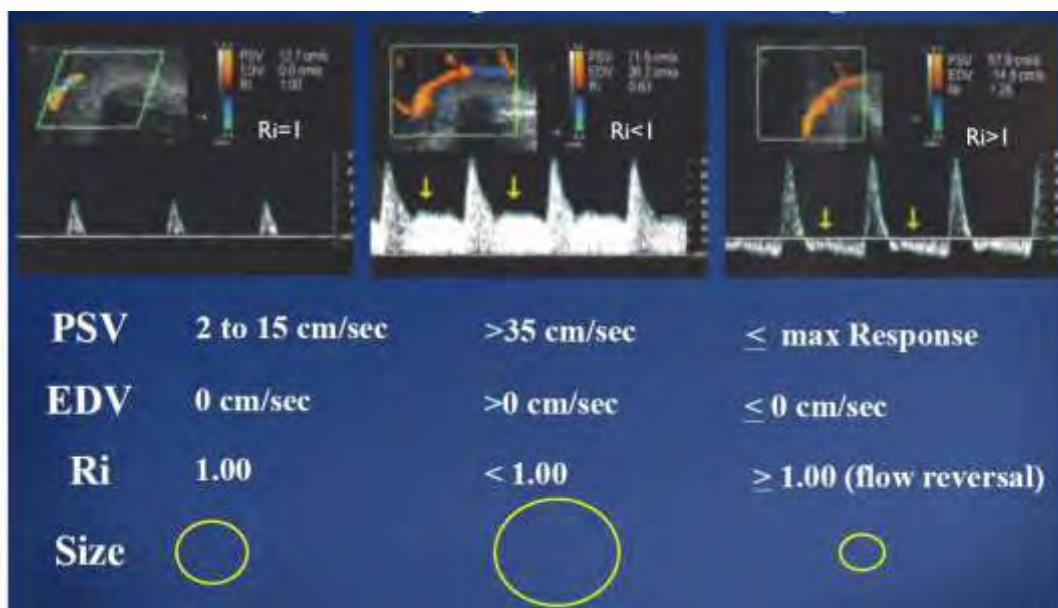
Στην επιλογή της βέλτιστης συχνότητας για μελέτη αιματικής ροής αυτοί οι ανταγωνιστικοί παράγοντες λαμβάνονται υπόψη και η επιλογή συχνά καθορίζεται από το βάθος του ελεγχόμενου αγγείου.

## 2.7

Υπάρχουν τρεις κύριες τεχνικές Doppler για τη μελέτη της ροής του αίματος:

- Power Doppler
- Pulsed Doppler (Spectral/Duplex)
- Color Doppler

Στις μέρες μας η μέθοδος που χρησιμοποιείται πιο συχνά για τη διάγνωση είναι η ColorDopplerImaging (CDI), που ουσιαστικά αποτελεί το συνδυασμό των άλλων δύο τεχνικών που προαναφέρθηκαν. Η τελευταία μας δίνει τη δυνατότητα για ταυτόχρονη μελέτη των ανατομικών δομών και ανάλυση της ροής του αίματος με κώδικα χρώματος.



Ο χρωματικός κώδικας παρέχει ποιοτική και ποσοτική πληροφόρηση για τη ροή του αίματος, ροή προς τον transducer απεικονίζεται ερυθρά, ενώ η αντίθετη κίνηση απεικονίζεται μπλε. Ο συγκεκριμένος κώδικας είναι πολύ εύχρηστος επειδή οι κογχικές αρτηρίες εμφανίζονται ερυθρές, ενώ οι κογχικές φλέβες μπλε.

Επίσης στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι δε μπορεί να υπολογιστεί το εύρος των κογχικών αγγείων, κάτι που καθιστά αδύνατο τον υπολογισμό της αιματικής ροής.

## 2.8

### Μέθοδος Doppler και Έγχρωμο Duplex Αγγείων Κάτω Άκρων

Αυτού του είδους η μη επεμβατική εξέταση συνεισφέρει στην καταγραφή της ταχύτητας και του εύρους του σφυγμικού κύματος, αξιολογώντας τις ροές σε κάθε μία υπό μελέτη αρτηρία ξεχωριστά. Σχετική δυσκολία ωστόσο παρουσιάζει ο εντοπισμός του αρτηριακού σήματος. Πρέπει να αναφερθεί ότι η συγκεκριμένη εξέταση μπορεί να γίνει ακόμα και στην κλίνη του ασθενούς, ενώ οι κυματομορφές που λαμβάνονται από τον προσδιορισμό, καθώς και οι καταγραφές των όγκων φαίνεται ότι δεν επηρεάζονται από ασβέσωση του μέσου χιτώνα.

Μια φυσιολογικού τύπου καταγραφή περιλαμβάνει τρεις διαφορετικές ροές. Η πρώτη αντιστοιχεί στην κίνηση του αίματος εντός του αγγείου κατά τη συστολή, η δεύτερη κατά την πρόωμη διαστολή και η τρίτη κατά την όψιμη φάση της διαστολής. Σε περίπτωση εγγύς απόφραξης, αυτή η καταγραφή αντικαθίσταται από μονοφασικό κύμα. Επιπρόσθετα, ο προσδιορισμός και η καταγραφή των όγκων πραγματοποιείται με τη τεχνική της πληθυσμογραφίας, με τον υπολογισμό των όγκων του αίματος που διέρχονται από το αγγείο

σε κάθε σφυγμικό κύμα. Η καταγραφή αρχικά ανέρχεται απότομα δημιουργώντας μια στενή κορυφή πριν την καθόδό της, ενώ κατά τη διάρκεια της καθόδου δημιουργείται μια μικρότερη κορυφή (δίκροτο κύμα). Με την αύξηση της αρτηριακής στένωσης η παρατηρούμενη κυματογραμμή χάνει αυτό το δίκροτο χαρακτήρα, ενώ συγχρόνως αυξάνεται το πλάτος του κύματος και χάνονται μια σειρά από δευτερεύοντα χαρακτηριστικά.

