

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ**

Αγγειοχειρουργική Κλινική και Εργαστήριο Ιατρικής Απεικόνισης

Πανεπιστημιακό Έτος 1999-2000

**Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΕΓΧΡΩΜΗΣ
DOPPLER ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΙΑΣ
ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ
ΤΗΣ ΦΛΕΒΙΚΗΣ ΒΑΛΒΙΔΙΚΗΣ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ
ΤΩΝ ΚΑΤΩ ΜΕΛΩΝ ΤΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ**

**Δημήτρη Γ. Καρδούλα, M.Sc.
Μηχανικού Βιοϊατρικής**

**ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ
ΥΠΟΒΛΗΘΗΚΕ ΣΤΟ ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ
ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ**

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2000

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της μελέτης είναι η λεπτομερής διερεύνηση με την εφαρμογή των υπερήχων της έκτασης και της συγκεκριμένης κατανομής της φλεβικής βαλβιδικής ανεπάρκειας σε ασθενείς με πρωτοπαθείς φλεβικούς κιρσούς των κάτω μελών του σώματος.

Στο Γενικό Μέρος γίνεται ανασκόπηση της σχετικής με το θέμα βιβλιογραφίας. Συγκεκριμένα, στο Κεφάλαιο I συζητείται η αιτιοπαθογένεια και η αιμοδυναμική παθοφυσιολογία της χρόνιας φλεβικής νόσου των κάτω μελών του σώματος. Ιδιαίτερη έμφαση δίδεται στην αιμοδυναμική παθοφυσιολογία της φλεβικής βαλβιδικής ανεπάρκειας. Στο Κεφάλαιο II περιγράφεται η φυσική των υπερήχων, το φαινόμενο Doppler, η δισδιάστατη υπερηχογραφική απεικόνιση και η οργανολογία. Στο Κεφάλαιο III συζητούνται οι σύγχρονοι μέθοδοι διάγνωσης της χρόνιας φλεβικής νόσου, όπως η κλινική εξέταση, η απλή εξέταση Doppler, η έγχρωμη Doppler υπερηχογραφία, η φωτοπληθυσμογραφία, η πληθυσμογραφία αέρα και η περιπατητική περιφερική φλεβική πίεση.

Στο Ειδικό Μέρος (Κεφάλαιο IV) γίνεται αναφορά στη διερεύνηση της φύσης της φλεβικής ανεπάρκειας με την εφαρμογή της έγχρωμης Doppler απεικόνισης σε 165 ασθενείς με πρωτοπαθείς φλεβικούς κιρσούς στα κάτω μέλη του σωματός τους (219 μέλη). Για την εκτίμηση της αξίας του μεγέθους της φλεβικής παλινδρόμησης, όπως αυτή υπολογιζόταν με τους υπερήχους, έγινε σχετική σύγκριση με τις μετρήσεις της περιπατητικής φλεβικής πίεσης σε 30 κάτω μέλη.

Από τα 219 κάτω μέλη με κιρσούς στους άμεσους και έμεσους κλάδους της μείζονος και ελάσσονος σαφηνούς φλέβας (Μ.Σ.Φ. και Ε.Σ.Φ., αντίστοιχα), το 61% είχε ανεπάρκεια της Μ.Σ.Φ., το 4% ανεπάρκεια της Ε.Σ.Φ. και το 12% ταυτόχρονη ανεπάρκεια των φλεβών. Στα υπόλοιπα κάτω μέλη (23%) τα δύο αυτά μείζονα φλεβικά στελέχη ελέγχθηκαν φυσιολογικά. Επίσης το 25% και το 62% συμπτωματικών μελών είχε βαλβιδική ανεπάρκεια των εν τω βάθει και διατριαινοουσών φλεβών, αντίστοιχα, ενώ, στο 28% των ασυμπτωματικών 111 κάτω

μελών διαπιστώθηκε ανεπάρκεια της σαφηνομηριαίας και της σαφηνοϊγνυακής συμβολής. Επιπλέον, η θέση των ανεπαρκών βαλβίδων στη Μ.Σ.Φ. και Ε.Σ.Φ. δεν ήταν ομοιομερής. Τέλος, η ποσότητα της φλεβικής παλινδρόμησης, όπως αυτή εκτιμήθηκε από τη ταχύτητα της παλινδρόμησης και τη διάμετρο του ανεπαρκούντος φλεβικού στελέχους, δεν βρέθηκε να σχετίζεται με το μέγεθος της περιπατητικής φλεβικής πίεσης.

Τα αποτελέσματα της μελέτης δείχνουν ότι η φύση της φλεβικής βαλβιδικής ανεπάρκειας των ασθενών με πρωτοπαθείς φλεβικούς κιρσούς είναι ετερογενής. Η παρατηρηθείσα ετερογένεια στην ανατομική κατανομή της φλεβικής ανεπάρκειας των κάτω μελών των ασθενών αυτών, ενισχύουν την υπόθεση μας ότι η παθολογική αυτή κατάσταση πιθανόν να αποτελεί μέρος μιας άλλης κλινικής οντότητας, η οποία μπορεί να ονομασθεί « **σύνδρομο πρωτοπαθούς φλεβικής βαλβιδικής ανεπάρκειας των κάτω μελών** » και της οποίας η θεραπεία θα πρέπει να εξατομικεύεται. Στη κατεύθυνση αυτή, η έγχρωμη Doppler απεικόνιση φαίνεται ότι αποτελεί χρήσιμο διαγνωστικό εργαλείο.

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

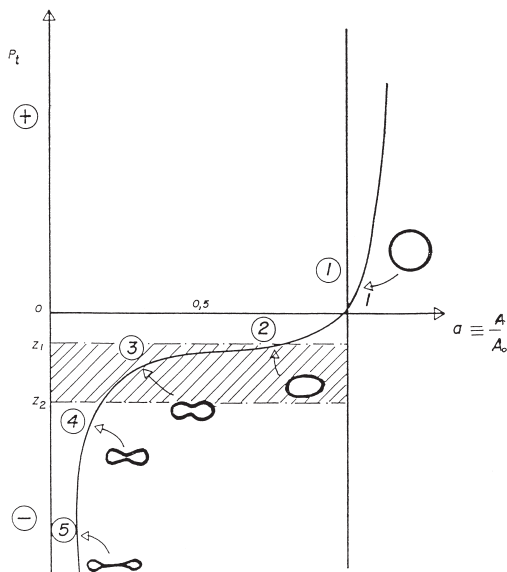
ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

ΠΑΘΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΦΛΕΒΙΚΩΝ ΠΑΘΗΣΕΩΝ

1.1 ΑΙΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΤΗΣ ΦΛΕΒΙΚΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

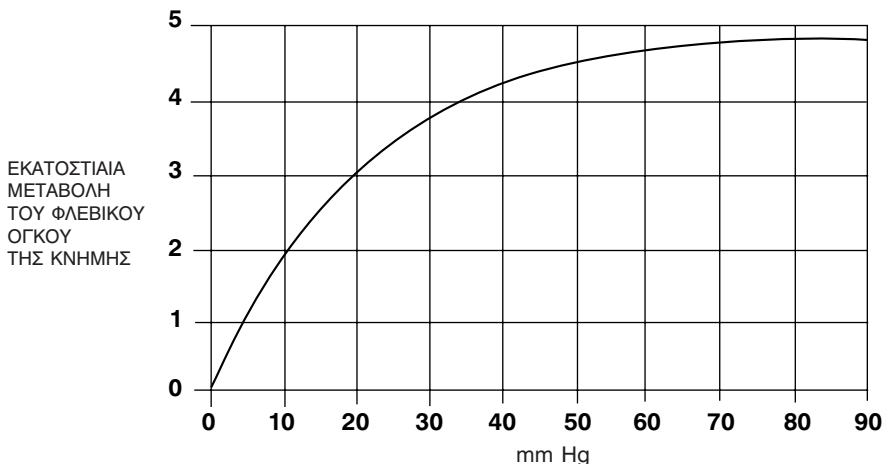
Οι παθοφυσιολογικές διαταραχές των φλεβικών παθήσεων αποδίδονται πρωταρχικά σε δύο παράγοντες: Την ανεπαρκή λειτουργία των φλεβικών βαλβίδων και τη φλεβική θρόμβωση.

Επειδή οι φλέβες είναι πολύ ενδοτικές, η κατάλληλη θεωρία για την ερμηνεία της αιμοδυναμικής συμπεριφοράς που παρουσιάζουν κατά την αιματική ροή είναι η θεωρία των σωλήνων κατάρρευσης, γνωστή και ως **νόμος του σωλήνα** (Εικ. 1.1).



Εικ. 1.1 Ο νόμος του σωλήνα σε ένα ελαστικό σωλήνα (*Latex renfrose*). Όταν η διατοιχωματική πίεση P_i είναι θετική, ο σωλήνας έχει κυκλική διατομή. Καθώς ελαττώνεται η P_i , ο σωλήνας καταρρέει και η διατομή του από κυκλική γίνεται ελλειπτική (φάσεις 2,3 και 4) και τέλος διαυλική (φάση 5). Στη στενή ζώνη Z_1-Z_2 , η παραμικρή ελάττωση της P_i επιφέρει σημαντική πτώση της διατομής του σωλήνα και προκαλεί έντονη αλλοίωση του σχήματός της. Η καμπύλη είναι έντονα μη γραμμική και συνεπώς είναι δύσκολο να περιγραφεί με εξίσωση. Οι μεταβλητές που απεικονίζονται έχουν κανονικοποιηθεί και συνεπώς είναι αδιάστατες για να δείξουν τις ποιοτικές μεταβολές στο φαινόμενο. (A , η διατομή του σωλήνα σε μία δεδομένη χρονική στιγμή και A_0 , η διατομή του όταν αυτός βρίσκεται σε πλήρη διάταση).

Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή (Α. Κατσαμούρης και Ν. Χατζηνικολάου), για μικρές μεταβολές της διατοιχωματικής πίεσης (εσωτερική μείον εξωτερική πίεση), οι φλέβες παρουσιάζουν μεγάλες μεταβολές στη διατομή τους. Όπως φαίνεται σχηματικά στις Εικ.1.1 και 1.2 οι φλέβες εμφανίζουν μεγάλη ενδοτι-



Εικ. 1.2 Σχηματική απεικόνιση της εφαρμογής του νόμου του σωλήνα στις μεταβολές του όγκου της κνήμης. (Από Sumner DS: *Hemodynamics and pathophysiology of venous disease. In Vascular Surgery, Rutherford RB, W.B. Saunders Company, Philadelphia, 1989*).

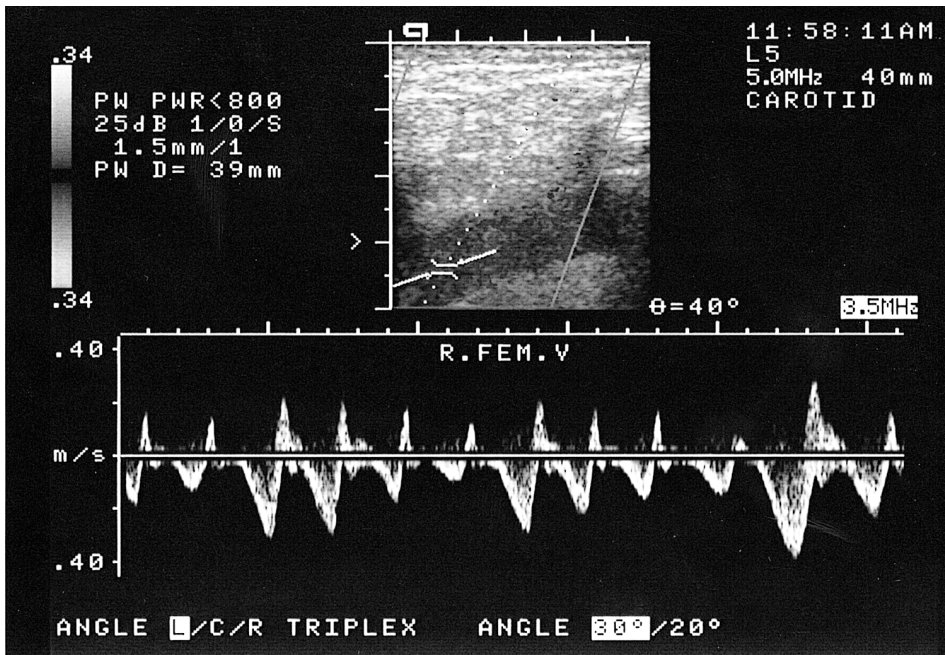
κότητα σε χαμηλές διατοχωματικές πιέσεις και είναι σημαντικά ανένδοτες σε αντίστοιχες υψηλές. Η καταρρευσιμότητα των φλεβών ερμηνεύει και τη σημαντική λειτουργική ιδιότητά τους ως αγγείων χωρητικότητας.

Φυσιολογικά, η κάτω κοίλη φλέβα και οι λαγόνιες φλέβες εμφανίζουν περιοδική κατάρρευση από τις μεταβολές της ενδοκοιλιακής πίεσης που παρατηρούνται σε κάθε περίοδο εισπνοής. Το φαινόμενο αυτό ερμηνεύει και την περιοδική (διφασική) αυξοσμηείωση της ταχύτητας της φλεβικής αιματικής ροής στα κάτω μέλη κατά τη διάρκεια του αναπνευστικού κύκλου, όπως αυτή γίνεται αντιληπτή με τη φλεβική εξέταση Doppler. Κατά τη φάση της εισπνοής, οι μηριαίες φλέβες διατείνονται και η αιματική ροή μειώνεται, ενώ κατά τη φάση της εκπνοής συμβαίνουν ακριβώς τα αντίθετα φαινόμενα. Κατά τη δοκιμασία δε Valsalva, η αιματική ροή στις μηριαίες φλέβες καταπαύει στιγμιαία.

Είναι φανερό ότι η πίεση στις περιφερικές φλέβες των κάτω μελών θα πρέπει να είναι πάντοτε μεγαλύτερη από την ενδοκοιλιακή πίεση για να υπάρχει ροή διαμέσου των καταρρευσιμων ενδοκοιλιακών φλεβών. Στην περίπτωση κατά την οποία αυξάνει προοδευτικά η ενδοκοιλιακή πίεση, προκαλείται ελάττωση της φλεβικής επιστροφής από τα κάτω μέλη μέχρις ότου αυξηθεί η οδηγός πίεση της σε επίπεδα μεγαλύτερα της αντίστοιχης ενδοκοιλιακής. Αντίθετα, η πίεση στις ενδοθωρακικές φλέβες δεν επηρεάζει τη φλεβική πίεση των κάτω μελών στο βαθμό που η πρώτη είναι μικρότερη από την ενδοκοιλιακή πίεση. Έτσι γίνεται φυσιολογικά.

Επομένως, κάτω από φυσιολογικές συνθήκες, η οδηγός πίεση η οποία κατευθύνει τη φλεβική αιματική ροή από τα κάτω μέλη προς την καρδιά είναι η διαφορά της ενδοκοιλιακής πίεσης από τη φλεβική πίεση των ποδιών. Στις

περιπτώσεις κατά τις οποίες η κεντρική φλεβική πίεση γίνει μεγαλύτερη από την ενδοκοιλιακή, όπως για παράδειγμα μπορεί να συμβεί σε συμφορητική καρδιακή ανεπάρκεια, πνευμονική υπέρταση, ανεπάρκεια τριγλώχινος κ.λπ., τα αιμοδυναμικά φαινόμενα του δεξιού κόλπου αντικατοπτρίζονται και μπορούν να διακριθούν στη φλεβική κυκλοφορία των κάτω μελών (Εικ.1.3)

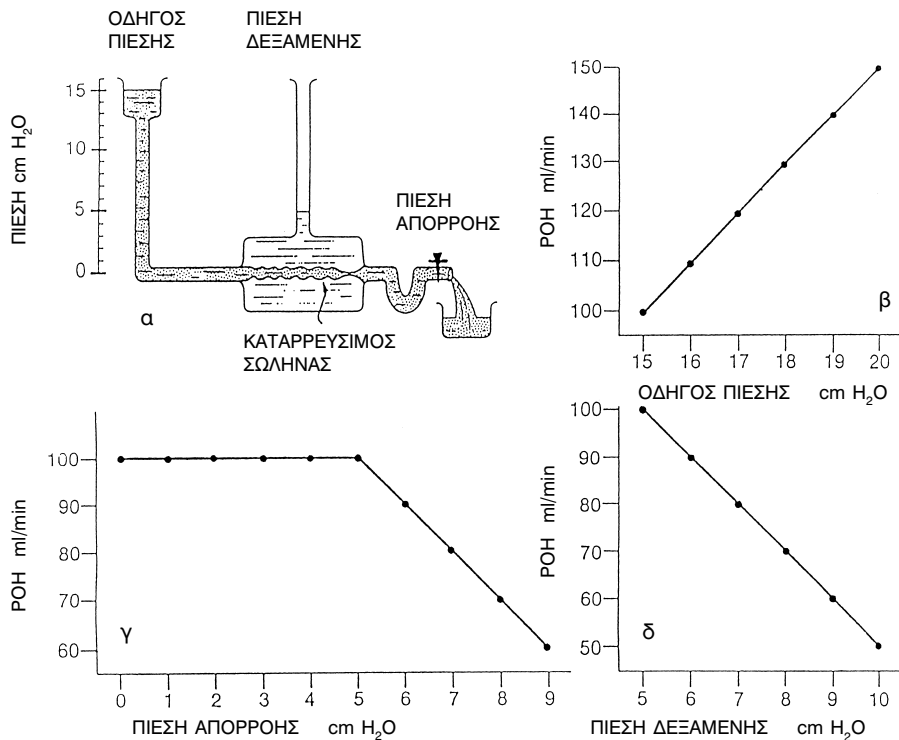


Εικ. 1.3 Ροή αίματος στην μηριαία φλέβα επί δεξιάς καρδιακής ανεπάρκειας. Αναστροφή της ροής παρατηρείται λόγω της αυξημένης πίεσης στο δεξιό κόλπο.