Και σε αυτές όμως τις τεχνικές υπάρχουν περιορισμοί στη χρήση, ενώ συγχρόνως θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Πάντως θα πρέπει να θυμόμαστε ότι οι καμπύλες αποτελούν ποιοτικό και όχι ποσοτικό προσδιορισμό. Επιπέδωση του κύματος από τον πληθυσμογράφο αποτελεί ένδειξη ισχαιμίας, αλλά δεν είναι τόσο ικανή για να παραπέμψει σε χειρουργική αποκατάσταση. Με παρόμοιο τρόπο ο βαθμός της αρτηριακής ανεπάρκειας δε μπορεί να αξιολογηθεί και να ερμηνευθεί με ακρίβεια από τη στιγμή που δεν υπάρχει ποσοτική καταγραφή της ισχαιμίας. Επιπρόσθετα η ποιότητας της κυματομορφής, επηρεάζεται από πιθανό περιφερικό οίδημα, από το μέγεθος της περιχειρίδας και από ακούσιες κινήσεις του ασθενούς ενώ παρουσία ελκών στα κάτω άκρα εμποδίζει πολλές φορές τη σωστή τοποθέτηση της περιχειρίδας. Σε γενικές γραμμές η μέθοδος φαίνεται να δίνει αποτελέσματα που δε διαφέρουν ως προς την ακρίβεια, την αξιοπιστία και την επαναληψιμότητα από τις μετρήσεις που γίνονται με πληθυσμογραφία<sup>15-34</sup>.

Η εξέταση παρουσιάζει ευαισθησία της τάξεως του 92% - 97%, είναι πλέον διαθέσιμη σε αρκετά εργαστήρια, παρέχοντας πληροφορίες για την περιφερική αγγειοπάθεια, βοηθώντας στην καλύτερη εκτίμηση των συμπτωμάτων, στη μελέτη των αγγείων είναι πολύ σημαντική η χρήση της σωστής κεφαλής καταγραφής της ροής, ανάλογα με το βάθος του υπό μελέτη αγγείου. Έτσι τα επιφανειακά αγγεία μελετώνται καλύτερα με υψηλής συχνότητας κεφαλή (10MHZ), ενώ τα εν τω βάθει αγγεία η κεφαλή πρέπει να έχει μικρότερες συχνότητες (3 – 5 MHZ)<sup>34</sup>.

Το Doppler συνεισφέρει στον προσδιορισμό στο σφυροβραχιόνιου δείκτη, καθώς και στην αναγνώριση της κατεύθυνσης της ροής, με στόχο τον ακριβή προσδιορισμό των βλαβών.<sup>37</sup>

**ANALYSIS OF LOWER EXTREMITY DOPPLER ARTERIAL WAVEFORM PATTERNS**

The Doppler arterial waveforms obtained from the lower extremity may be classified into six categories as an aid in interpretation.

TYPE	TYPICAL WAVEFORM	FINDINGS
0		The contour exhibits a steeply rising systolic upstroke at the onset of systole, rapid systolic deceleration, and reverse flow flow (small baseline). Doppler sounds are loud and sharp. Normal peak forward velocity = 30 +/- 10 cm at the dorsalis pedis artery.
I		The contour demonstrates a strong but diminished systolic component and loss of reverse flow. The width of systolic pulse is broadened. The Doppler sounds are diminished very little as compared to the type "0" pattern.
II		The contour shows prolongation of both the upstroke and the deceleration and diminished waveform amplitude (flattening). Doppler sounds are heard during systole and continuing through all or most of diastole.
III		The contour exhibits steady rising velocity during systole, and the amplitude of the waveform is reduced. Doppler sounds are not sharp even during systole.
IV		The amplitude of the waveform and the Doppler sounds is greatly reduced.
V		The amplitude of the waveform is extremely reduced. The contour is hardly recognizable as an arterial blood flow waveform. The Doppler sounds are very faint.

Normal Peak Forward Velocity in Cm/Sec  
 Femoral Artery 40.7 +/- 10.8 (from 28.8 cm/sec to 51.6 cm/sec)  
 Posterior Tibial Artery 18.0 +/- 10.0 (from 4 cm/sec to 26 cm/sec)  
 Dorsalis Pedis Artery 16.8 +/- 5.7 (from 11.1 cm/sec to 22.5 cm/sec)

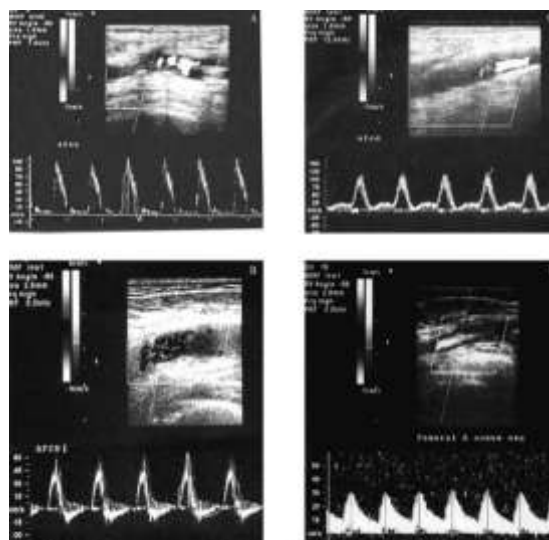


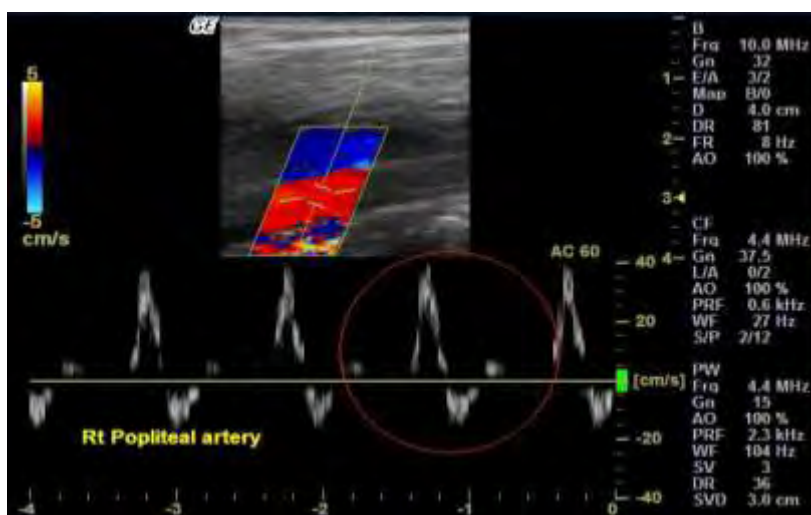
Figure 2. Examples of arteries: A) type A artery (triphasic), B) type B artery (flattened), C) type C artery (high-systolic deceleration), D) type D artery (low-acceleration deceleration, 1 cm)

τελ  
έγ.

ρων,  
ισεις.

δίνι

Επιπλέον αναγνωρίζει τις βλάβες του τοιχώματος και την ποιότητά τους, ενώ αποτελεί στις μέρες μας την εξέταση εκλογής για τις περιφερικές αγγειοπάθειες.



### 3 Αποτελέσματα

Η έγχρωμη Doppler απεικόνιση αποτελεί σημαντική εξέλιξη της υπερηχοτομογραφίας, συνδυάζοντας υψηλής διακριτικότητας απεικόνιση του ιστού με ταυτόχρονη αποτύπωση πληροφοριών ροής, καθώς και κλασική φασματοσκοπική ανάλυση Doppler. Η έγχρωμη υπερηχοτομογραφία παρέχει πληροφορίες για λεπτομερή μη επεμβατική αποτύπωση τόσο της μορφολογίας όσο και της λειτουργίας που ανακλάται στην αιμάτωση των οργάνων.

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας του έγχρωμου Doppler έγινε από την κλινική ανάγκη του προσδιορισμού της μορφολογικής κατάστασης των τοιχωμάτων των αγγείων, την παρουσία και τη διεύθυνση της ροής του αίματος και την αξιολόγηση της αιμάτωσης των οργάνων.

Λίγα βήματα έχουν γίνει προς αυτή την κατεύθυνση όσο αφορά τη Doppler τη τεχνική, ειδικότερα για τον χαρακτηρισμό ροής τόσο με ποιοτικό όσο και ποσοτικό τρόπο. Η ποσοτική ανάλυση είναι εξίσου σημαντική με την ποιοτική αφού διευκολύνει τη διάγνωση, προσφέροντας αντικειμενικό τρόπο σύγκρισης αποτελεσμάτων. Οι κλινικές παρατηρήσεις έχουν οδηγήσει στο συμπέρασμα της διαφορετικής αιμάτωσης των κακοηθειών σε σύγκριση με το φυσιολογικό ιστό. Η έγχρωμη Doppler τεχνική παρουσιάζει προβλήματα στη μέτρηση και τη διαφοροποίηση φυσιολογικού και κακοήθους ιστού κυρίως λόγω του πολύ ασθενούς

σήματος που ανακλούν τα αγγεία στο εσωτερικό. Λύση αποτελεί η χρήση της τεχνικής ισχύος Doppler την οποία χαρακτηρίζει πολύ μεγάλη ευαισθησία.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η ευαισθησία του εγχρώμου Doppler περιορίζεται σε ένα βαθμό από την αναγκαιότητα να διευκρινισθεί το αληθές σήμα από το θόρυβο, αφού τα σήματα από τις μετατοπίσεις είναι χαμηλής έντασης.

Τα πλεονέκτημα της Doppler ισχύος είναι τα ακόλουθα:

1. *μεγαλύτερη ευαισθησία σε μικρές ταχύτητες ροής και μικρότερα αγγεία*
2. *ανεξαρτησία της από τη γωνία πρόσπτωσης*
3. *αποφυγή ψευδούς μετατόπισης (aliasing)*
4. *βελτιωμένη διευκρίνιση μεταξύ του ρέοντος αίματος και του τοιχώματος του αγγείου.*

Το κύριο μειονέκτημα της **Doppler ισχύος** είναι ότι, αντίθετα από τη μετατόπιση Doppler, δεν παρέχει πληροφορίες της φοράς και διεύθυνσης ή της ταχύτητας ροής. Με τη μέθοδο ισχύος όμως μπορεί να μετρηθεί ο όγκος του ρέοντος αίματος ακόμα και στην περίπτωση πολύ ασθενούς σήματος, Αυτό που απαιτείται είναι μια βελτιστοποίηση και ποσοτικοποίηση της μέτρησης ώστε σε συνδυασμό με τη μέθοδο έγχρωμου Doppler να μπορεί να οδηγήσει στον κλινικό διαχωρισμό φυσιολογικού ιστού και κακοήθειας.

Η έρευνα για την καθιέρωση ενός τέτοιου μοντέλου απαιτεί πρωτίστως την εξασφάλιση σωστής λειτουργίας του συστήματος, την ελαχιστοποίηση των ψευδών πληροφοριών στην υπερηχογραφική εικόνα και τον προσδιορισμό μιας ποσοτικής σχέσης διαφοροποίησης φυσιολογικού ιστού και βλάβης, πρώτα σε ομοίωμα ώστε να αξιολογηθεί στη συνέχεια και σε ασθενείς.

Στη διαγνωστική υπερηχοτομογραφία οι ψευδείς πληροφορίες έχουν πολύ μεγαλύτερη σημασία σε σχέση με οποιαδήποτε άλλη απεικονιστική μέθοδο. Ψευδείς πληροφορίες μπορούν να προέλθουν λόγω ακατάλληλης τεχνικής ή λανθασμένης ρύθμισης του μηχανήματος ή κίνησης του ασθενούς. Πολλά από τα προβλήματα που αφορούν την κλασσική υπερηχοτομογραφία υπεισέρχονται και στην έγχρωμη Doppler απεικόνιση. Επιπλέον η ανίχνευση και απεικόνιση συχνοτήτων από κινούμενους στόχους προκαλούν την εμφάνιση και άλλων ψευδών πληροφοριών που αφορούν μόνο την Doppler τεχνική. Η κατανόηση των ψευδών πληροφοριών και η εκτίμηση της επίδρασής τους στη διαγνωστική υπερηχοτομογραφία είναι υψίστης σημασίας.

Οι ψευδείς πληροφορίες στην έγχρωμη Doppler απεικόνιση περιλαμβάνουν ψευδή μετατόπιση (aliasing), σκίαση, παραγωγή κατοπτρικών εικόνων και εμφάνιση στο σήμα περιαγγειακής δόνησης ιστού, που οφείλεται στην τυρβώδη ροή αίματος στο εσωτερικό του. Κάποιες από αυτές τις ψευδείς πληροφορίες μπορεί να ελαχιστοποιηθούν από τη χρήση της **τεχνικής ισχύος**.