Τα φαινόμενα αυτά μπορούν να αναπαραχθούν στο πειραματικό και εξόχως διδακτικό μοντέλο του Sumner, το οποίο αναπαριστάται διαγραμματικά στην Εικ.1.4. Η οδηγός πίεση της φλεβικής ροής στα κάτω μέλη ($15 \text{ cm H}_2\text{O}$) αντιπροσωπεύεται από τη δεξαμενή νερού της Εικ.1.4α. Ο καταρρεύσιμος αγωγός, π.χ ένας ελαστικός σωλήνας renrose περνά διαμέσου δεξαμενής με υγρό το οποίο ασκεί πίεση $5 \text{ cm H}_2\text{O}$ και αντιπροσωπεύει την ενδοκοιλιακή πίεση. Το τέλος της απορροής του συστήματος αντιπροσωπεύει το δεξιό κόλπο, είναι ανοιχτό προς την ατμόσφαιρα και έχει πίεση $0 \text{ cm H}_2\text{O}$. Από τη συνολική ρευστομηχανική του συστήματος γίνεται αντιληπτό ότι για να υπάρξει ροή διαμέσου του σωλήνα renrose, θα πρέπει η πίεση μέσα σε αυτό να υπερβαίνει, έστω και ελάχιστα την πίεση του υγρού της δεξαμενής που αντιπροσωπεύει την κοιλιακή κοιλότητα. Κατά συνέπεια, η οδηγός πίεσης της ροής του συστήματος είναι η διαφορά $15-5 \text{ cm H}_2\text{O}$ και **όχι η διαφορά πίεσης που αναπτύσσεται κατά μήκος ολόκληρου του αγωγού, δηλαδή $15-0 \text{ cm H}_2\text{O}$** . Εάν αυξήσουμε την οδηγό

πίεση, θα παρατηρηθεί και αύξηση της ροής διαμέσου του σωλήνα renrose (Εικ.1.4β). Εάν στο τέλος της απορροής τοποθετήσουμε μια κάνουλα ρυθμιζόμενης ροής και αρχίσουμε να μειώνουμε την ροή, δηλαδή να αυξάνουμε τις αντιστάσεις στην απορροή του συστήματος, η οδηγός πίεση θα παραμένει πάλι η διαφορά 15-5 cm H₂O, μέχρις ότου η πίεση απορροής υπερβεί κατά ελάχιστον την αντίστοιχη που ασκείται στη δεξαμενή η οποία αντιπροσωπεύει την κοιλιακή κοιλότητα. Από το σημείο αυτό και μετά, η οδηγός πίεση θα είναι η διαφορά πίεσης της δεξαμενής νερού και αυτής της απορροής του συστήματος και η οποιαδήποτε παραπέρα αύξηση της πίεσης απορροής θα μειώνει την οδηγό πίεση της ροής του συστήματος (Εικ. 1.4γ). Τέλος, αυξάνοντας τη πίεση στη δεξαμενή θα επέλθει αντίστοιχη ελάττωση στη ροή του συστήματος (Εικ.1.4δ). Κατά συνέπεια στις περιπτώσεις κατά τις οποίες αυξάνεται η ενδοκοιλιακή πίεση, όπως για παράδειγμα στον ασκίτη, η φλεβική επιστροφή επιτυγχάνεται με την αναμενόμενη αύξηση της περιφερικής φλεβικής πίεσης.

Στον ανθρώπινο οργανισμό η φλεβική επιστροφή δεν επιτυγχάνεται μόνο εξαιτίας της διαφοράς της ενδοκοιλιακής πίεσης από την περιφερική πίεση. Σημαντικό ρόλο διαδραματίζει και η λεγόμενη **μυοφλεβική αντλία** των κάτω

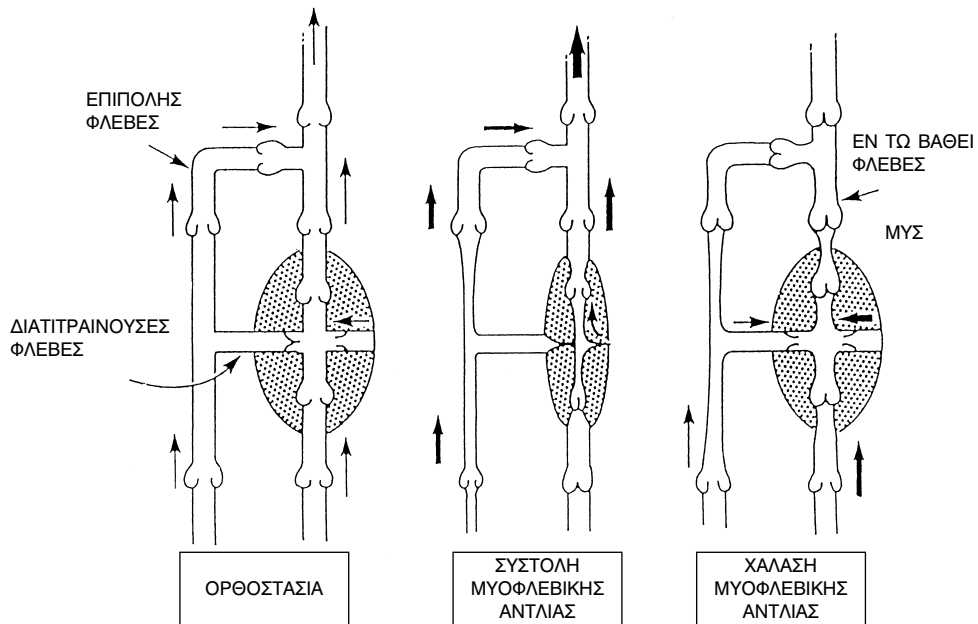


Εικ. 1.4 Σχηματική απεικόνιση του μοντέλου του Sumner, το οποίο περιγράφει την έννοια των καταρρεύσιμων αγωγών. (Τροποποιημένο από Sumner DS: *In Vascular Surgery*, Rutherford RB, W.B. Saunders Company, Philadelphia, p 1487, 1989).

μελών και ιδιαίτερα της κνήμης. Ο ρόλος δε αυτός είναι σπουδαιότερος κατά την όρθια θέση, όταν η φλεβική επιστροφή θα πρέπει να υπερνικήσει την ενέργεια της βαρύτητας.

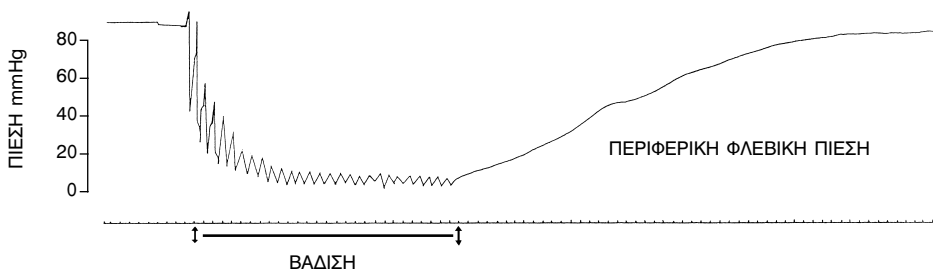
Η μυοφλεβική αντλία από ανατομική άποψη αποτελείται από τους μύες και από τις ενδομυϊκές φλέβες, τις φλέβες οι οποίες πορεύονται μεταξύ των μυών και τους φλεβώδεις κόλπους. Ωστόσο, από φυσιολογική άποψη η **μυοφλεβική αντλία αποτελεί ενιαία λειτουργική μονάδα**, όπως ακριβώς συμβαίνει με τη μυοκαρδιακή αντλία.

Σε ένα ακίνητο και όρθιο στεκόμενο άτομο, η ενέργεια προώθησης του αίματος από τα κάτω μέλη προς στην καρδιά προέρχεται σχεδόν αποκλειστικά από τη οδηγό φλεβική πίεση. Επειδή οι βαλβίδες των φλεβών στη θέση αυτή είναι ανοιχτές, η φλεβική πίεση σε οποιοδήποτε επίπεδο των κάτω μελών είναι ίση με το άθροισμα της στατικής και της υδροστατικής πίεσης (Α. Κατσαμούρης και Ν. Χατζηνικολάου). Στο περιφερικό επίπεδο της μυοφλεβικής αντλίας της γαστροκνημίας η συνολική πίεση θα είναι 100mmHg (υδροστατική πίεση) + 15 mmHg (στατική φλεβική πίεση), δηλαδή 115 mmHg. Στο επίπεδο των αρτηριολιών η συνολική πίεση θα είναι 100 mmHg (υδροστατική πίεση) + 95 mmHg (αρτηριακή πίεση), δηλαδή 195 mmHg. Έτσι, η κλίση πίεσης η οποία αναπτύσσεται κατά μήκος των τριχοειδών της μυοφλεβικής αντλίας είναι 80 mmHg. Κατά τη συστολή της μυοφλεβικής αντλίας, οι σκελετικοί μύες συμπιέζουν τις φλέβες και τους φλεβώδεις κόλπους (κατάρρευση των φλεβών), αυξάνεται η στατική φλεβική



Εικ. 1.5 Η δυναμική της φλεβικής αιματικής ροής σε φυσιολογικό κάτω μέλος. (Από Sumner DS; Clin Obst Gynecol 24: 743, 1981).

πίεση και διευκολύνεται η επιστροφή του φλεβικού αίματος προς τον δεξιό κόλπο. Παράλληλα, η σύγκληση των φλεβικών βαλβίδων τόσο των διατριταινουσών όσο και των περιφερικών φλεβών παρεμποδίζει την παλινδρόμηση της φλεβικής αιματικής ροής (Εικ.1.5). Μετά από αρκετές συστολές, όπως πχ. συμβαίνει κατά τη βάδιση, η φλεβική πίεση στην περιοχή του αστραγάλου πέφτει στα επίπεδα των 20 mmHg. (Εικ.1.6). Κάτω από τις συνθήκες αυτές, η κλίση πίεσης η οποία αναπτύσσεται κατά μήκος των τριχοειδών της μυοφλεβικής αντλίας θα είναι 175 mmHg (195 - 20 mmHg), υπερδιπλάσια δηλαδή από την αντίστοιχη η οποία αναπτύσσεται στη θέση της ακινησίας. Κατά τη χάλαση της μυοφλεβικής αντλίας, η κλίση πίεσης αναστρέφεται, οι φλεβικές βαλβίδες οι οποίες βρίσκονται σε επίπεδο υψηλότερο της μυϊκής συμπίεσης συγλείονται και παρεμποδίζουν την παλινδρόμηση της φλεβικής αιματικής ροής, ενώ οι φλέβες και οι φλεβώδεις κόλποι που βρίσκονται σε συνθήκες κατάρρευσης ξαναγεμίζουν με αίμα που προέρχεται από τα τριχοειδή. Παράλληλα, το αίμα των διατριταινουσών φλεβών κατευθύνεται προς στις εν των βάθει φλέβες (Εικ.1.5).



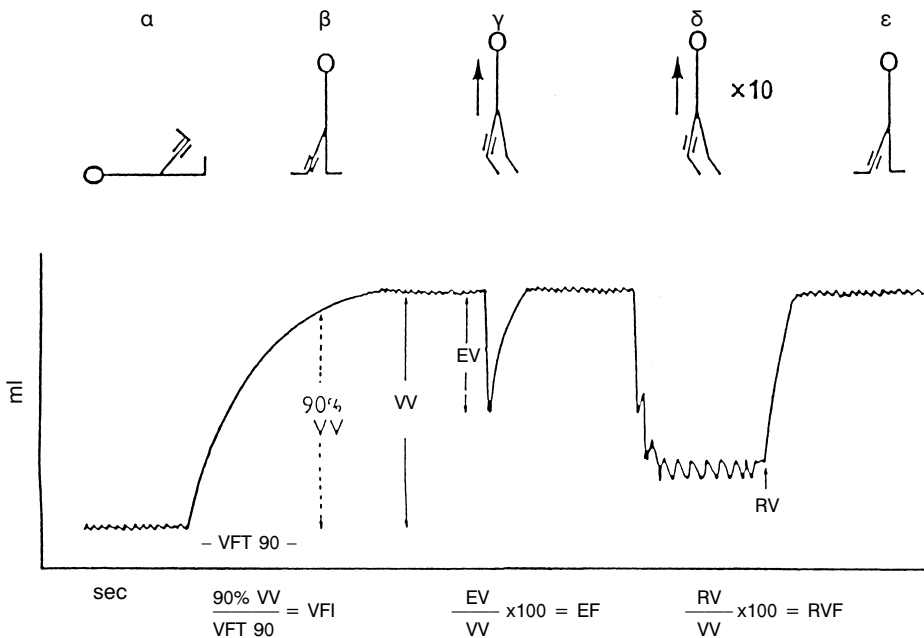
Εικ. 1.6 Σε φυσιολογικά άτομα, κατά τη βάδιση η περιφερική φλεβική πίεση στα κάτω μέλη (= περιπατητική φλεβική πίεση) μειώνεται σημαντικά.

Από τα προηγούμενα γίνεται αντιληπτό ότι η μυοφλεβική αντλία παίζει ρόλο «**περιφερικής καρδιάς**». Η «καρδιά» αυτή είναι περισσότερο ανεπτυγμένη στη γαστροκνημία, όπου οι μύες μπορεί να αποδώσουν ενέργεια μεγαλύτερη από 200 mmHg (Α. Κατσαμούρης και Ν. Χατζηνικολάου). Επειδή οι μύες της κνήμης περιβάλλονται από ισχυρές περιτονίες οι οποίες συνδέονται μεταξύ τους, η σύσπαση των μυών αυτών προκαλεί κατάρρευση όχι μόνο των ενδομυϊκών φλεβών και φλεβωδών κόλπων, αλλά και αυτών οι οποίοι πορεύονται μεταξύ τους, δηλαδή των οπισθίων και προσθίων κνημιαίων καθώς και των περνιαίων φλεβών. Μέρος δε της ενέργειας η οποία εκλύεται από τη σύσπαση των μυών μεταδίδεται και στις επιπολής φλέβες της κνήμης. Συνεπώς, στη λειτουργία της «περιφερικής καρδιάς» συμμετέχουν όλες οι φλέβες της γαστροκνημίας, επιπολής και εν τω βάθει.

Η ελάττωση της φλεβικής πίεσης στα κάτω άκρα που παρατηρείται κατά την απρόσκοπτη λειτουργία της «περιφερικής καρδιάς», εκτός από την ευόδωση της φλεβικής επιστροφής που προκαλεί, ασκεί και μία άλλη ευεργετική

επίδραση στον οργανισμό. Την αποφυγή περιφερικών οιδημάτων στα κάτω άκρα, ιδιαίτερα κατά την ορθοστασία. Κατά την παρατεταμένη ορθοστασία το περιφερικό οίδημα είναι αναπόφευκτο. Αυτό εξηγείται από την εφαρμογή της υπόθεσης Starling στα τριχοειδή. Ωστόσο, ακόμη και ήπια δραστηριότητα της «περιφερικής καρδιάς» προκαλεί μεγάλη ελάττωση της μέσης τριχοειδικής πίεσης, η οποία, σε συνδυασμό με την σύσπαση των αρτηριολίων που παρατηρείται αντανακλαστικά κατά την όρθια θέση, μειώνουν αποτελεσματικά τους ρυθμούς σχηματισμού περιφερικού οιδήματος.