Σε κάθε περίπτωση ο τρόπος για την κατανόηση, εκτίμηση και ελαχιστοποίηση της επίδρασης τέτοιων ψευδών πληροφοριών στη διαγνωστική εικόνα είναι ο



συνεχής ποιοτικός έλεγχος των υπερηχοτομογραφικών συστημάτων με εξειδικευμένα ομοιώματα.

Στους κλασσικούς τομογράφους ένα τέτοιο πρωτόκολλο περιλαμβάνει έλεγχο και προσδιορισμό της διακριτικής ικανότητας (πλάγιας και αξονικής), του δυναμικού εύρους και της λειτουργικής κατάστασης του ανιχνευτή. Μέσω ενός τέτοιου ελέγχου με τη χρήση ομοιωμάτων καθορίζονται και οι βέλτιστες ρυθμίσεις των παραμέτρων του μηχανήματος ανάλογα με το είδος της εξέτασης και το υπό εξέταση όργανο.

Επιπλέον σε Doppler συστήματα, ο ποιοτικός έλεγχος απαιτεί την ύπαρξη ομοιώματος με συγκεκριμένες τιμές χαρακτηριστικών ροής, καθώς και πάχους τοιχωμάτων, κατασκευασμένα ώστε να αντιπροσωπεύουν τόσο επιπολής όσο και εν τω βάθει αγγεία, αξιολόγηση κωδικοποίησης χρώματος, καθώς και έλεγχο της συχνότητας επανάληψης των παλμών.

Η ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας στηριζόμενη σε τυχαιοποιημένες μελέτες, ανέδειξε ότι η υπερηχογραφική μελέτη αποτελεί διαγνωστικό εργαλείο εφάμιλλο με άλλες απεικονιστικές τεχνικές για τη παρακολούθηση ασθενών με περιφερική αγγειοπάθεια, καθιερώνοντάς τη με αυτό τον τρόπο συνήθως την πρώτη επιλογή απεικόνισης.

Table 3 Systematic reviews and meta-analyses to assess the diagnostic accuracy of duplex ultrasound (DUS), magnetic resonance angiography (MRA) and computed tomography angiography (CTA) in the detection of >50% stenosis or occlusion in patients with peripheral arterial disease (PAD)

Reference	Modality	Characteristics	Anatomical region	Pooled sensitivity	Pooled specificity
Visser, 2000 <sup>78</sup>	Contrast-enhanced MRA	<ul style="list-style-type: none"> <li>9 studies (1990–1998) with a total of 216 pts (11–30)</li> <li>CLI in only 3 studies, in 2 studies no clinical data</li> </ul>	Whole leg	98% (96–99%)	96% (94–98%)
	DUS	<ul style="list-style-type: none"> <li>18 studies (1984–1998) with a total of 1059 pts (12–167)</li> <li>CLI in 9 studies (10–84% of the study population), in 7 studies no clinical data</li> </ul>	Whole leg	88% (84–91%)	95% (93–96%)
Collins et al., 2007 <sup>76,77</sup>	DUS	<ul style="list-style-type: none"> <li>7 studies (1996–2005) with a total of 369 pts (20–76)</li> <li>134–3108 segments per study (median 404 segments)</li> <li>CLI in about 10% (range 0–19%) of pts</li> </ul>	Whole leg	88% (80–98%)	96% (89–99%)
	2D time-of-flight MRA	<ul style="list-style-type: none"> <li>5 studies (1996–2005) with a total of 287 pts (20–155)</li> <li>206–1188 segments/study (median 378 segments)</li> <li>CLI in 82–100% of pts (no clinical data in 3 studies)</li> </ul>	Whole leg	92% (79–94%)	88% (74–92%)
	Contrast-enhanced MRA	<ul style="list-style-type: none"> <li>7 studies (1996–2005) with a total of 279 pts (20–76)</li> <li>418–1780 segments/study (median 520 segments)</li> <li>CLI in 0–92% of pts (no data in 3 studies)</li> </ul>	Whole leg	95% (92–100%)	97% (64–99%)
Menke et al., 2010 <sup>79</sup>	Contrast-enhanced MRA	<ul style="list-style-type: none"> <li>32 studies (2004–2009) with a total of 1022 pts (10–76)</li> <li>120–1780 segments per study (median 384 segments)</li> <li>24% of all investigated arterial segments had stenoses or occlusions</li> <li>CLI in 26% (range 0–100%) of pts</li> </ul>	Aorto-iliac	94% (91–96%)	96% (94–97%)
			Femoro-popliteal	95% (91–98%)	96% (95–98%)
			Tibial	92% (90–94%)	93% (90–96%)
Met et al., 2009 <sup>80</sup>	CTA	<ul style="list-style-type: none"> <li>20 studies (1966–2008) with a total of 957 pts (16–279)</li> <li>167–4743 segments per study (median 730 segments)</li> <li>29% of all investigated arterial segments had stenoses or occlusions</li> <li>CLI in &lt;20% (range 0–100%) of all pts (68% IC, 10–20% no data)</li> </ul>	Aorto-iliac	96% (91–99%)	98% (95–99%)
			Femoro-popliteal	97% (95–99%)	94% (85–99%)
			Tibial	95% (85–99%)	91% (79–97%)

Table 4 Recommendations in current guidelines for duplex ultrasound imaging in patients with CLI

	Grade of recommendation	Level of evidence
Duplex ultrasound of the extremities is useful to diagnose anatomical location and degree of obstruction in PAD patients <sup>a</sup> .	A	1a
Duplex ultrasound may be considered for routine surveillance after femoropopliteal or femorotibial-pedal venous bypass grafts <sup>a</sup> .	B	2b
Duplex ultrasound of the extremities can be useful to select patients as candidates for endovascular intervention <sup>a</sup> .	B	2b
Duplex ultrasound may be useful to select patients as candidates for surgical bypass and to select the sites of surgical anastomosis <sup>a</sup> .	B	2b
Duplex ultrasound may be considered for routine surveillance after femoropopliteal bypass with a synthetic conduit <sup>a</sup> .	B	3b
The use of duplex ultrasound is not well established to assess long-term patency of percutaneous transluminal angioplasty <sup>a</sup> .	B	3b

CLI, critical limb ischaemia; PAD, peripheral arterial disease.