Η ραγδαία εξέλιξη των αναμιάκτων αγγειοδιαγνωστικών μεθόδων συνέβαλε ουσιαστικά στην κατανόηση του πρωταρχικού φυσιολογικού ρόλου τον οποίο διαδραματίζει η μυοφλεβική αντλία της κνήμης. Σήμερα, με τη βοήθεια της πληθυσμογραφίας μπορούμε να εκτιμήσουμε με σημαντική πιστότητα πολλές παραμέτρους της μυοφλεβικής αντλίας της κνήμης τόσο κάτω από φυσιολογικές όσο και παθολογικές καταστάσεις. Στην Εικ. 1.7 αναπαριστώνται διαγραμματικά οι τυπικές μεταβολές του όγκου της κνήμης στην οριζόντια και όρθια θέση, καθώς και κατά τη διάρκεια της άσκησης (Christopoulos DG et al, 1987).



Εικ. 1.7 Σχηματική απεικόνιση των μεταβολών του όγκου της κνήμης με τη μέθοδο της πληθυσμογραφίας αέρα σε φυσιολογικό άτομο. (α) Οριζόντια θέση με το δεξιό κάτω μέλος ανυψωμένο κατά 45°, (β) όρθια και ακίνητη θέση, (γ) μία κάμψη του δεξιού ποδιού, (δ) δέκα συνεχιζόμενες κάμψεις του δεξιού ποδιού και (ε) όρθια και ακίνητη θέση. **VV**= Λειτουργικός Φλεβικός όγκος, **VFT**= Χρόνος Φλεβικής Πλήρωσης, **VFI**=Δείκτης Φλεβικής Πλήρωσης, **EV**= Όγκος Εξώθησης, **RV**= Υπολειπόμενος Όγκος, **EF**= Κλάσμα Εξώθησης, **RVF**= Κλάσμα Υπολειπόμενου Όγκου. (Από Cristopoulos DG, Nicolaidis AN, Szendro G et al: J Vasc Surg 5: 148, 1987).

Συγκεκριμένα, παρατηρούμε ότι στην οριζόντια θέση και με το δεξί κάτω άκρο ανυψωμένο κατά 45° (Εικ.1.7α), ο όγκος της κνήμης σταθεροποιείται σε μία ελάχιστη τιμή. Μετά ο ασθενής λαμβάνει την όρθια θέση και στηρίζεται μόνο στο αριστερό κάτω άκρο (Εικ.1.7β). Παρατηρούμε ότι ο όγκος της κνήμης αυξάνεται προοδευτικά ως αποτέλεσμα της φλεβικής πλήρωσης και σταθεροποιείται σε μία μέγιστη τιμή μετά την παρέλευση ενός χρονικού διαστήματος. Η μέγιστη αυτή τιμή αποτελεί το **λειτουργικό φλεβικό όγκο (VV, Venous Volume)** και εκφράζει τον όγκο της κνήμης κατά την όρθια θέση, ο οποίος σε φυσιολογικές συνθήκες είναι 100-150 ml. Διαιρώντας το 90% του λειτουργικού φλεβικού όγκου (90%VV) δια του αντίστοιχου χρόνου πλήρωσής τους (VFT90) παίρνουμε το **φλεβικό δείκτη πλήρωσης (VFI, Venous Filling Index)**. Ο φλεβικός δείκτης πλήρωσης σε φυσιολογικές συνθήκες είναι 2ml/sec, ενώ τιμές μεγαλύτερες από 7 ml/sec είναι δηλωτικές φλεβικής ανεπάρκειας. Εάν τώρα ο ασθενής εκτελέσει μία κίνηση κάμψης των ποδιών του στηριζόμενος μόνο στα άκρα των δακτύλων του και επανέλθει στη προηγούμενη θέση του μπορούμε να μετρήσουμε τον **όγκο εξώθησης (EV, Ejection Volume)** της μυοφλεβικής αντλίας της κνήμης και να υπολογίσουμε και το αντίστοιχο **κλάσμα εξώθησής της (EF, Ejection Fraction)** (Εικ.1.7γ). Σε φυσιολογικές συνθήκες το EF είναι περίπου το 70% του VV. Εάν τώρα ο ασθενής εκτελέσει δέκα παρόμοιες κινήσεις κάμψης των ποδιών του (Εικ.1.7δ), μπορούμε να μετρήσουμε τον **υπολειπόμενο όγκο (RV, Residual Volume)** και να υπολογίσουμε το **κλάσμα του υπολειπόμενου όγκου (RVF, Residual Volume Fraction)**, διαιρώντας τον RV δια του VV. Γίνεται αντιληπτό ότι το RVF και η περιπατητική φλεβική πίεση βρίσκονται σε αναλογική σχέση. Η **περιπατητική φλεβική πίεση** εκφράζει τη φλεβική πίεση στην περιφέρεια της κνήμης κατά τη βάδιση.

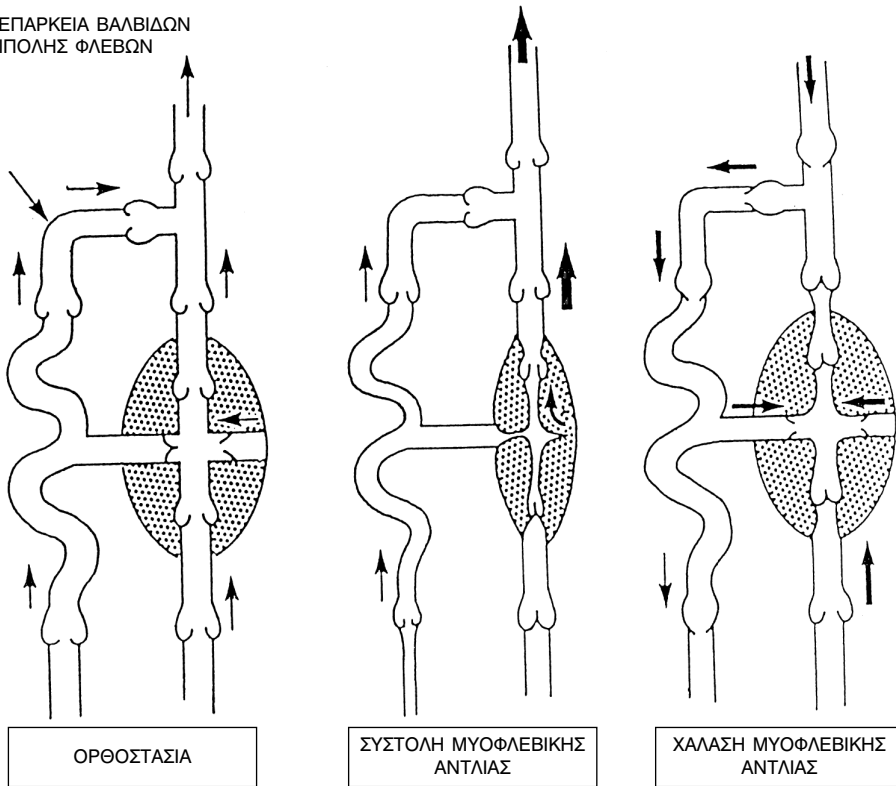
Οι φλεβικοί όγκοι και τα αντίστοιχα κλάσματά τους τα οποία περιγράφηκαν προηγούμενα χρησιμοποιούνται για τη μελέτη της ποσοτικής επάρκειας της μυοφλεβικής αντλίας της κνήμης στις διάφορες φλεβικές παθήσεις των κάτω άκρων, καθώς και για την ποσοτική εκτίμηση της επίδρασης της εφαρμογής διαφόρων χειρουργικών επεμβάσεων και συντηρητικών θεραπευτικών μεθόδων, όπως της εφαρμογής ελαστικών καλτσών.

Οι παθοφυσιολογικές εκδηλώσεις των κυρίων φλεβικών παθήσεων των κάτω μελών ερμηνεύονται με βάση αυτά τα οποία περιγράψαμε προηγούμενα.

1.2 ΠΡΩΤΟΠΑΘΕΙΣ ΦΛΕΒΙΚΟΙ ΚΙΡΣΟΙ

Στην τυπική μορφή των πρωτοπαθών φλεβικών κιρσών (ή απλώς κιρσών) παρατηρείται ανεπάρκεια των βαλβίδων του λαγονομηριαίου φλεβικού στελέχους, της σαφηνομηριαίας συμβολής και μεγάλου τμήματος του συστήματος της μείζονος σαφηνούς φλέβας. Η κύρια αιμοδυναμική παθοφυσιολογική διαταραχή στους πρωτοπαθείς κιρσούς συνίσταται στην παλινδρόμηση του φλεβικού αίματος προς την περιφέρεια κατά τη φάση της χάλιασης της μυοφλεβικής αντλίας (Εικ.1.8). Γίνεται δηλαδή μία ανακύκλωση του αίματος στο πάσχον μέλος, με αποτέλεσμα η

ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ ΒΑΛΒΙΔΩΝ
ΕΠΙΠΟΛΗΣ ΦΛΕΒΩΝ



Εικ. 1.8 Η δυναμική της φλεβικής αιματικής ροής σε ασθενή με σύνδρομο πρωτοπαθών φλεβικών κίρσων. (Από Sumner DS; Clin Obst Gynecol 24: 743, 1981).

«περιφερική καρδιά» να εργάζεται σε συνθήκες αυξημένου προφορτίου. Το ποσόν του ανακυκλωμένου αίματος υπολογίζεται στο ένα πέμπτο περίπου του ποσού του αίματος που εξακοντίζεται σε κάθε συστολή της μυοφλεβικής αντλίας. Στην οριζόντια και όρθια θέση η περιφερική φλεβική πίεση είναι φυσιολογική, ενώ η αντίστοιχη περιπατητική μειώνεται μόνο κατά 30-40% (Πίνακας 1.1).

Η μέγιστη πλειοψηφία των ασθενών με πρωτοπαθείς φλεβικούς κίρσους παραπονείται αρχικά κυρίως μόνο για αισθητικό πρόβλημα και ήπιο βάρος στην περιφέρεια του πάσχοντος κάτω μέλους για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα. Ωστόσο, με τη πάροδο των ετών η μακροχρονίως δρώσα αυξημένη πίεση στο επιπολής φλεβικό σύστημα προκαλεί εντονότερο αίσθημα βάρους και οίδημα. Τα συμπτώματα αυτά είναι ιδιαίτερα έκδηλα μετά από παρατεταμένη ύπoλειτουργία της μυοφλεβικής αντλίας, όπως συμβαίνει για παράδειγμα στην παρατεταμένη ορθοστάσια. Η δερματίτιδα από στάση και τα άτονα έλκη εμφανίζονται σε ένα ποσοστό 5-10% των ασθενών, αλλά δεν έχουν τη βαρύτητα των αντιστοιχών εκδηλώσεων οι οποίες παρατηρούνται στο μεταφλεβιτιδικό σύνδρομο (Α. Κατσαμούρης και Ν. Χατζηνικολάου).

Αυτό μπορεί να εξηγηθεί με απλοποιημένη μαθηματική έκφραση. Το μέγεθος της περιφερικής φλεβικής πίεσης **Pp** σχετίζεται με την ενδοκοιλιακή πίεση **Pa**, τη φλεβική ροή **Q** και τις αντιστάσεις των παρεμβαλλομένων φλεβών **Rv** με την εξής σχέση :

$$\mathbf{Pp} = \mathbf{QvRv} + \mathbf{Pa} \quad (1.1)$$

Η εξίσωση 1.1 μας λέει ότι η περιφερική φλεβική πίεση **Pp** αυξάνει όταν αυξάνουν η ενδοκοιλιακή πίεση **Pa** ή σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν προηγουμένα στην περιγραφή του νόμου του σωλήνα, η κεντρική φλεβική πίεση, η φλεβική ροή **Qv** και οι φλεβικές αντιστάσεις προς τη φλεβική επιστροφή **Rv**. Σημαντικές μεταβολές στην **Pa** παρατηρούνται στον ασκίτη και στις καταστάσεις κατά τις οποίες αυξάνεται η πίεση στο δεξιό κόλπο της καρδιάς. Κατά συνέπεια, στις συνηθισμένες περιπτώσεις φλεβικής θρόμβωσης η **Pa** δεν παίζει ιδιαίτερο αιμοδυναμικό ρόλο. Από την εξίσωση 1.1 φαίνεται ότι αύξηση της φλεβικής ροής **Qv** προκαλεί αύξηση της περιφερικής φλεβικής πίεσης **Pp**. Ωστόσο, η αύξηση της **Qv** είναι συνήθως μικρή και παροδική, όπως για παράδειγμα συμβαίνει κατά την άσκηση. Σημαντική εξαίρεση αποτελεί η συνύπαρξη αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας. Επομένως, οι πιο σημαντικές και συχνές αυξήσεις της περιφερικής φλεβικής πίεσης σχετίζονται με την αύξηση των αντιστάσεων **Rv** οι οποίες προβάλλονται στη φλεβική επιστροφή.

Όλες οι φλέβες που υπόκεινται σε αυξημένη διατοχωματική πίεση διατείνονται και, σύμφωνα με το νόμο του σωλήνα, καθίστανται λιγότερο ενδοτικές. Έτσι, *οι επιπολής φλέβες του πάσχοντος άκρου γίνονται έκδηλα ορατές και αποτελούν αξιοσημείωτο διαγνωστικό κλινικό στοιχείο σημαντικού βαθμού απόφραξης των εν τω βάθει φλεβών* (N.Lambropoulos, 1994).

Στην όρθια θέση η περιφερική φλεβική πίεση μπορεί να μη διαφέρει σημαντικά από την αντίστοιχη η οποία παρατηρείται στα φυσιολογικά άτομα. Ωστόσο, κατά την βάδιση όχι μόνο δεν μειώνεται, αλλά είναι δυνατόν εξ' αιτίας της αύξησης της αιματικής ροής να αυξάνει ακόμη περισσότερο και να προκαλεί στον ασθενή αίσθημα πόνου και εντόνου βάρους στην περιφέρεια, γεγονός που τον αναγκάζει να διακόπτει τη βάδισή του «διαλειπόντως» (*φλεβική διαλείπουσα χωλότητα*).

Μία άλλη σημαντική από κλινική άποψη συνέπεια της αυξημένης περιφερικής φλεβικής πίεσης είναι η αύξηση της μέσης τριχοειδικής πίεσης, η οποία ανατρέπει τη φυσιολογία της αρχής του Starling και οδηγεί στο σχηματισμό οιδήματος. Το μέγεθος του οιδήματος είναι ανάλογο του επιπέδου της περιφερικής φλεβικής πίεσης και κατά συνέπεια του μεγέθους των αντιστάσεων οι οποίες προβάλλονται στη φλεβική ροή από τη φλεβική απόφραξη. Το οίδημα είναι ιδιαίτερα εντυπωσιακό στην **κυανή επώδυνο φλεγμονή**. Στην κατάσταση αυτή, η οποία χαρακτηρίζεται από εκσεσημασμένο οίδημα, κυάνωση και πόνο στο άκρο και οφείλεται σε καθολική σχεδόν θρόμβωση των φλεβών του πάσχοντος άκρου με απόφραξη του συστοίχου λαγονομηριαίου φλεβικού στελέχους

και των παραπλευρών φλεβών της πυέλου, η συγκέντρωση υγρού στο πάσχον άκρο μπορεί να φθάσει τα 10 Lit σε μία εβδομάδα, η περιφερική φλεβική πίεση το δεκαπενταπλάδιο και πλέον της φυσιολογικής και η ιστική πίεση να υπερβεί τα 40mmHg. Ολιγαυμική καταπληξία παρατηρείται σε ποσοστό 30%. Επιπρόσθετα, εάν η θεραπευτική αγωγή δεν αποδώσει μπορεί να παρατηρηθεί βαρυντάτη ισχαιμική συνδρομή στο πάσχον άκρο και συχνά ισχαιμική γάγγραινα. Η βαριά αυτή ισχαιμία αποδίδεται στην καταπληξία και στην αυξημένη ιστική πίεση (Α. Κατσαμούρης και Ν. Χατζηνικολάου).

1.4 ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΗ ΘΡΟΜΒΟΕΜΒΟΛΗ

Η κύρια παθοφυσιολογική διαταραχή που παρατηρείται στην οξεία πνευμονική θρομβοεμβολή είναι η υποξυγοναιμία, αποτέλεσμα της διαταραχής της σχέσης αερισμού/αιμάτωσης των πνευμόνων. Το μέγεθος του θρομβοεμβόλου διαδραματίζει πρωτεύοντα παθοφυσιολογικό ρόλο από αιμοδυναμική άποψη, χωρίς ωστόσο να παραγνωρίζονται και σημαντικοί άλλοι χημικοί παράγοντες (Albert JS, Dalen JE, 1994). Η λεπτομερής αναφορά μας στην πνευμονική θρομβοεμβολή δεν εξυπηρετεί τους σκοπούς της μελέτης μας.

1.5 ΜΕΤΑΦΛΕΒΙΤΙΔΙΚΟ Η ΜΕΤΑΘΡΟΜΒΩΤΙΚΟ ΣΥΝΔΡΟΜΟ

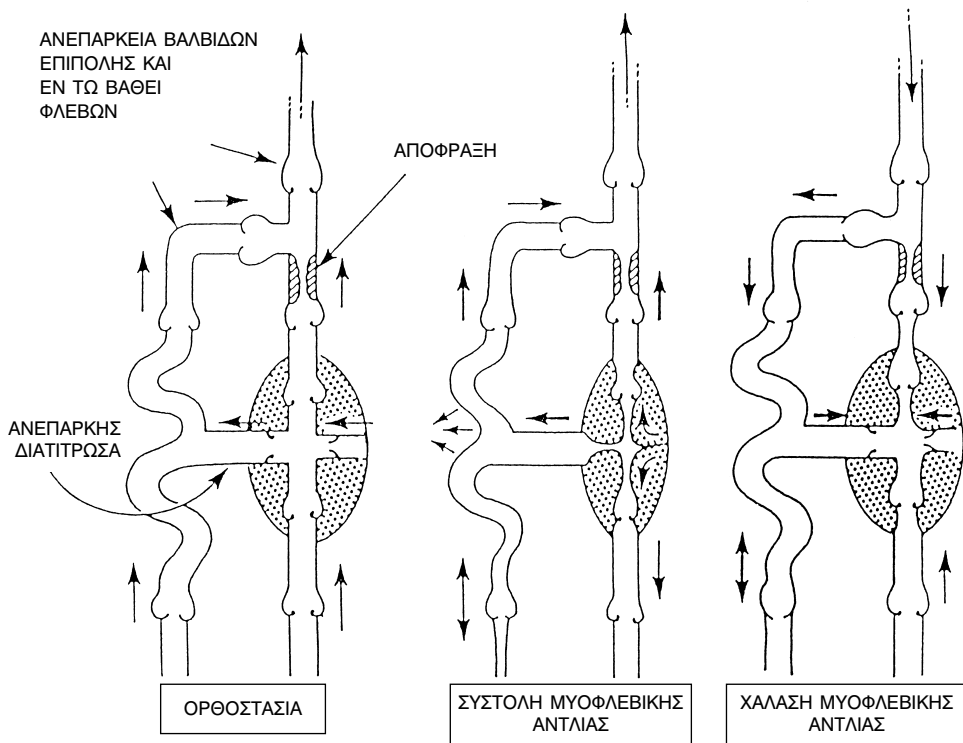
Εξορισμού, το μεταφλεβιτιδικό σύνδρομο αναπτύσσεται μετά από προσβολή οξείας θρόμβωσης των εν τω βάθει φλεβών των κάτω μελών. Το σύνδρομο αυτό μπορεί να αναπτυχθεί και στα άνω μέλη, αλλά η τυπική του έκφραση αφορά κατά κανόνα τα κάτω, όπου η βαρυντική ενέργεια διαδραματίζει σημαντικό παθοφυσιολογικό ρόλο.

Οι δύο κύριοι παθοφυσιολογικοί μηχανισμοί οι οποίοι ευθύνονται για την ανάπτυξη του συνδρόμου είναι **η χρόνια φλεβική απόφραξη και η ανεπάρκεια των φλεβικών βαλβίδων** (Εικ.1.10).

Στις συνηθισμένες περιπτώσεις καθώς εξελίσσεται η οξεία θρόμβωση των εν τω βάθει φλεγών, το μέγεθος των αντιστάσεων στη φλεβική επιστροφή μειώνεται. Αυτό επιτυγχάνεται με τρεις μηχανισμούς (Α. Κατσαμούρης και Ν. Χατζηνικολάου) :

1. Μερικοί θρόμβοι μπορεί να λυθούν πλήρως με το μηχανισμό της θρομβόλυσης.
2. Μερικοί θρόμβοι οργανώνονται, συνέχονται με το φλεβικό τοίχωμα και επανασηραγγοποιούνται.
3. Προοδευτικά αναπτύσσεται γύρω από τη φλεβική απόφραξη ικανή παράπλευρη κυκλοφορία, η οποία και παροχετεύει μεγάλες ποσότητες φλεβικού αίματος. Ο μηχανισμός αυτός της φλεβικής αποσυμφόρησης του άκρου είναι και ο πιο σημαντικός.

Γενικά, οι αντιστάσεις στη φλεβική επιστροφή στο μεταφλεβιτιδικό σύνδρομο είναι περίπου 1,5 φορές μεγαλύτερες των φυσιολογικών και μόλις το 0,5



Εικ. 1.10 Η δυναμική της φλεβικής αιματικής ροής σε ασθενή με μεταφλεβιτιδικό σύνδρομο. (Από Sumner DS; *Clin Obst Gynecol* 24: 743, 1981).

των αντιστάσεων οι οποίες προβάλλονται στην οξεία φλεβική θρόμβωση. Κατά την ανάπαυση σε οριζόντια θέση, η περιφερική φλεβική πίεση μπορεί να είναι ελάχιστα υψηλότερη από τη φυσιολογική και στην όρθια θέση μπορεί να μη διαπιστωθούν παρεκλίσεις από τις φυσιολογικές τιμές (Πίνακας 1.1).

Καθώς το μέγεθος των αντιστάσεων προς τη φλεβική επιστροφή μειώνεται, παρατηρείται αύξηση της παλινδρόμησης του φλεβικού αίματος στα κάτω μέλη κατά την όρθια θέση και τη βάδιση. Η παλινδρόμηση αυτή του φλεβικού αίματος οφείλεται σε τρεις μηχανισμούς (Killewich LA, Bedford GR et al, 1989):

1. Οι μικρές επανασηραγγοποιημένες φλέβες καθίστανται στην ουσία μη βαλβιδικές.
2. Η χρόνια οργάνωση των θρόμβων με το φλεβικό τοίχωμα προκαλεί καταστολή των φλεβικών βαλβίδων.
3. Η διάταση των φλεβών της αναπτυσσόμενης παράπλευρης κυκλοφορίας καθιστά συχνά τις βαλβίδες τους λειτουργικά ανεπαρκείς.

Κατά συνέπεια, στην τυπική μορφή του μεταφλεβιτιδικού συνδρόμου, όπως αυτή αναπαριστάται σχεδιαγραμματικά στην Εικ. 1.10, (1) το προφορτίο της μυοφλεβικής αντλίας αυξάνει υπερβολικά, αφού η ανακύκλωση του φλεβικού αίματος στο πάσχον άκρο δεν προέρχεται μόνο από το ανεπαρκές επιπολής,

αλλά και από το εν τω βάθει φλεβικό σύστημα, (2) κατά τη σύσπαση της μυοφλεβικής αντλίας μεγάλο μέρος αίματος εξακοντίζεται στο επιπολής και περιφερικό φλεβικό σύστημα διαμέσου των ανεπαρκουσών διατιτρωινουσών και περιφερικών φλεβών με αποτέλεσμα την υπερβολική αύξηση της μέσης τριχοειδικής πίεσης τοπικά και (3), εφόσον οι αντιστάσεις προς τη φλεβική επιστροφή είναι σημαντικές (= αύξηση του μεταφορτίου της μυοφλεβικής αντλίας), δεν παρατηρείται πτώση της περιπατιτικής φλεβικής πίεσης. (Πίνακας 1.1).

Οι πιο πάνω παθοφυσιολογικές μεταβολές συνθέτουν την εικόνα της **χρόνιας φλεβικής ανεπάρκειας**, η οποία χαρακτηρίζεται από μεγάλο κλάσμα υπολειπόμενου όγκου της μυοφλεβικής αντλίας, εκσεσημασμένο περιφερικό οίδημα και δευτεροπαθείς φλεβικούς κίρσους. Παράλληλα, η χρόνιας επιμένουσα περιπατητική φλεβική υπέρταση, αυξάνει τη διαπερατότητα των τριχοειδών με αποτέλεσμα την είσοδο στον υποδόριο χώρο υγρού πλουσίου σε λευκώματα και αίμορφα συστατικά του αίματος. Με την πάροδο του χρόνου, η οργάνωση των πρωτεϊνών και η αποδόμηση των ερυθρών αιμοσφαιρίων οδηγούν στην ανάπτυξη ινώδους ιστού στον υποδόριο χώρο και χαρακτηριστική καστανόγκριζο χρώση του δέρματος, αντίστοιχα. Συχνά δε εμφανίζεται και εκζεμοειδής αντίδραση. Η σκλήρυνση αυτή του δέρματος σε συνδυασμό με την καστανόγκριζο χρώση περιγράφονται με τον όρο **δερματίτιδα από στάση**, η οποία επιπλέκεται συχνά από εξέλκωση (Εικ. 1.11 και 1.12).



Εικ. 1.11 Χαρακτηριστική εικόνα κάτω μέλους με δερματίτιδα από φλεβική στάση.



Εικ. 1.12 Χαρακτηριστική εικόνα εξέλκωσης στο κάτω μέλος με φλεβική βαλβιδική ανεπάρκεια.

Η εξέλκωση φαίνεται ότι είναι αποτέλεσμα ανεπαρκούς ανταλλαγής αερίων και τροφικών ουσιών στην περιοχή των δερματικών αλλοιώσεων. Υπολογίζεται ότι το 50% των ασθενών με οίδημα στα κάτω μέλη το οποίο επιμένει για ένα χρόνο μετά από την προσβολή της οξείας θρόμβωσης των εν τω βάθει φλεβών θα αναπτύξει εξέλκωση σε δέκα χρόνια (Nicolaidis AN, Hussein MK et al, 1993). Αναμφισβήτητα, η συχνότητα της εμφάνισης των σοβαρών αυτών δερματικών αλλοιώσεων σχετίζεται άμεσα όχι μόνο με τη χρονιότητα της υποκείμενης πάθησης, αλλά και με το μέγεθος της περιπατητικής φλεβι-

κής πίεσης. Χαρακτηριστικά δε οι δερματικές αυτές αλλοιώσεις εντοπίζονται στο κατώτερο τριτημόριο της κνήμης και ιδιαίτερα κατά την έσω επιφάνειά της. Η κατανομή αυτή των ελκών ερμηνεύει τον πιθανό παθογενετικό ρόλο τον οποίο παίζουν οι χρονίως ανεπαρκούσες διατιτραίνουσες φλέβες της περιοχής αυτής υπό την επίδραση της υψηλής περιπατητικής φλεβικής πίεσης (Iafrati MD, Welch HJ, et al, 1997).

1.6 ΦΛΕΒΙΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ – ΑΙΤΙΟΛΟΓΙΑ

Η φλεβική βαλβιδική ανεπάρκεια είναι αποτέλεσμα της καταστροφής των φλεβικών βαλβίδων και απαντάται στον γενικό πληθυσμό σε ποσοστό 2% με 10% (General Register office, London HMSO, 1957: US Department of Health, Washington, DC, 1938: Widmer, 1966: Coon et al, 1973: Bobek et al, 1966: Madar et al, 1986: Brand et al, 1988). Η καταστροφή των φλεβικών βαλβίδων έχει ως αποτέλεσμα την παλίνδρομο ροή αίματος προς την περιφέρεια, την λίμναση του αίματος στις περιφερικές φλέβες και τη διάτασή των (Εικ. 1.13).

Η φλεβική βαλβιδική ανεπάρκεια ως οντότητα είναι γνωστή από την εποχή του Ιπποκράτη και σήμερα κατατάσσεται σε δύο κατηγορίες, την «πρωτοπαθή» και «δευτεροπαθή».



Εικ. 1.13 Τυπική εικόνα διατεταμένων φλεβών (κιρσών) στο κάτω μέλος του σώματος.

Στην «πρωτοπαθή» φλεβική βαλβιδική ανεπάρκεια δεν γνωρίζουμε την γενεσιουργό αιτία, ενώ στην «δευτεροπαθή» η συνήθης αιτία είναι η υποκείμενη χρόνια φλεβική θρόμβωση και, σπανιότερα η αρτηριοφλεβική επικοινωνία.

Η πρωτοπαθής βαλβιδική φλεβική ανεπάρκεια εκδηλώνεται κλινικά με τους φλεβικούς κιρσούς του πάσχοντος μέλους.

Οι πρωτοπαθείς κιρσοί των κάτω μελών προσβάλουν συνήθως το σύστημα της μείζονος σαφηνούς φλέβας (85%) και λιγότερο (15%) το αντίστοιχο της ελάσσονος σαφηνούς φλέβας.

Η κληρονομικότητα έχει θεωρηθεί από αρκετούς ερευνητές σημαντικός προδιαθεσικός παθογενετικός παράγοντας. Όταν και οι δύο γονείς πάσχουν από φλεβικούς κιρσούς των κάτω μελών, ο κίνδυνος για τους απογόνους φθά-

νει το 90%. Όταν πάσχει μόνον ένας εκ των δύο, το ποσοστό κινδύνου είναι 25% για τους άνδρες και 62% για τις γυναίκες, ενώ το ποσοστό μειώνεται στο 20% όταν δεν υπάρχει ιστορικό κιρσών στους γονείς (Cornu- Thenard et al, 1994).

Οι κυριώτερες θεωρίες οι οποίες προσπαθούν να φωτίσουν τις αιτίες της πρωτοπαθούς φλεβικής ανεπάρκειας είναι τέσσερις.

Η θεωρία η οποία περιγράφεται από τους Ludbrook and Beale το 1962 υποστηρίζει ότι δημιουργείται αύξηση της φλεβικής πίεσης κατά μήκος της μείζονος σαφηνούς φλέβας ως αποτέλεσμα απουσίας ή ανεπάρκειας των φλεβικών βαλβίδων κεντρικότερα της σαφηνομηριαίας συμβολής. Η αύξηση αυτή της περιφερικής φλεβικής πίεσης στην μείζονα σαφηνή φλέβα έχει ως αποτέλεσμα την διάταση της και καταστροφή των φλεβικών βαλβίδων τόσο κατά μήκος της μείζονος σαφηνούς φλέβας όσο και κατά μήκος των κλάδων της.

Η δεύτερη θεωρία περιγράφηκε από τους Zsoter and Chronin το 1966 και τους Zsoter et al το 1967. Στην θεωρία αυτή υποστηρίζεται ότι παρατηρείται γενικευμένη εξασθένηση του φλεβικού τοιχώματος, το οποίο έχει ως αποτέλεσμα διάταση των επιπολής φλεβών και την δημιουργία κιρσών υπό την επίδραση της χρονίως δρώσης βαρυτικής ενέργειας. Ενδιαφέρον είναι ότι ασκώντας την ίδια ενδοαυλική πίεση οι φλέβες των άνω μελών βρέθηκαν πιό διατεταμένες επί παρουσίας κιρσών στα κάτω μέλη συγκρινόμενες με εκείνες των φυσιολογικών ατόμων. Επίσης βρέθηκε ότι η ποσότητα των κολλαγόνων ιστών και ελαστικών ινών είναι μειωμένη στις κιρσοειδώς διευρυσμένες φλέβες. Μεταγενέστερες μελέτες ενισχύουν την θεωρία αυτή (Rose and Ahmed 1986, Rose 1986: Watts 1986, Psaila and Melhuish 1989, Clarke et al 1989, Maurel et al 1990, Lengyel and Aesady 1990, Thulesius et al 1991, Gajraj and Browse 1991, Mashiah et al 1991, Gandhi et al 1993).