<sup>a</sup> Adapted from Hirsch et al.<sup>1</sup>

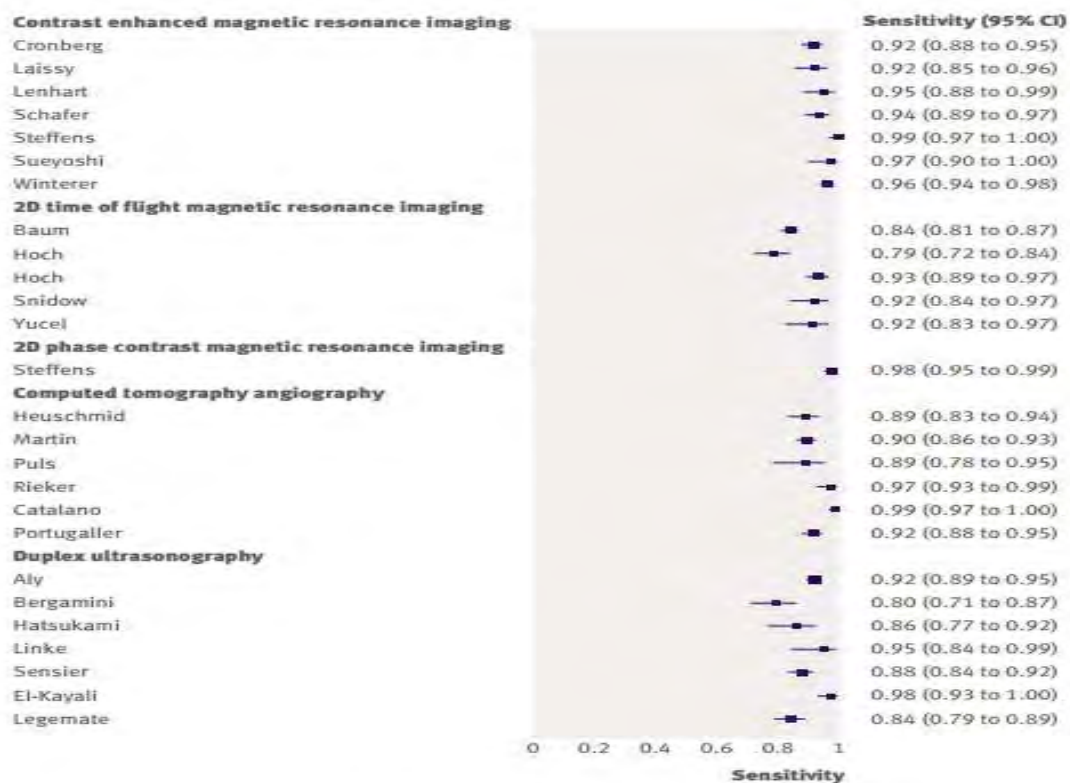


Fig 2 | Sensitivities for the detection of stenosis ≥50% or occlusion

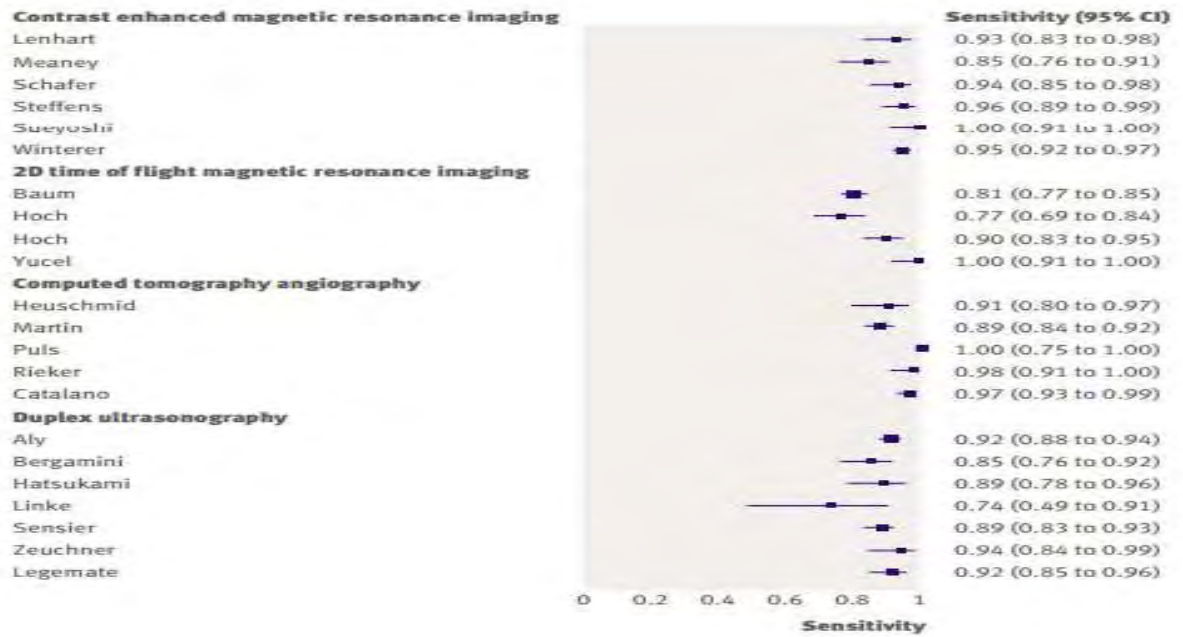


Fig 4 | Sensitivities for the detection of occlusion

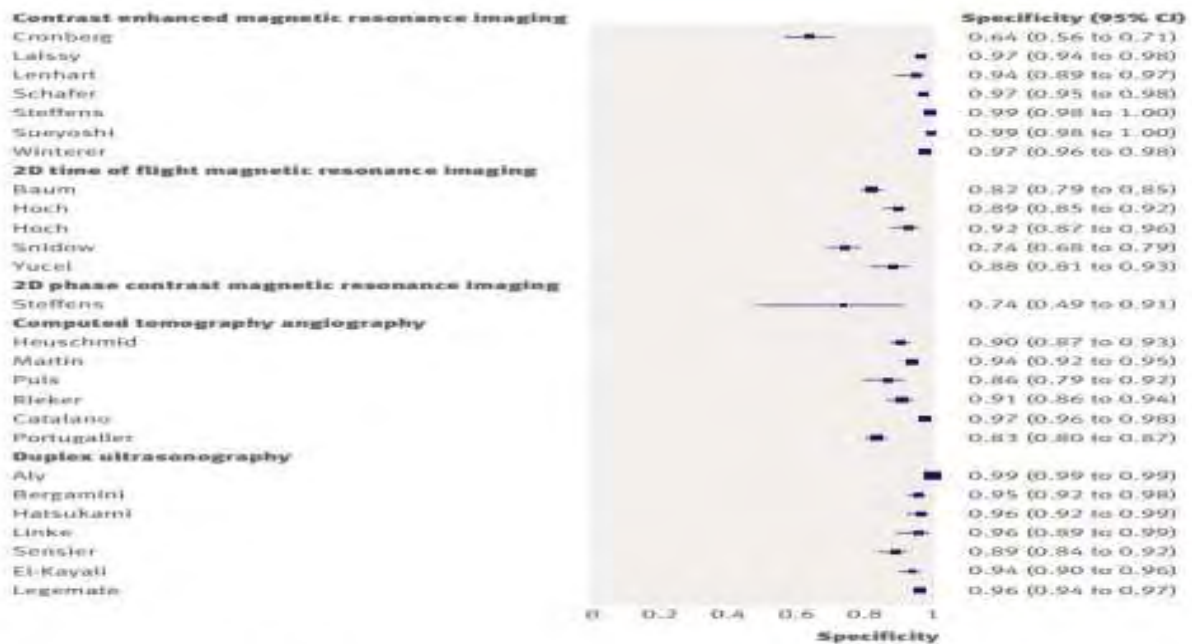


Fig 3 | Specificities for the detection of stenosis ≥50% or occlusion

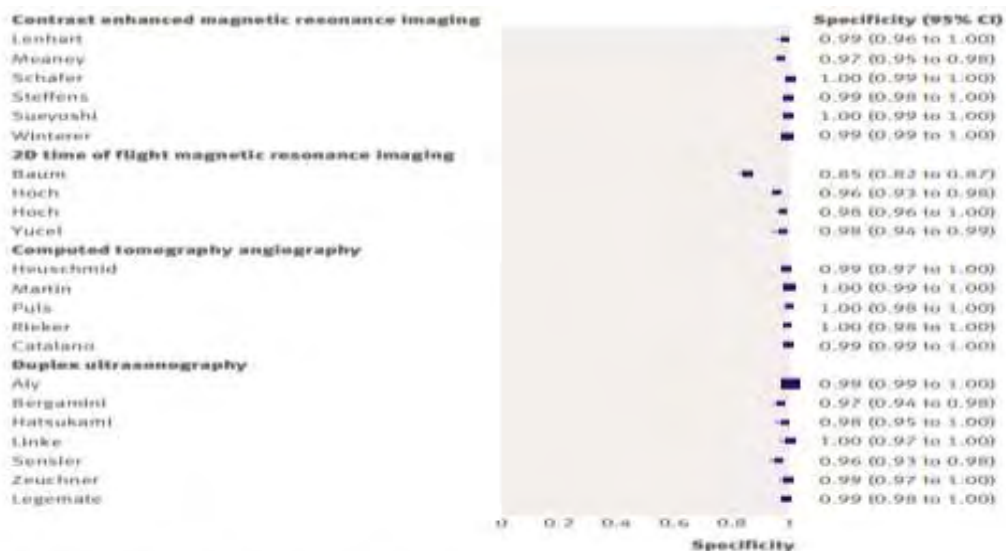


Fig 5 | Specificities for the detection of occlusion

TABLE 9 QUADAS evaluation for studies assessing DUS

Study	Appropriate patient spectrum	Selection criteria described	< 1 month between tests	All received reference standard	Same reference standard	Reference standard independent	Test details well reported	Reference standard details well reported	Test results blind to reference standard	Reference standard blind to test results	Clinical data available	Uninterpretable results reported	Withdrawals explained
Aly, 1998 <sup>20</sup>	Unclear	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Unclear	Unclear	Unclear	Yes	Yes
Ashleigh, 1993 <sup>21</sup>	Unclear	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Unclear	Unclear	Unclear	Yes	Yes
Bergamini, 1995 <sup>24</sup>	Unclear	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Unclear	Yes	Unclear	Yes	Yes
Bostrom, 2001 <sup>25</sup>	No	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Unclear	Yes	Yes
Currie, 1995 <sup>29</sup>	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Unclear	Yes	Yes
Davies, 1992 <sup>30</sup>	Unclear	No	Yes	Unclear	Yes	Yes	No	No	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	No
Eiberg, 2001 <sup>31</sup>	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No	Yes	Yes	Unclear	Yes	Yes
Fletcher, 1990 <sup>24</sup>	Unclear	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Unclear	Yes	Yes
Hatsukami, 1992 <sup>27</sup>	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Unclear	Yes	Yes