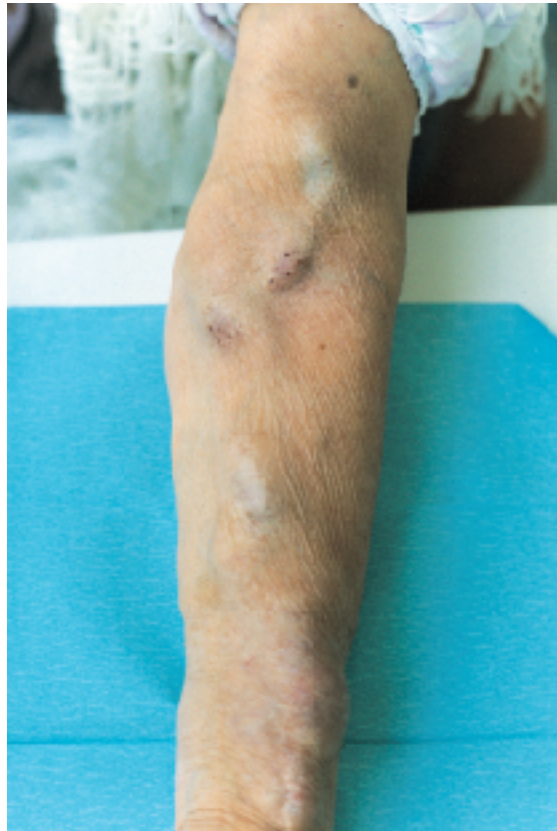
Η τρίτη θεωρία περιγράφηκε από τον Fegan το 1972 και υποστηρίζει ότι η ανεπάρκεια των διατιτραίνουσών φλεβών ευθύνεται για την δημιουργία των κιρσών. Ο Fegan υποστηρίζει ότι η ανεπάρκεια των διατιτραίνουσών έχει ως αποτέλεσμα την παλίνδρομο ροή αίματος από το εν τω βάθει προς το επιπολής φλεβικό σύστημα. Αυτό συνεπάγεται διάταση του επιπολής φλεβικού συστήματος, με συνεπακόλουθο την δημιουργία κιρσών. Η θεωρία αυτή αμφισβητήθηκε από άλλους ερευνητές, οι οποίοι έδειξαν την παρουσία ανεπάρκειας των βαλβίδων του επιπολής φλεβικού συστήματος με ταυτόχρονη επάρκεια των βαλβίδων των διατιτραίνουσών φλεβών (Bjordal, 1970 και 1971: Hanrahan et al, 1991: Shami et al, 1993: Lees και Lambert, 1993).

Η τέταρτη θεωρία περιγράφηκε από τους Haimovici 1976 και 1987, Ludbrook 1986, Baron και Cassaro 1986. Αυτοί θεωρούν ως γενεσιουργό αιτία των φλεβικών κιρσών την παρουσία πολλαπλών μικρών αρτηριοφλεβικών επικοινωνιών. Οι αρτηριοφλεβικές αυτές επικοινωνίες έχουν ως αποτέλεσμα την αυξημένη ροή και υψηλή πίεση στις περιφερικές φλέβες με επακόλουθο τη διεύρυνση τους και την δημιουργία κιρσών. Ωστόσο, οι απόψεις αυτές δεν έχουν

τύχει ευρείας αποδοχής (Katsamouris et al, 1989) με εξαίρεση σε ορισμένες αγγειακές παθήσεις, όπως π.χ. το σύνδρομο Klipper Trenaunay.

Ανεξάρτητα από το ποιές παθογενετικές απόψεις είναι ορθές ή όχι, στους ασθενείς με πρωτοπαθείς φλεβικούς κιρσούς παρατηρείται σημαντική ανατομική ετερογένεια των μακροσκοπικών παθολογοανατομικών εκδηλώσεων. Στην δική μας μελέτη (Katsamouris et al, 1994) των ασθενών με πρωτοπαθείς φλεβικούς κιρσούς κάθε επιμέρους φλεβικό σύστημα του πάσχοντος και του υγιούς κάτω μέλους εμφανίζεται δυνητικώς πάσχων. Πιθανόν οι πρωτοπαθείς φλεβικοί κιρσοί να αποτελούν μέρος μιας άλλης οντότητας η οποία μπορεί να ονομασθεί *πρωτοπαθής βαλβιδική ανεπάρκεια των κάτω μελών του σώματος*.

Η «δευτεροπαθής» φλεβική βαλβιδική ανεπάρκεια είναι κυρίως αποτέλεσμα της εν τω βάθει φλεβικής θρόμβωσης και της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας. Με την ευρεία δε εφαρμογή της αιμοκάθαρσης, οι δευτεροπαθείς κιρσοί των άνω μελών του σώματος είναι σήμερα αρκετά συχνοί (Εικ.1.14).



Εικ. 1.14 Τυπική εικόνα κιρσών άνω μελών του σώματος.

Η ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

1. Αστέριος Κατσαμούρης, Αν. Καθηγητής Αγγειοχειρουργικής (Επιβλέπων)
2. Νικόλαος Γκουρτσογιάννης, Καθηγητής Ακτινολογίας
3. Κυριάκος Χιτζανίδης, Καθηγητής Ηλεκτρομαγνητικών πεδίων, Συστημάτων και Επικοινωνιών

Η ΕΠΤΑΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

1. Νικόλαος Γκουρτσογιάννης, Καθηγητής Ακτινολογίας, Παν. Κρήτης
2. Κυριάκος Χιτζανίδης, Καθηγητής Ηλεκτρομαγνητικών πεδίων, Συστημάτων και Επικοινωνιών, Ε.Μ.Π
3. Σοφοκλής-Ιωάννης Βασιλάκης, Καθηγητής Χειρουργικής, Παν. Κρήτης
4. Παναγιώτης Βάρδας, Καθηγητής Καρδιολογίας, Παν. Κρήτης
5. Αστέριος Κατσαμούρης, Αν. Καθηγητής Αγγειοχειρουργικής, Παν. Κρήτης
6. Οδυσσέας Ζώρας, Επίκ. Καθηγητής Χειρουργικής, Παν. Κρήτης
7. Σπύρος Καραμπέκιος, Επίκ. Καθηγητής Ακτινολογίας, Παν. Κρήτης

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ

ΠΡΟΕΔΡΟΣ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ
ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΓΚΟΥΡΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	9
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	11
ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι ΠΑΘΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΦΛΕΒΙΚΩΝ ΠΑΘΗΣΕΩΝ	
1.1 Αιμοδυναμική της φλεβικής κυκλοφορίας	15
1.2 Πρωτοπαθείς φλεβικοί κιρσοί	22
1.3 Φλεβική θρόμβωση	24
1.4 Πνευμονική θρομβοεμβολή	26
1.5 Μεταφλεβιτιδικό ή μεταθρομβωτικό σύνδρομο	26
1.6 Φλεβική ανεπάρκεια-αιτιολογία	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ ΦΥΣΙΚΗ ΤΩΝ ΥΠΕΡΗΧΩΝ- ΟΡΓΑΝΟΛΟΓΙΑ	
2.1 Εισαγωγή	33
2.2 Διάδοση των υπερήχων δια του ανθρωπίνου σώματος	33
2.2.1 Ταχύτητα διάδοσης του ήχου	34
2.2.2 Συχνότητα και μήκος κύματος	34
2.2.3 Εξασθένηση του ήχου	35
2.2.4 Ανάκλαση και σκέδαση του ήχου	36
2.3 Παραγωγή και Ανίχνευση των υπερήχων (Πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο).....	38
2.4 Συστήματα υπερηχογραφικής απεικόνισης.....	39
2.5 Ποιότητα υπερηχογραφικής απεικόνισης	43
2.6 Τεχνικές Doppler.....	44
2.6.1 Φαινόμενο Doppler.....	44
2.6.2 Doppler συνεχούς εκπομπής.....	46
2.6.3 Doppler παλμικής εκπομπής	47
2.7 Διοδιάστατη απεικόνιση-Doppler (Duplex)	48

2.8 Εγχρωμη Doppler απεικόνιση	49
--------------------------------------	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΤΗΣ ΦΛΕΒΙΚΗΣ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ

3.1 Κλινική εξέταση	59
3.2 Φλεβογραφία	60
3.3 Doppler υπερηχογραφία.....	61
3.4 Φωτοπληθυσμογραφία	62
3.5 Μέτρηση περιπατητικής φλεβικής πίεσης	63
3.6 Πληθυσμογραφία αέρος	63
3.7 Duplex και εγχρωμη Doppler υπερηχογραφία.....	64

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙV ΚΛΙΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Η ΦΥΣΗ ΤΗΣ ΦΛΕΒΙΚΗΣ ΒΑΛΒΙΔΙΚΗΣ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΤΩΝ ΚΑΤΩ ΜΕΛΩΝ ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΠΡΩΤΟΠΑΘΕΙΣ ΦΛΕΒΙΚΟΥΣ ΚΙΡΣΟΥΣ

4.1 Εισαγωγή	71
4.2 Ασθενείς-Μέθοδος	72
4.3 Αποτελέσματα	78
4.4 Συζήτηση	81

ABSTRACT	87
-----------------------	----

ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ	89
----------------------------------	----

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	96
---------------------------	----

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η σύζευξη και συμπόρευση των επιμέρους επιστημών εμφανίζεται εξόχως επιτακτική στην κατεύθυνση των ιατρικών εφαρμογών.

Η ιατρική επιστήμη πολλά οφείλει στην τεχνολογία όπως και αντίθετα. Σήμερα, Μηχανικοί, Φυσικοί, Μαθηματικοί και άλλοι, με εξειδίκευση στις εφαρμογές της σύγχρονης τεχνολογίας στην ιατρική, αποτελούν πολύτιμους συνεργάτες των ιατρών. Τα ενδιαφέροντα της επιστήμης, η οποία ονομάζεται Βιοϊατρική Μηχανική – Μηχανολογία, είναι ευρέα και καλύπτουν όλο το φάσμα των εφαρμογών της τεχνολογίας στην ιατρική, ξεκινώντας από τα τεχνητά μέλη, τις ενδοπροθέσεις (αρτηριακά μοσχεύματα, αρθρώσεις κ.λπ), τα συστήματα και τις μεμβράνες αιμοδιάλυσης και αιμοδιήθησης, την κατασκευή τεχνητής καρδιάς και ήπατος, μέχρι την αιμοδυναμική και βέβαια την ιατρική απεικόνιση.

Η εξέλιξη και η κατασκευή των συστημάτων υπερηχογραφικής απεικόνισης έχουν δώσει σήμερα στα χέρια των απεικονιστών και των αγγειοχειρουργών, τα σύγχρονα αναίμακτα εργαλεία για την μελέτη και διάγνωση των αγγειακών παθήσεων. Είναι γεγονός ότι η μεγάλη αξιοπιστία της σύγχρονης αναίμακτης αγγειοδιαγνωστικής οδήγησε στην εγκατάλειψη ορισμένων κλασσικών αιματηρών διαγνωστικών προσεγγίσεων, όπως της φλεβογραφίας και στη σημαντική μείωση του αριθμού άλλων αιματηρών μεθόδων όπως της αρτηριογραφίας.

Ταυτόχρονα, η εφαρμογή των σύγχρονων μεθόδων αναίμακτης διάγνωσης (έγχρωμη Doppler απεικόνιση), βοήθησε στην καλύτερη κατανόηση της αιμοδυναμικής παθοφυσιολογίας των αγγειακών παθήσεων και αγγειοχειρουργικών επεμβάσεων, με αποτέλεσμα την λήψη καλύτερων θεραπευτικών αποφάσεων. Τυπικό παράδειγμα αποτελεί η εφαρμογή των διαγνωστικών υπερήχων στην κατανόηση της φυσικής εξέλιξης της φλεβικής ανεπάρκειας των κάτω μελών του σώματος.

Την εισαγωγή μου στη Βιοϊατρική επιστήμη οφείλω στον Καθηγητή Ια-

τρικής Φυσικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, κ. **Δημήτρη Γλάρο**, τον οποίο και ευχαριστώ.

Η είσοδός μου στο χώρο της αναίμακτης αγγειοδιαγνωστικής έγινε σε ένα από τα πρώτα εργαστήρια αναίμακτων μεθόδων μελέτης της περιφερικής κυκλοφορίας, στο 251 Γενικό Νοσοκομείο Αεροπορίας. Αυτή οφείλεται στον Υποπύραρχο έ.α. κ. **Απόστολο Κατσόγιαννη** Χειρουργό, ιδρυτή και Διευθυντή του εργαστηρίου αυτού και τέως πρόεδρο της Ελληνικής Αγγειοχειρουργικής Εταιρείας. Η επιμονή, η υπομονή, η βοήθεια και η τελειοθηρία του τωρινού φίλου μου **Α. Κατσόγιαννη**, έβαλε στέρεα θεμέλια στη γνώση τόσο της παθοφυσιολογίας όσο και της εργαστηριακής διερεύνησης των αγγειακών παθήσεων.

Κατά την διάρκεια της θητείας μου στο 251 Γενικό Νοσοκομείο Αεροπορίας, Διευθυντής του Ακτινολογικού τμήματος ήταν ο νύν Καθηγητής Ακτινολογίας του Πανεπιστημίου Κρήτης, κ. **Νικόλαος Γκουρτσουγιάννης**, προς τον οποίον οφείλω την ένταξή μου στο Πανεπιστήμιο της Κρήτης, ως Επιστημονικός Συνεργάτης 407, του τμήματος της Ιατρικής Απεικόνισης. Μέσα από τις γραμμές αυτές θέλω να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου για την πολύτιμη βοήθεια και υποστήριξή του από τότε μέχρι σήμερα, καθώς επίσης για τις πολύτιμες συμβουλές και καθοδήγησή του, τόσο στην επιστημονική όσο και στην επαγγελματική μου πορεία.

Η γνώριμία και η συνεργασία μου με τον Αναπληρωτή Καθηγητή Αγγειοχειρουργικής του Πανεπιστημίου Κρήτης κ. **Αστέριο Κατσαμούρη**, είχε ως αποτέλεσμα την εμπάθυνση της γνώσης μου στην αιμοδυναμική παθοφυσιολογία των αγγειακών παθήσεων και του οφείλω ένα μεγάλο κομμάτι της εμπειρίας μου στην αναίμακτη διαγνωστική προσέγγιση των αγγειοχειρουργικών ασθενών. Το πιο σημαντικό εφόδιο το οποίο μου προσέφερε ο κ. **Κατσαμούρης** είναι ο τρόπος της επιστημονικής σκέψης η οποία τον χαρακτηρίζει και η οποία έγινε ο θεμέλιος λίθος της ωρίμανσης της γνώσης και της επαγγελματικής μου νοοτροπίας. Θα ήταν παράλειψη να μην αναφέρω τη καταλυτική συμβολή του κ. **Κατσαμούρη**, ως Επιβλέποντα Καθηγητή, στο συντονισμό και στην ολοκλήρωση της παρούσας διατριβής. Ένα απλό ευχαριστώ είναι το ελάχιστο το οποίο θα μπορούσα να του εκφράσω.

Ευχαριστώ επίσης τον Καθηγητή Ηλεκτρομαγνητικών πεδίων, Συστημάτων και Επικοινωνιών του Ε.Μ.Π. κ. **Κυριάκο Χιτζανίδη** για την ενθάρρυνσή του στη πραγματοποίηση της μελέτης αυτής, καθώς και τα υπόλοιπα **Μέλη** της Επταμελούς Επιτροπής για τη διάθεση τους να συμμετάσχουν ως εποικοδομητικοί κριτές της προσπάθειάς μου.

Τέλος, ευχαριστώ θερμά την οικογένεια μου για την κατανόηση και υποστήριξή της κατά την συγγραφή της υπό εκπόνηση διδακτορικής διατριβής μου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ II

ΦΥΣΙΚΗ ΤΩΝ ΥΠΕΡΗΧΩΝ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΟΛΟΓΙΑ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εισαγωγή των υπερήχων στην ιατρική διάγνωση έγινε στα τέλη του 1950 και έκτοτε η εξέλιξη της υπερηχογραφίας ως διαγνωστικής μεθόδου ήταν ραγδαία (Howry DH, Bliss WR, 1952: Wild JJ, Reid JM, 1952).

Η εφαρμογή των συγχρόνων ηλεκτρονικών τεχνικών οι οποίες αφορούν την επεξεργασία σημάτων και εικόνων από την μία και η εξέλιξη της μεθοδολογίας κατασκευής ηχοβολέων από την άλλη, είχε ως αποτέλεσμα την κατασκευή υπερηχογραφικών συστημάτων τα οποία έχουν την δυνατότητα απεικόνισης των ανθρωπίνων ιστών με την βοήθεια υψηλής ευκρίνειας δύο-διαστάσεων εικόνων στην κλίμακα του γκρί, καθώς και ταυτόχρονη απεικόνιση σε πραγματικό χρόνο της ροής του αίματος μέσα στα αγγεία του σώματος. Σημειώνεται δε ότι μέχρι σήμερα δεν υπάρχει ένδειξη κινδύνου για τον εξεταστή ή τον ασθενή από την χρήση των υπερήχων ως διαγνωστικής μεθόδου.

2.2 ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΩΝ ΥΠΕΡΗΧΩΝ ΔΙΑ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ

Το ανθρώπινο σώμα αποτελείται από «μαλακούς» και «σκληρούς» ιστούς. Ως μαλακούς ιστούς θεωρούμε όργανα όπως το ήπαρ, οι νεφροί, η καρδιά και τα υγρά του σώματος (π.χ. αίμα), ενώ ως σκληρούς ιστούς θεωρούμε το σκελετικό σύστημα και τα δόντια. Βέβαια όλα τα όργανα δεν μπορούν να χωριστούν αυστηρά στις δύο αυτές κατηγορίες διότι υπάρχουν και όργανα με ιδιότητες ενδιάμεσες όπως π.χ. οι πνεύμονες. Διαγνωστικές ιδιότητες έχει η υπερηχογραφική απεικόνιση κυρίως στα όργανα που αποτελούνται από μαλακό ιστό, αφού η διάδοση των υπερήχων δια των οργάνων αυτών είναι εφικτή (Wells PNT, 1977).

Τοποθετώντας μία πηγή ταλάντωσης σε επαφή με ένα υλικό έχουμε ως αποτέλεσμα αλυσιδωτή ταλάντωση των μορίων του η οποία ταξιδεύει κατά μήκος του. Η ταλάντωση αυτή, η οποία μεταβιβάζεται κατά μήκος του υλικού απομακρυνόμενη από την αρχική πηγή, **εξασθενεί, σκεδάζεται και ανακλάται**

από τα μόρια του υλικού. Η ταλάντωση αυτή στην ουσία είναι ανάλογη των μεταβολών πίεσης που προκαλεί η πηγή και ονομάζεται **ηχητικό κύμα**.

Στην διαγνωστική υπερηχογραφία ως ηχητικές πηγές χρησιμοποιούμε πιεζοηλεκτρικούς μορφομετατροπείς (κρυστάλλους) οι οποίοι στέλνουν ηχητικό κύμα κατά μήκος των ανθρώπινων ιστών και λαμβάνουν επίσης τις ανακλάσεις από αυτούς. Η επιλογή κατάλληλων μορφομετατροπέων δίνει την δυνατότητα εκπομπής κύματος γνωστής κατεύθυνσης. Η λήψη των ηχητικών ανακλάσεων δίνει πληροφορίες της θέσης και των ορίων του οργάνου που εξετάζεται, καθώς επίσης και πληροφορίες οι οποίες αφορούν την ηχοανακλαστικότητα ή την ηχοαπορροφητικότητα των ιστών του οργάνου. Το τελικό αποτέλεσμα είναι μια δύο-διαστάσεων απεικόνιση του εξεταζόμενου οργάνου με πληροφορίες οι οποίες συσχετίζονται με την σύστασή του.

2.2.1 Ταχύτητα διάδοσης του ήχου

Η ταχύτητα διάδοσης του ήχου διαμέσου ενός υλικού εξαρτάται ευθέως από την σύσταση του υλικού. Η ταχύτητα διάδοσης του ήχου διαμέσου του ύδατος σε θερμοκρασία 37° C είναι 1520 m/sec. ενώ για τα ανθρώπινα όργανα κυμαίνεται από 1450 m/sec. για το λίπος έως τα 1600 m/sec. περίπου στους μύες (πίνακας 2.1).

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1
Ταχύτητα του ήχου στους ανθρώπινους ιστούς

Είδος ιστού	Ταχύτητα ήχου (m/sec)
Λίπος	1450
Ήπαρ	1550
Αίμα	1570
Μύες	1580
Φακός οφθαλμού	1620

Από: Wells PNT: Propagation of Ultrasonic waves through tissues. In Fullerton G, Zagzebski S (Eds) Medical Physics of CT and Ultrasound, New York, American Institute of Physics 1980

Στα σημερινά μηχανήματα υπερήχων θεωρείται ότι η ταχύτητα διάδοσης του ήχου δια των ανθρώπινων ιστών είναι ο μέσος όρος ο οποίος σχετίζεται με τους μαλακούς ιστούς και είναι 1540 m/sec. Η ταχύτητα αυτή χρησιμοποιείται για όλους τους αναγκαίους υπολογισμούς. Σημειώνεται ότι η ταχύτητα διάδοσης του ήχου είναι ανεξάρτητη από την συχνότητα και την ένταση των ηχητικών κυμάτων.

2.2.2 Συχνότητα και Μήκος κύματος

Ως συχνότητα του ηχητικού κύματος, ορίζεται ο αριθμός των ταλαντώσεων της ηχοβόλου πηγής ανά μονάδα χρόνου. Οι συχνότητες που χρησιμοποιούνται στην διαγνωστική υπερηχογραφία κυμαίνονται από 1 MHz έως 15 MHz (Hz = κύκλος / sec).

Ένας από τους παράγοντες ο οποίος έχει άμεση σχέση με την ευκρίνεια της εικόνας στον χώρο, σε συστήματα που χρησιμοποιούν ηχητικά κύματα για την δημιουργία εικόνας, είναι το μήκος του κύματος, το οποίο δίδεται από την εξίσωση 2.1 και εκφράζει την απόσταση στην οποία το ηχητικό κύμα επαναλαμβάνεται στην μονάδα του χρόνου.

$$\lambda = c / f \quad (2.1)$$

όπου λ = μήκος κύματος, c = ταχύτητα του ήχου και f = συχνότητα.

Το μήκος κύματος είναι η παράμετρος που συσχετίζεται άμεσα με την απεικόνιση τμήματος των προς μελέτη οργάνων. Η ευκρίνεια απεικόνισης ενός αντικειμένου συγκεκριμένου μεγέθους έχει σχέση με το μήκος κύματος του ηχητικού σήματος που εκπέμπεται με συγκεκριμένη συχνότητα. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο χρησιμοποιούμε στην διαγνωστική υπερηχογραφία μεγάλης συχνότητας ηχητικά κύματα, της τάξεως, δηλαδή, των εκατομμυρίων κύκλων (MHz).

Έτσι, για συχνότητα 10 MHz το μήκος κύματος είναι 0,154 mm και μικραίνει όσο μεγαλώνει η συχνότητα με αποτέλεσμα να αυξάνεται η ευκρίνεια της απεικόνισης.

2.2.3 Εξασθένηση του ήχου

Το ηχητικό κύμα εξασθενεί καθώς ταξιδεύει κατά μήκος των ανθρώπινων ιστών και η εξασθένηση αυτή είναι ανάλογη της απόστασης που διανύει. Φαινόμενα όπως η ανάκλαση και η σκέδαση συμβάλλουν στην εξασθένηση του ηχητικού κύματος.

Τα ανωτέρω φαινόμενα συμβαίνουν κυρίως στα όρια μεταξύ διαφορετικής σύστασης ιστών, εξ' αιτίας της διαφοράς πυκνότητας και ταχύτητας διάδοσης αλλά και της διαφορετικής ηχοαπορροφητικότητας μεταξύ των διαφορετικών ιστών του ανθρώπινου σώματος.

Γίνεται λοιπόν φανερό ότι εξ' αιτίας του ότι η ταχύτητα κίνησης των ήχων είναι διαφορετική στους διάφορους ιστούς (πίνακας 2.1) και ο βαθμός εξασθένησής τους είναι ανάλογα διαφορετικός. Επίσης η εξασθένηση είναι ευθέως ανάλογη της συχνότητας εκπομπής του ηχητικού κύματος. Μεγαλύτερη συχνότητα σημαίνει μεγαλύτερη εξασθένηση και αντιστρόφως. Έτσι, στην πράξη οι υψηλές συχνότητες χρησιμοποιούνται για επιφανειακά όργανα και οι χαμηλές συχνότητες για τα εν τω βάθει όργανα.

Επειδή λοιπόν η ευκρίνεια και η εξασθένηση του ήχου είναι ευθέως ανάλογες της συχνότητας, πρέπει να γίνεται συμβιβασμός ανάμεσα στην εξασθένηση και την ευκρίνεια της εικόνας. Η εξασθένηση συνήθως εκφράζεται ως απόσταση σε σχέση με την συχνότητα του κύματος στο $\frac{1}{2}$ της ισχύος. Δηλαδή, το ποσόν της ενέργειας το οποίο φθάνει σε συγκεκριμένο βάθος ιστού, με δεδομένη ενέργεια εκπομπής, μειώνεται ανάλογα με την συχνότητα του εκπεμπόμενου κύματος.

Για παράδειγμα στους μαλακούς ιστούς η απόσταση του $\frac{1}{2}$ της ισχύος για συχνότητα 1 MHz είναι περίπου 5 mm. Συνήθως όμως είναι ευκολότερο να εκφράζεται η εξασθένιση σε λογαριθμικές μονάδες, γνωστές ως decibels (dB). Ο λόγος της ισχύος P1 προς την ισχύ P2 που έχουν δύο ηχητικά κύματα διαφορετικής εντάσεως, εκφράζεται σε decibels βάσει της παρακάτω σχέσης

$$[\text{dB}] = 10 \log P1 / P2 \quad (2.2)$$

Τα πλεονεκτήματα της χρησιμοποίησης της κλίμακας των dB είναι δύο : (1) μεγάλες διαφορές στον λόγο ισχύος εκφράζονται με μικρούς αριθμούς και (2) οι διαδικασίες ενίσχυσης και εξασθένισης περιγράφονται απλά ως διαφορά ή άθροισμα της έντασης των ηχητικών σημάτων στην κλίμακα των decibels και δεν είναι αναγκαίες σύνθετες πράξεις πολλαπλασιασμών και διαιρέσεων αυτών καθεαυτών των εντάσεων των ηχητικών κυμάτων.

2.2.4 Ανάκλαση και Σκέδαση του ήχου

Η δημιουργία της υπερηχογραφικής εικόνας, όπως θα εξηγηθεί και μετέπειτα, στηρίζεται στην εκπομπή ηχητικών κυμάτων, τα οποία αφού υποστούν ανάκλαση στους διάφορους ιστούς επιστρέφουν και λαμβάνονται από την πηγή του ηχητικού σήματος (Wells PNT, 1977).

Στην περίπτωση δύο μέσων διαφορετικής πυκνότητας τα οποία εφάπτονται και κατά μήκος των οποίων διαδίδεται ένα ηχητικό κύμα, δύο φαινόμενα συμβαίνουν στο σημείο επαφής.

Το ηχητικό κύμα διέρχεται από το σημείο επαφής των δύο μέσων και εισέρχεται στο δεύτερο μέσο. Αν το σημείο επαφής είναι επίπεδη επιφάνεια, τότε το ηχητικό κύμα εισέρχεται στο δεύτερο μέσο υπό γωνία, η οποία εξαρτάται από την γωνία πρόσπτωσης του ηχητικού κύματος στην επίπεδη επιφάνεια, καθώς επίσης και από την ταχύτητα διάδοσης κατά μήκος του πρώτου και δεύτερου μέσου. Στην περίπτωση των μαλακών ιστών του ανθρώπινου σώματος δεχόμεθα ότι δεν υπάρχει μεταβολή στην ταχύτητα κίνησης του ηχητικού κύματος και έτσι δεν υπάρχει και μεταβολή της κατεύθυνσης κίνησης στο σημείο εισόδου του ηχητικού κύματος.

Το δεύτερο φαινόμενο είναι αυτό της ανάκλασης ή της σκέδασης. Το ποσό της ενέργειας το οποίο ανακλάται ή σκεδάζεται στο σημείο επαφής των δύο διαφορετικής πυκνότητας μέσων, εξαρτάται από την διαφορά της **ακουστικής αντίστασης (Z)** των δύο μέσων.

Η ακουστική αντίσταση ενός υλικού **Z** είναι προϊόν της πυκνότητας του υλικού και της ταχύτητας του ήχου κατά μήκος του. Στην περίπτωση επίπεδης επιφάνειας επαφής μεταξύ των δύο μέσων, η ανάκλαση εκφράζεται από την ακόλουθο μαθηματική σχέση :

$$R = [(Z2-Z1)/(Z2+Z1)]^2 \quad (2.3)$$

όπου $\mathbf{R} = 0$ λόγος της ισχύος του ανακλωμένου κύματος προς το προσπίπτον κύμα και $\mathbf{Z1}$ και $\mathbf{Z2}$ η ακουστική αντίσταση των δύο μέσων.

Είναι φανερό ότι, αν η χαρακτηριστική ακουστική αντίσταση των δύο μέσων είναι ίδια, τα φαινόμενα της ανάκλασης και της σκέδασης απουσιάζουν. Αντίθετα, όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά της ακουστικής αντίστασης των δύο μέσων, ανάλογο είναι και το ποσό της ανάκλασης και της σκέδασης των ήχων. Έτσι, στη διαγνωστική υπερηχογραφία έχουμε μεγάλη ανάκλαση και σκέδαση στις περιοχές στις οποίες μαλακός ιστός εφάπτεται με κόκκαλο ή αέρα.

Όταν η επιφάνεια ή οι επιφάνειες πάνω στις οποίες προσπίπτουν τα ηχητικά κύματα, έχουν διαστάσεις μικρότερες ή ίσες με το μήκος κύματος των ήχων, τότε συμβαίνει το φαινόμενο της σκέδασης. Ανομοιογένεια της υπερηχογραφικής εικόνας στο παρέγχυμα των οργάνων του σώματος είναι αποτέλεσμα του φαινομένου αυτού. Στο φαινόμενο της σκέδασης τα ηχητικά κύματα αλλάζουν τυχαία κατεύθυνση, ενώ μόνον ένα μικρό μέρος της δέσμης των ήχων οπισθοσκεδάζεται με κατεύθυνση τον εκπομπό των ήχων.

Όσον αφορά την χρήση των υπερήχων στην απεικόνιση των αγγείων και της ροής του αίματος, τα ερυθρά αιμοσφαίρια αποτελούν περιοχές σκέδασης των υπερήχων. Τα ερυθρά αιμοσφαίρια είναι κατά πολύ μικρότερα του μήκους κύματος των χρησιμοποιούμενων υπερήχων. Αυτή η μορφή της σκέδασης ονομάζεται **σκέδαση Rayleigh** και εξαρτάται από τις ακόλουθες παραμέτρους:

1. Τις διαστάσεις των σωματιδίων τα οποία προκαλούν την σκέδαση των ήχων, δηλ. όσο μεγαλύτερες είναι οι διαστάσεις των σωματιδίων σκέδασης, τόσο μεγαλύτερος είναι ο σκεδασμός.
2. Τον αριθμό των σωματιδίων σκέδασης που συναντά η δέσμη των ήχων (π.χ. οι Shung και Reid έδειξαν ότι το ποσό της σκέδασης είναι ανάλογο του αιματοκρίτου όταν ο αιματοκρίτης είναι χαμηλός).
3. Την διαφορά πυκνότητας και ελαστικότητας των σωματιδίων σκέδασης σε σχέση με το περιβάλλον υλικό.
4. Την συχνότητα εκπομπής των ηχητικών κυμάτων (για σωματίδια Rayleigh η σκέδαση είναι ανάλογη της συχνότητας στην 4^η δύναμη).

Από όλα τα παραπάνω γίνεται κατανοητό, ότι το φαινόμενο της εξασθένησης των ήχων επηρεάζει την συχνότητα εκπομπής των υπερήχων στην διαγνωστική υπερηχογραφία, με άμεσο αντίκτυπο στην διακριτική ικανότητα. Το ποσό των υπερήχων το οποίο ανακλάται ή σκεδάζεται από περιοχή ενδιαφέροντος μέσα σε ένα όργανο του ανθρώπινου σώματος σε συγκεκριμένο βάθος, εξαρτάται όχι μόνον από την ισχύ των εκπεμπόμενων υπερήχων και την διαφορά της ακουστικής αντίστασης (φαινόμενα ανάκλασης και σκέδασης), αλλά και από το ποσό της εξασθένησης των υπερήχων ως αποτέλεσμα της διαδρομής δια μέσου των υπερκείμενων ιστών, μέχρι την περιοχή ενδιαφέροντος και πίσω (Duck FA, 1990). Μία μέση τιμή για την εξασθένηση κατά μήκος των ανθρώπινων ιστών, είναι $0.5 \text{ dB cm}^{-1} \text{ MHz}^{-1}$. Έτσι, για ηχητικό κύμα συχνότητας 3 MHz, η εξασθένηση που υφίσταται είναι περίπου 30 dB για απόσταση 10 cm. Είναι φανερό ότι,

η ένταση των υπερήχων μειώνεται όταν η συχνότητα εκπομπής αυξάνεται για διαγνωστική ανίχνευση σε συγκεκριμένο βάθος. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο υπάρχει όριο στη μέγιστη συχνότητα την οποία μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε στην ανίχνευση ιστών, οι οποίοι ευρίσκονται σε συγκεκριμένο βάθος, διατηρώντας ταυτοχρόνα την μέγιστη αναγκαία διακριτική ικανότητα.