Hirai, 1998 <sup>39</sup>	Unclear	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Unclear	Unclear	Unclear
Hofmann, 2004 <sup>42</sup>	No	Yes	Unclear	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Unclear	Yes	Unclear	No	No
Karacagil, 1996 <sup>43</sup>	Unclear	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Unclear	No	No
Koellemay, 1996 <sup>45</sup>	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Unclear	Yes	Yes
Koellemay, 1997 <sup>44</sup>	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Unclear	Yes	Yes
Lai, 1995 <sup>37</sup>	Yes	Yes	Unclear	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Unclear	No	No
Lai, 1996 <sup>48</sup>	Unclear	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Unclear	Unclear	No
Linke, 1994 <sup>52</sup>	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Unclear	Yes	Yes
Lundin, 2000 <sup>53</sup>	Unclear	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Mergelsberg, 1986 <sup>56</sup>	Unclear	No	Yes	Yes	Yes	Unclear	Yes	No	Unclear	Unclear	Unclear	Yes	Yes
Sensler, 1996 <sup>62</sup>	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Unclear	Yes	Yes
Shaan, 2003 <sup>63</sup>	No	Yes	Unclear	Yes	Yes	Yes	No	No	Yes	Unclear	Unclear	Yes	Yes
Wilson, 1997 <sup>72</sup>	Yes	Yes	Unclear	Yes	Yes	Yes	No	No	Yes	Yes	Unclear	Yes	Yes
Zeuchner, 1994 <sup>75</sup>	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Unclear	Yes	Yes
Grassbaugh, 2003 <sup>35</sup>	No	No	Unclear	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Unclear	Yes	Yes
El-Kayali, 2004 <sup>33</sup>	Unclear	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Unclear	Yes	Yes
Whyman, 1992 <sup>71</sup>	Unclear	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Unclear	Yes	Unclear	Yes	Yes
Baxter, 1992 <sup>23</sup>	Unclear	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Unclear	Yes	Unclear	Unclear	Yes
Legemate, 1991 <sup>50</sup>	Unclear	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Unclear	Yes	Yes

## 4 Συζήτηση

Η χρήση των υπερήχων, όπως έχει ήδη προαναφερθεί<sup>38</sup> έχει αλλάξει τη διαγνωστική προσέγγιση όσον αφορά την αγγειακή – ενδαγγειακή χειρουργική και όχι μόνο, τις τελευταίες δύο δεκαετίες, καθιερώνοντάς τη σα μέθοδος απεικόνισης<sup>39</sup>, όπως

και ποιοτικού και ποσοτικού χαρακτηρισμού του κυκλοφορικού συστήματος<sup>40</sup>. Τα σύγχρονα συστήματα, έχουν αυξημένες δυνατότητες επεξεργασίας των σημάτων, αυξημένη διακριτική ικανότητα, περισσότερα επίπεδα του γκρι στην τελική εικόνα, ταχύτερο ρυθμό απεικόνισης σε realtime εφαρμογές και πολλά άλλα ακόμα. Με αυτές τις δυνατότητες και πληροφορίες στη φάρετρα του αγγειοχειρουργού, τα οφέλη είναι πληθώρα τόσο για το θεράποντα ιατρό, όσο και για τον ίδιο τον ασθενή, μειώνοντας το κόστος, ελαχιστοποιώντας την ταλαιπωρία από περισσότερες απεικονιστικές εξετάσεις, αφού αποτελεί γρήγορη, μη επεμβατική και αναίμακτη μέθοδο.

Ωστόσο, στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί, ότι σημαντικό μειονέκτημα της μεθόδου αποτελεί η άμεση συσχέτιση του αποτελέσματος, με τον ίδιο τον απεικονιστή. Πάντως με μεθοδικό και τακτικό follow up και σε συνδυασμό πάντα με σωστό τρόπο ζωής (άσκηση, διατροφή, νέα φαρμακευτικά σκευάσματα, έλεγχος καπνίσματος, έλεγχος σακχαρώδους διαβήτη), υπάρχει η δυνατότητα για σημαντική μείωση του αριθμού των ασθενών με περιφερική – κεντρική αγγειακή νόσο (Leriche) ή καρωτιδική νόσο που οδηγούνται σε χειρουργική αποκατάσταση, πολλοί εκ των οποίων περισσότερες από μία φορές.

Συνοψίζοντας, η υπερηχογραφική μελέτη με τη ταυτόχρονη εξέλιξη της, αποτελεί και πρέπει να αποτελεί την πρώτη απεικονιστική μέθοδο (σε έμπειρα διαγνωστικά κέντρα), για τη μελέτη του αρτηριακού δικτύου, με σκοπό ως πρωτοπόρος, για τη βελτίωση της ποιότητας και της καθημερινότητας του συνόλου.

## **Βιβλιογραφία**

- [1] **L. Norgren, a W.R. Hiatt, b J.A. Dormandy, M.R. Nehler, K.A. Harris, and F.G.R. Fowkes** on behalf of the TASC II Working Group, *J VascEndovascSurg* 2007,33:Suppl:S1 – S75.
- [2] **Criqui MH, Denenberg JO, Bird et al.** The epidemiology of peripheral arterial disease: importance of identifying the population at risk. *Vasc Med* 1997, 2:221 - -226.
- [3] **Kannel W, Skinner JJ, Schawartz M, et al.** Intermittent claudication: incidence in the Framingham Study. *Circulation* 1970, 41:875 – 883.
- [4] **CRIQUI MH, FRONEKJ A, BERRETT – CONNOR E, KLAUBER MR, GABRIEL S, GOODMAN D.** The prevalence of peripheral arterial disease in a defined population. *Circulation* 1985, 71(3):510e551.
- [5] **HIATT WR, HOAG S, HAMMAN RF.** Effect of diagnostic criteria on the prevalence of peripheral arterial disease. *Thw San Luis Valley Diabets Study. Circulation* 1995,91(5):1472e11479.

- [6] **SELVIN E, ERLINGER TP.** Prevalence of and risk factors for peripheral arterial disease in the United States: results from the National Health and Nutrition Examination Survey, 1999e2000. *Circulation* 2004,110(6):738e743
- [7] **Griffin L.Y. et al.** "Noncontact anterior cruciate ligament injuries: Risk, factors and preventions strategies". *JAAOS* 2000;8(3):141-149.
- [8] **RIDKER PM, STAMPFER MJ, RIFAI N.** Novel risk factors for systemic atherosclerosis: a comparison of C – reactive protein, fibrinogen, homocysteine, lipoprotein(a), and standard cholesterol screening as predictors of peripheral arterial disease. *JAMA* 2001,285(19):2481E2485
- [9] **TASC Working Group.** *Int Angiol*2009, 19(suppl): 5 – 34.
- [10] **Brand FN, Abbott RD, Kannel WD** Diabetes, intermittent claudication, and risk of cardiovascular events. The Framingham study. *Diabetes* 1989; 38: 504-9.
- [11] **Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA, et al.** Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). *Eur J VascEndovascSurg* 2007; 33 (Suppl 1): S1-75.
- [12] **Domrandy J, Heeck L, Vig S.** Predicting which patient will develop chroni critical leg ischemia. *SeminVascSurg* 1999; 12: 138-41.
- [13] Rutherford RB. Initial patient evaluation to the vascular consultation. In: Rutherford R (Ed), *Vascular surgery, 5th edition Volume 1 Philadelphia, WB Saunders Company, 2000; 1-13.*
- [14] **Marso SP, Hiatt WR. Peripheral Arterial Disease in Patients With Diabetes. J AmCollCardiol** 2006; 47: 921-9
- [15] **Baker JD.** The vascular laboratory. In: Rutherford R (Ed), *Vascular surgery, 5th edition Volume 1 Philadelphia, WB Saunders Company, 2000; 127-39.*
- [16] **Young MJ, Adams JE, Anderson GF, et al.** Medial arterial calcification in the feet of diabetic patients and matched non-diabetic control subjects. *Diabetologia* 1993; 36: 615-21.
- [17] **Abu Rahma AF.** Segmental Doppler pressures and Doppler waveform analysis in peripheral vascular disease of the lower extremities. In: Abu Rahma AF, Bergman JJ (Eds), *Noninvasive vascular diagnosis, Springer. Verlag, 2000; 213-29.*
- [18] ADA Consensus statement. Peripheral arterial disease in people with Diabetes. *DiabetesCare* 2003; 26: 3333-41.
- [19] **Faglia E, Caravaggi C, Marchetti R, et al.** Screening for peripheral arterial disease by means of the ankle-brachial index in newly diagnosed Type 2 diabetic patients. *Diabet Med* 2005; 22: 1310-4.