2.3 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΤΩΝ ΥΠΕΡΗΧΩΝ (ΠΙΕΖΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ)

Στην διαγνωστική υπερηχογραφία, για την παραγωγή και την λήψη των υπερήχων, είναι αναγκαία η χρησιμοποίηση ειδικών μορφομετατροπέων οι οποίοι σκοπό έχουν τη μετατροπή ηλεκτρικής ενέργειας σε μηχανική ταλάντωση και αντίστροφα. Συνήθως χρησιμοποιούνται πιεζοηλεκτρικοί κρύσταλλοι από κεραμικό, αν και στην σύγχρονη βιβλιογραφία παρουσιάζονται και άλλα υλικά όπως το πλαστικό (Gururaja et al, 1985) κ.λπ.

Το πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο, στο οποίο βασίζεται η παραγωγή και η ανίχνευση των υπερήχων, περιγράφηκε πρώτα από τον Curie. Η εφαρμογή εναλασσομένου δυναμικού στις πλευρές ενός πιεζοηλεκτρικού κρυστάλλου έχει ως αποτέλεσμα την μεταβολή του πάχους του (διόγκωση ή συμπίεση), ανάλογα με τη πολικότητα η οποία εφαρμόζεται και αντίστροφα η συμπίεση του κρυστάλλου έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία διαφοράς δυναμικού στους πόλους του. Έτσι στη πράξη η εφαρμογή εναλασσομένης τάσης στα άκρα του πιεζοηλεκτρικού κρυστάλλου, έχει ως αποτέλεσμα τη μηχανική ταλάντωσή του, με τελικό αποτέλεσμα τη παραγωγή και διάδοση ηχητικών κυμάτων. Ακολούθως όταν ο κρυστάλλος λαμβάνει τα ανακλώμενα ηχητικά κύματα από τους ιστούς του ανθρώπινου σώματος, η μηχανική ταλάντωση την οποία υφίσταται μετατρέπεται, με τη σειρά της, σε ηλεκτρική ενέργεια και ακολούθως σε εικόνα στην οθόνη του συστήματος. Ο κρυστάλλος λοιπόν έχει την ιδιότητα να μετατρέπει την μία μορφή ενέργειας σε άλλη και αντίστροφως, γιαυτό και ονομάζεται **μορφομετατροπέας**.

Η δύο-διαστάσεων υπερηχογραφική εικόνα δημιουργείται σαρώνοντας με το ηχητικό κύμα την περιοχή ενδιαφέροντος. Η σάρωση μπορεί να γίνει με δύο τρόπους, δηλ. μηχανικά ή ηλεκτρονικά. Ο μορφομετατροπέας διεγείρεται με ηλεκτρική ενέργεια, την ενέργεια αυτή την μετατρέπει σε μηχανική ταλάντωση και με τον τρόπο αυτό εκπέμπει ηχητικά κύματα γνωστής συχνότητας σε γνωστούς χρόνους. Ο παραπάνω τρόπος εκπομπής ονομάζεται **παλμική εκπομπή υπερήχων**.

Στα ενδιάμεσα χρονικά διαστήματα κατά τα οποία ο πιεζοηλεκτρικός κρυστάλλος δεν εκπέμπει, λαμβάνει τα ανακλώμενα ηχητικά κύματα από τους ανθρώπινους ιστούς και τα μετατρέπει ανάλογα, έτσι ώστε να δημιουργηθεί η διαγνωστική εικόνα στην οθόνη του συστήματος.

Στη σύγχρονη υπερηχοδιαγνωστική χρησιμοποιείται η B-Mode (Brightness-mode) μεθοδολογία επεξεργασίας και απεικόνισης του σήματος. Κατά τη μέθοδο αυτή τα λαμβανόμενα σήματα μετατρέπονται σε κουκίδες οι οποίες απεικονίζονται με τους χρωματισμούς της κλίμακας του γκρι πάνω στην οθόνη του

υπερηχογραφικού συστήματος. Η θέση κάθε κουκίδας στην οθόνη αντιπροσωπεύει και μία αντίστοιχη ανατομική θέση αναλόγου τμήματος του εξεταζόμενου οργάνου. Η θέση αυτή υπολογίζεται με δεδομένα: (1) τη γωνία πρόσπτωσης των υπερήχων κατά τη στιγμή της απεικόνισης και (2) τον ακριβή χρόνο τον οποίο έκανε ο ήχος να φθάσει στην περιοχή ενδιαφέροντος σύν το χρόνο μέχρι να επιστρέψει και να ληφθεί από την ηχοβόλο πηγή. Με δεδομένο ότι ο μέσος χρόνος διάδοσης των υπερήχων δια του ανθρώπινου σώματος είναι 1540 m/sec, είναι δυνατό να υπολογισθεί και η ακριβής απόσταση, άρα και η ακριβής θέση του εξεταζόμενου οργάνου.

Στην υπερηχογραφική απεικόνιση των περιφερικών αγγείων χρησιμοποιείται η μέθοδος B-Mode σε πραγματικό χρόνο. Αυτό σημαίνει ότι η παλμική εκπομπή των υπερήχων γίνεται αυτόματα προς την περιοχή ενδιαφέροντος και η δημιουργία της εικόνας γίνεται σε πραγματικό χρόνο.

Εδώ θα πρέπει να τονισθεί ότι ο ρυθμός λήψης των δεδομένων ανάκλασης περιορίζεται από την ταχύτητα διάδοσης των υπερήχων. Για παράδειγμα στην περίπτωση κατά την οποία εξετάζεται όργανο του ανθρώπινου σώματος σε βάθος 150 mm, ο χρόνος τον οποίο χρειάζεται ο ήχος για να διανύσει την απόσταση αυτή και πίσω (300 mm), είναι περίπου 200 μς. Αυτό αντιστοιχεί σε **συχνότητα παλμικής εκπομπής (pulse repetition frequency) 5000** ανά δευτερόλεπτο. Εάν η συχνότητα η οποία χρησιμοποιείται είναι μεγαλύτερη, τότε ανακλώμενα κύματα από επιφανειακά όργανα μπορεί να λαμβάνονται ταυτόχρονα με ανακλώμενα κύματα από βαθύτερα όργανα, με τελικό αποτέλεσμα μη ευανάγνωστη υπερηχογραφική εικόνα. Γνωρίζοντας ότι ο **ρυθμός σάρωσης** ισούται με τη **συχνότητα παλμικής εκπομπής** δια του αριθμού των **γραμμών εκπομπής**, τότε ο ρυθμός σάρωσης για ηχοβολία 100 γραμμών ισούται με 50 ανά δευτερόλεπτο. Καθαρή εικόνα δημιουργείται για ρυθμούς σάρωσης μεγαλύτερους από 15 ανά δευτερόλεπτο. Στην περίπτωση κατά την οποία στην κλινική πράξη είναι αναγκαίοι χαμηλότεροι ρυθμοί, τότε χρησιμοποιείται ηλεκτρονική αποθήκευση των εικόνων με σκοπό την βελτιστοποίηση της ποιότητάς τους.

2.4 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ

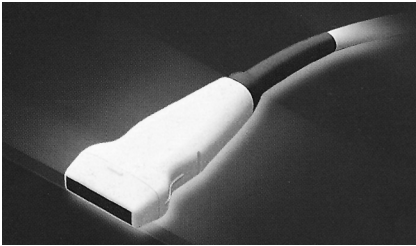
Τα υπερηχογραφικά συστήματα τα οποία χρησιμοποιούνται σήμερα, είναι πραγματικού χρόνου (Real Time). Κρατώντας τον μορφομετατροπέα (κεφαλή) ακίνητο στην επιφάνεια του δέρματος, η σάρωση του υπό εξέταση οργάνου γίνεται αυτόματα. Στα συστήματα αυτά η σάρωση γίνεται με δύο τρόπους, **μηχανικά ή ηλεκτρονικά**.

Η **μηχανική σάρωση** επιτυγχάνεται με την βοήθεια ενός ή περισσοτέρων κρυστάλλων, οι οποίοι σαρώνουν τη περιοχή ενδιαφέροντος κινούμενοι μηχανικά. Η μηχανική κίνηση των κρυστάλλων μπορεί να είναι: 1. **στροφική κίνηση**, ή 2. **στροφική ταλάντωση** ή 3. **στροφική ταλάντωση κατόπτρου**. Σήμερα τα νέα συστήματα υπερήχων δεν χρησιμοποιούν την τεχνική της μηχανικής σάρωσης, αλλά χρησιμοποιούν την τεχνική της ηλεκτρονικής σάρωσης και για τον

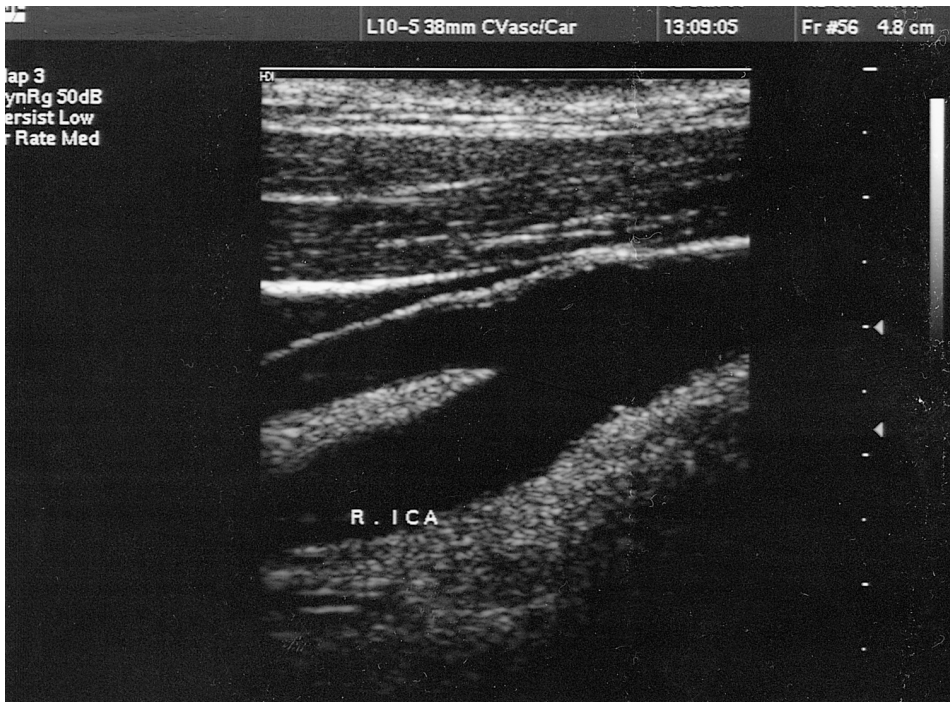
λόγο αυτό θα ασχοληθούμε μόνο με την περιγραφή των συστημάτων ηλεκτρονικής σάρωσης.

Η **ηλεκτρονική σάρωση** επιτυγχάνεται με τη βοήθεια διάταξης κρυστάλλων (μεταλλακτών). Στα σημερινά μηχανήματα υπερήχων ηλεκτρονικής σάρωσης ο αριθμός των κρυστάλλων ξεπερνάει τους 100. Η διάταξη των κρυστάλλων μπορεί να είναι **γραμμική**, ή **κατοπτρική**.

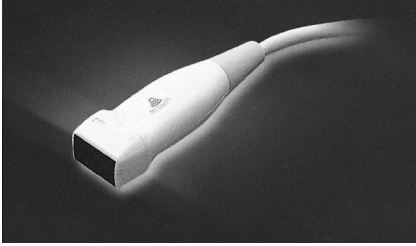
Στη γραμμική διάταξη μεγάλος αριθμός κρυστάλλων τοποθετούνται ο ένας δίπλα στον άλλο (Εικ. 2.1) και διεγείρονται κατά ομάδες, από το ένα ακρο της



Εικ. 2.1 Ηχοβολέας ηλεκτρονικής σάρωσης, με γραμμική διάταξη κρυστάλλων.

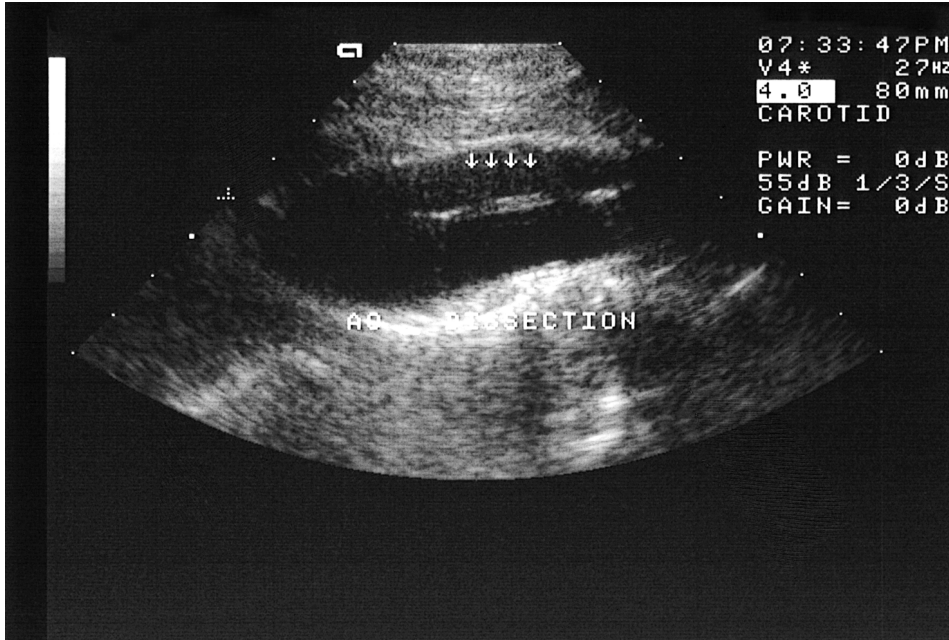


Εικ. 2.2 Υπερηχογραφική εικόνα η οποία παράγεται από ηχοβολέα ηλεκτρονικής σάρωσης με γραμμική διάταξη κρυστάλλων.



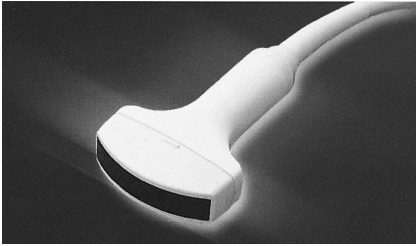
Εικ. 2.3 Ηχοβολέας ηλεκτρονικής σάρωσης, με γραμμική διάταξη φάσης.

διάταξης μέχρι το άλλο. Με τον τρόπο αυτόν, το κύμα των υπερήχων σαρώνει ταχύτατα την περιοχή ενδιαφέροντος και παράγεται υπερηχογραφική εικόνα όπως αυτή της Εικ. 2.2. Άλλη μορφή γραμμικής διάταξης είναι η διάταξη φάσης (Εικ. 2.3). Εδώ όμως η διέγερση των κρυστάλλων γίνεται με κατάλληλη χρονική καθυστέρηση. Με τον τρόπο αυτόν επιτυγχάνεται ηλεκτρονικά ο προσανατολισμός του υπερηχητικού πεδίου και της εστιακής απόστασης, η οποία καθορίζεται από τον χρήστη. Η απεικόνιση η οποία δημιουργείται από αυτής της μορφής τους μορφομετατροπείς φαίνεται στην Εικ. 2.4. Τα πλεονεκτήματα των διατάξεων φάσης είναι το μικρό μέγεθος της επιφάνειας εκπομπής και το μεγάλο εύρος του πεδίου σάρωσης. Στην απεικόνιση των πλέον περιφερικών αγγείων χρησιμοποιούνται συνήθως οι γραμμικοί μορφομετατροπείς.