- [20] **Katsilambros NL, Tsapogas PC, Arvanitis MP, Tritos NA, Alexiou ZP, Rigas KL.** Risk factors for lower extremity arterial disease in non-insulin-dependent diabetic persons. *DiabetMed* 1996; 13: 243-6.
- [21] **Hiatt WR.** Medical treatment of peripheral arterial disease and claudication. *N Engl J Med* 2001; 344: 1608-21.
- [22] **Abu Rahma AF.** Overview of noninvasive vascular techniques in PAD. In: Abu Rahma AF, Bergman JJ (Eds), *Noninvasive vascular diagnosis*, Springer-Verlag, 2000; 203-12.
- [23] **Zierler RE, Summer DS.** Physiologic assesment of PAD. In: Rutherford R (Ed), *Vascular surgery*, 5th edition Volume 1 Philadelphia, WB Saunders Company, 2000; 140-65.
- [24] **Yao JST.** Pressure measurement in the extremity. In Berstein EF (Ed) *Vascular Diagnosis*, 4th Edition, St Louis, Mosby, 1993; 169-75.
- [25] **Gonsalves AJ, Bandyk DF.** Duplex scanning for lower extremity arteroal disease. In: Abu Rahma AF, Bergman JJ (Eds), *Noninvasive vascular diagnosis*, Springer. Verlag, 2000; 241-52.
- [26] **Tetsuya Y, Takashi O, Hiroyuki I, et al.** Clinical reliability and utility of skin perfusion pressure measurement in ischemic limbs-Comparison with other non invasivediagnostiv methods. *J VascSurg* 2008; 47: 318-23.
- [27] **Mayrovitz HN, Larsen PB.** Standard and near-surface Laser-Doppler perfusion in foot dorsum skin of diabetic and nondiabetic with and without coexistin peripheral arterial disease. *MicrovascularResearch* 1994; 48: 338-48.
- [28] **Wyss CR, Matsen FA 3rd, Simmons CW, Burgess EM.** Transcutaneous oxygen tension measurements on limbs of diabetic and nondiabetic patients with peripheral vascular disease. *Surgery* 1984; 95: 339-46.
- [29] **Wyss CR, Matsen FA 3rd, Simmons CW, Burgess EM.** Transcutaneous oxygen tension measurements on limbs of diabetic and nondiabetic patients with peripheral vascular disease. *Surgery* 1984; 95: 339-46.
- [30] **Higurashi E, Sawada R, Ito T.** An integrated laser Doppler flowmeter. *J Lightwave*, 2003 ;21: 591-5.
- [31] **Anderson RR, Parish JA.** The optics of human skin. *J InvestigativeDermatol* 1981; 77: 13-9.
- [32] **Higurashi E, Sawada R, Ito T.** An integrated laser Doppler blood flowmeter for a wearable health monitoring system. *Procceding of the 2001 IEEE/LEOS International conference on optical MEMS*, Okinawa, 2001.
- [33] **Kiyokura T, Mino S, Shimada J.** Full-time portable micro laser blood flowmeter. *NTT TechnicalJournal* 2005; 17: 24-7.

- [35] **Heijenbrok-Kal MH, Kock MC, Hunink MG.** Lower extremity arterial disease: multidetector CT angiography meta-analysis. *Radiology* 2007; 245: 433-9.
- [35] **Ersoy H, Rybicki FJ.** MR angiography of the lower extremities. *AJR Am J Roentgenol* 2008; 190: 1675- 84.
- [36] **Bonel HM, Saar B, Hoppe H, Keo HH, Husmann M, Nikolaou K, et al.** MR angiography of infrapopliteal arteries in patients with peripheral arterial occlusive disease by using Gadofosveset at 3.0 T: diagnostic accuracy compared with selective DSA. *Radiology* 2009; 253: 879-90
- [37] **Grijalba FU, Esandi MC.** Comparison of gadofosvesetenhanced three-dimensional magnetic resonance angiography with digital subtraction angiography for lower-extremity peripheral arterial occlusive disease. *ActaRadiol* 2010; 51: 284-9.
- [38] **Jihad A. Mustapha, Fadi Saab , Larry Diaz-Sandoval, Barbara Karenko, Theresa McGoff, Carmen Heaney, Matthew Sevensma,** Comparison Between Angiographic and Arterial Duplex Ultrasound Assessment of Tibial Arteries in Patients With Peripheral Arterial Disease: On Behalf of the Joint Endovascular and Non-Invasive Assessment of Limb Perfusion (JENALI) Group *J INVASIVE CARDIOL* 2013;25(11):606-611
- [39] **DEAN T. WILLIAMS, KEITH G. HARDING, PATRICIA PRICE** An Evaluation of the Efficacy of Methods Used in Screening for Lower-Limb Arterial Disease in Diabetes *Diabetes Care* 28:2206–2210, 2005
- [40] **S. LujaBn, E. Criado, E. Puras and L. M. Izquierdo** Duplex Scanning or Arteriography for Preoperative Planning of Lower Limb Revascularisation *Eur J VascEndovascSurg* 24, 31±36 (2002)