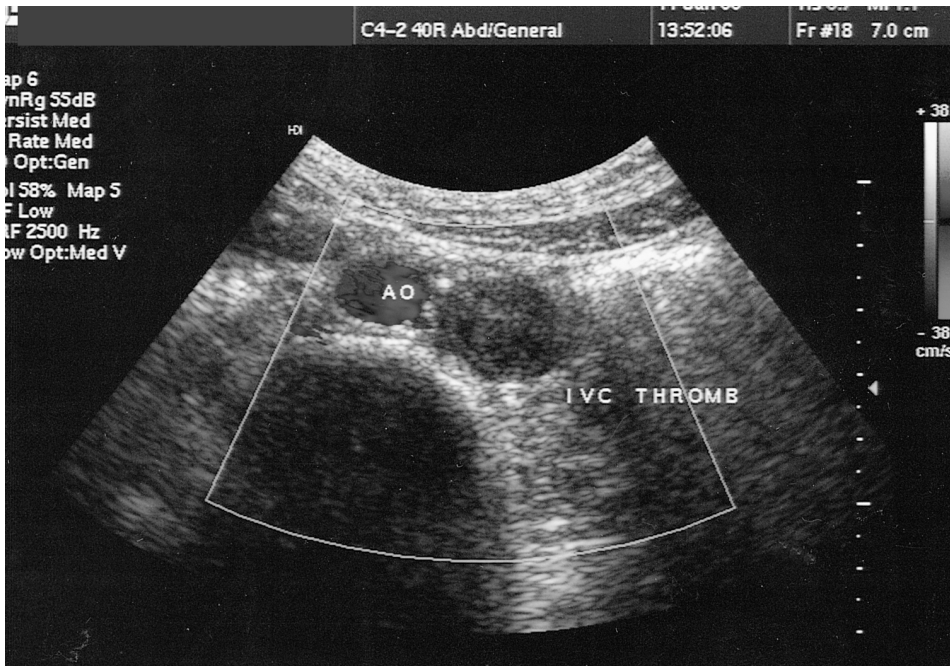


Εικ. 2.4 Υπερηχογραφική εικόνα η οποία παράγεται από ηχοβολέα ηλεκτρονικής σάρωσης με διάταξη φάσης.

Οι διατάξεις υπό μορφή κατόπτρου, έχουν τις ίδιες αρχές λειτουργίας με αυτές των γραμμικών, αλλά οι κρύσταλλοι είναι τοποθετημένοι ο ένας δίπλα στον άλλο σε διάταξη κυρτού κατόπτρου (Εικ. 2.5). Η απεικόνιση που παράγεται έχει τη μορφή της Εικ. 2.6. Το πλεονέκτημα είναι πάλι το μεγάλο πεδίο σάρωσης και οι μορφομετατροπείς αυτοί χρησιμοποιούνται συνήθως στην απεικόνιση μεγάλων οργάνων και στη γυναικολογία.



Εικ. 2.5 Ηχοβολέας ηλεκτρονικής σάρωσης με διάταξη υπό μορφή κατόπτρου.



Εικ. 2.6 Υπερηχογραφική εικόνα η οποία παράγεται από ηχοβολέα ηλεκτρονικής σάρωσης με διάταξη υπό μορφή κατόπτρου.

2.5 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ

Η επιλογή της κατάλληλης συχνότητας εκπομπής των υπερήχων είναι σημαντικός παράγοντας στην βελτιστοποίηση της εικόνας. Ταυτόχρονα, διάφοροι φυσικοί παράγοντες επηρεάζουν τη χρήση της ιδανικής συχνότητας εκπομπής.

Η ποιότητα της υπερηχογραφικής εικόνας καθορίζεται κύρια από δύο παράγοντες:

1. τη χωρική διακριτική ικανότητα (spatial resolution).
2. την ένταση του σήματος (signal strength).

Η ικανότητα διάκρισης ήχων οι οποίοι προέρχονται από δύο γειτονικές ανατομικές δομές, αναφέρεται ως **χωρική διακριτική ικανότητα** του συστήματος την οποία συνθέτουν η **αξονική (axial resolution)** και η **εγκάρσια (lateral resolution)** διακριτική ικανότητα. Ως αξονική διακριτική ικανότητα, ορίζεται η ικανότητα διάκρισης δύο ξεχωριστών δομών, οι οποίες ευρίσκονται σε διαφορετικό βάθος κατά μήκος της διάδοσης της δέσμης των υπερήχων και εκφράζεται ως η μικρότερη δυνατή απόσταση για να απεικονισθούν ευκρινώς οι δύο αυτές δομές. Ως εγκάρσια διακριτική ικανότητα, ορίζεται η ελάχιστη απόσταση την οποία μπορούν να έχουν μεταξύ των δύο διαφορετικές δομές, στο ίδιο βάθος, ώστε να διακρίνονται και οι δύο καθαρά.

Στην υπερηχογραφική απεικόνιση δύο-διαστάσεων B-Mode και σε μερικά συστήματα Doppler, η χωρική διακριτική ικανότητα παίζει σημαντικό ρόλο στην επιλογή της συχνότητας εκπομπής των υπερήχων. Η χωρική διακριτική ικανότητα επηρεάζεται από το εύρος της δέσμης των υπερήχων, καθώς επίσης και από το μήκος του παλμού των υπερήχων στην περίπτωση της παλμικής εκπομπής. Όσο μικρότερα είναι τα μεγέθη αυτά, τόσο μεγαλύτερη ευκρίνεια έχει το υπερηχογραφικό σύστημα. Επίσης όσο μεγαλύτερη συχνότητα χρησιμοποιούμε τόσο μικρότερο είναι το μήκος παλμού και το εύρος της δέσμης των υπερήχων. Από την άλλη μεριά όμως η χρησιμοποίηση εκπομπής υψηλής συχνότητας, συνοδεύεται από αυξημένη εξασθένηση του κύματος, καθώς αυτό διαδίδεται κατά μήκος των ιστών του σώματος. Έτσι, υψηλές συχνότητες, της τάξεως π.χ. των 5-7.5 MHz, χρησιμοποιούνται για την απεικόνιση επιφανειακών οργάνων όπως τα περιφερικά αγγεία, με διακριτική ικανότητα μικρότερη του 1mm. Εξ' αιτίας της αυξημένης εξασθένησης του κύματος στην μελέτη των εν τω βάθει οργάνων, χρησιμοποιούνται χαμηλές συχνότητες, της τάξεως των 2-4 MHz. Είναι φανερό ότι η χωρική διακριτική ικανότητα είναι καλύτερη στα επιφανειακά όργανα σε σχέση με τα εν τω βάθει.

Στο Κεφ. 2.2.4 είδαμε ότι η ένταση των κυμάτων τα οποία σκεδάζονται σε μικρά σωματίδια, όπως τα ερυθρά αιμοσφαίρια, αυξάνεται αναλόγα με τη συχνότητα στην 4^η δύναμη. Αν λοιπόν χρησιμοποιήσουμε υψηλή συχνότητα εκπομπής, με σκοπό την αύξηση της σκέδασης από τα ερυθρά αιμοσφαίρια και την λήψη δυνατώτερου σήματος, θα έχουμε ταυτόχρονα μεγάλου βαθμού εξασθένηση του σήματος, αφού η εξασθένηση είναι ανάλογη της συχνότητας εκπο-

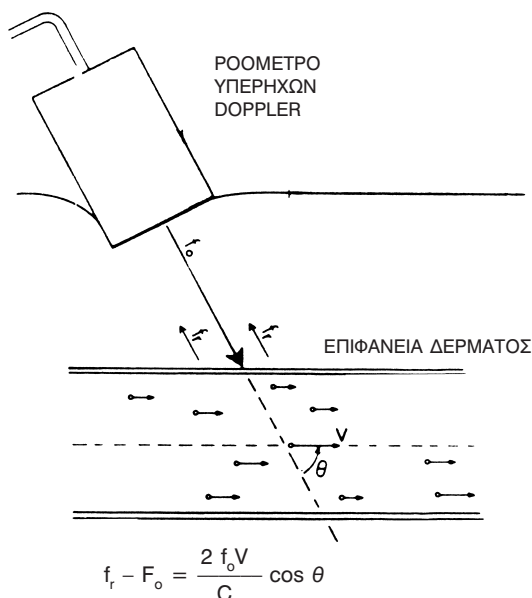
μπής των υπερήχων (Κεφ. 2.2.3). Επιλέγοντας λοιπόν την κατάλληλη συχνότητα εκπομπής, υπεισέρονται πολλοί παράγοντες, αλλά συνήθως επιλέγουμε, ανάλογα με το βάθος του υπό μελέτη οργάνου (Reid J, 1976).

2.6 ΤΕΧΝΙΚΕΣ DOPPLER

Η εξέταση των αγγείων με την μέθοδο Doppler μας δίνει πληροφορίες οι οποίες αφορούν τη ποιοτική και ποσοτική εκτίμηση της αιματικής ροής. Η μέθοδος στηρίζεται στο φαινόμενο Doppler.

2.6.1 Φαινόμενο Doppler

Όταν η δέσμη των υπερήχων ανακλάται ή σκεδάζεται από όργανο το οποίο είναι ακίνητο, τότε η συχνότητα του ανακλώμενου κύματος είναι ίση με την συχνότητα εκπομπής. Στην περίπτωση όμως κατά την οποία αυτό κινείται, όπως συμβαίνει στα κινούμενα ερυθρά αιμοσφαίρια, το ανακλώμενο κύμα, έχει διαφορετική συχνότητα από το κύμα εκπομπής. Όταν η ροή του αίματος έχει κατεύθυνση προς τον ηχοβολέα, η ανακλώμενη συχνότητα είναι μεγαλύτερη από την συχνότητα εκπομπής, ενώ όταν απομακρύνεται είναι μικρότερη. Αυτό είναι το γνωστό φαινόμενο Doppler και περιγράφηκε το 1842 από τον Johann Cristian Doppler (Wells PNT, 1977). Στην Εικ. 2.7 συνοψίζεται η αρχή της εφαρ-



Εικ. 2.7 Η αρχή του φαινομένου Doppler στη μελέτη της αιματικής ροής. Η συχνότητα του εκπεμπόμενου ηχητικού κύματος μεταβάλλεται όταν ανακλάται σε κινούμενο, με ταχύτητα V , ερυθρό αιμοσφαίριο. Όταν η κίνηση του αίματος είναι απομακρυνόμενη από τον ηχοβολέα η συχνότητα του ανακλωμένου κύματος είναι μικρότερη από αυτή του εκπεμπόμενου. Είναι φανερό ότι για την λήψη των κυματομορφών που αναπαριστούν την ροή του αίματος, η δέσμη των υπερήχων πρέπει να τέμνει υπό γωνία θ τον αυλό του εξεταζόμενου αγγείου.

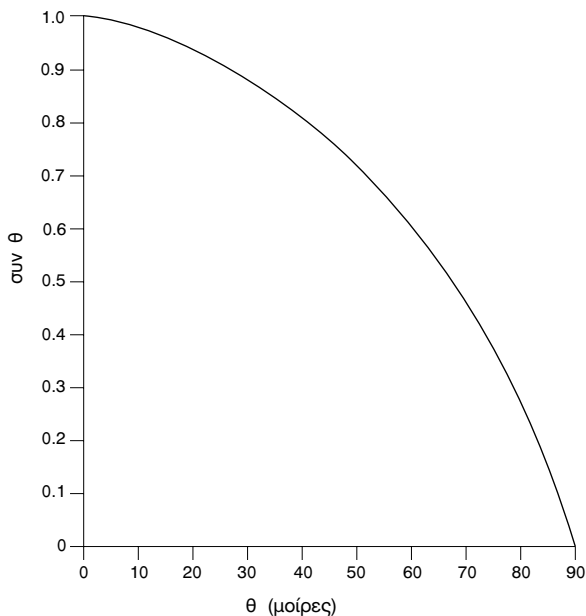
μογής του φαινομένου Doppler στη μελέτη της αιματικής ροής.

Γνωρίζοντας ότι η ταχύτητα κίνησης του αίματος είναι πολύ χαμηλότερη από την ταχύτητα κίνησης του ήχου, τότε ισχύει η παρακάτω σχέση

$$\mathbf{Fd} = 2 \mathbf{f} \mathbf{V} (\cos \theta) / \mathbf{c} \quad (2.4)$$

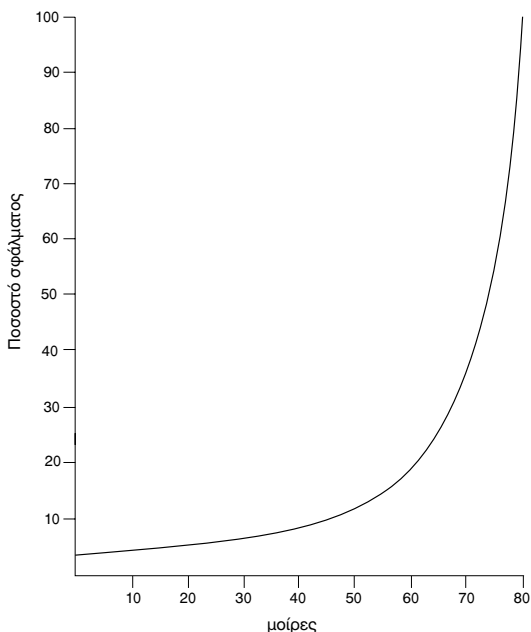
Όπου \mathbf{Fd} (doppler shift), είναι η διαφορά της συχνότητας εκπομπής από την ανακλωμένη, \mathbf{f} η συχνότητα εκπομπής, \mathbf{V} η ταχύτητα κίνησης του αίματος, θ η γωνία πρόσπτωσης των υπερήχων και \mathbf{c} η ταχύτητα διάδοσης των υπερήχων. Λύνοντας την εξίσωση 2.4 ως προς τη ταχύτητα \mathbf{V} μπορούμε να υπολογίσουμε την ταχύτητα κίνησης του αίματος.

Για το εύρος των τιμών των συχνοτήτων οι οποίες χρησιμοποιούνται στην διαγνωστική υπερηχογραφία και των ταχυτήτων στους ιστούς του ανθρώπινου σώματος, η συχνότητα \mathbf{Fd} (doppler shift) βρίσκεται στην περιοχή των ακουστικών συχνοτήτων. Η διαφορά των συχνοτήτων μπορεί να καταγραφεί υπό μορφή κυματομορφής, η οποία ανάλογα με τη κατεύθυνση κίνησης εμφανίζεται πάνω από την βασική γραμμή (ροή προς τον ηχοβολέα) ή κάτω από αυτή (απομακρυνόμενη από τον ηχοβολέα). Από την σχέση 2.4 γίνεται αντιληπτός ο σημαντικός ρόλος της γωνίας πρόσπτωσης των υπερήχων. Η γωνία θ υπεισέρχεται στην σχέση υπό τη μορφή του συνημιτόνου το οποίο λαμβάνει τιμές από 0 έως 1 (Εικ. 2.8). Μικρά σφάλματα στην γωνία διόρθωσης έχουν ως αποτέλεσμα σημαντικό σφάλμα στον υπολογισμό της ταχύτητας. Βέβαια τα σφάλματα αυτά είναι μικρότερα όταν η γωνία θ είναι μικρή και μεγαλύτερα όταν η γωνία



Εικ. 2.8 Η μεταβολή του συνημιτόνου της γωνίας θ για τιμές της από 0 έως 60 μοίρες. (Τροποποιημένο από Meire HB, In *Abdominal and General Ultrasound*, Cosgrove D. Churchill Livingstone, p 72, 1993).

θ είναι μεγάλη (Εικ. 2.9). Έτσι πρέπει να δίνεται προσοχή στον ακριβή υπολογισμό της γωνίας θ , για την ελαχιστοποίηση του σφάλματος. Στην πράξη χρησιμοποιούμε πάντα γωνίες μικρότερες των 60 μοιρών.



Εικ. 2.9 Το ποσοστό σφάλματος κατά τον υπολογισμό της ταχύτητας κίνησης του αίματος από τις κυματομορφές Doppler, εξαρτάται από τη γωνία πρόσπτωσης των υπερήχων σε σχέση με τον αυλό του αγγείου. Στο σχήμα φαίνεται η σχέση ανάμεσα στη γωνία θ και το αντίστοιχο ποσοστό σφάλματος. Από την καμπύλη γίνεται φανερό ότι για γωνίες μικρότερες των 50 μοιρών το σφάλμα είναι μικρό, ενώ αντίθετα για γωνίες μεγαλύτερες των 60 μοιρών το σφάλμα αυξάνεται σημαντικά (Τροποποιημένο από Meire HB, *In Abdominal and General Ultrasound*, Cosgrove D. Churchill Livingstone, p 87, 1993).

2.6.2 Doppler συνεχούς εκπομπής

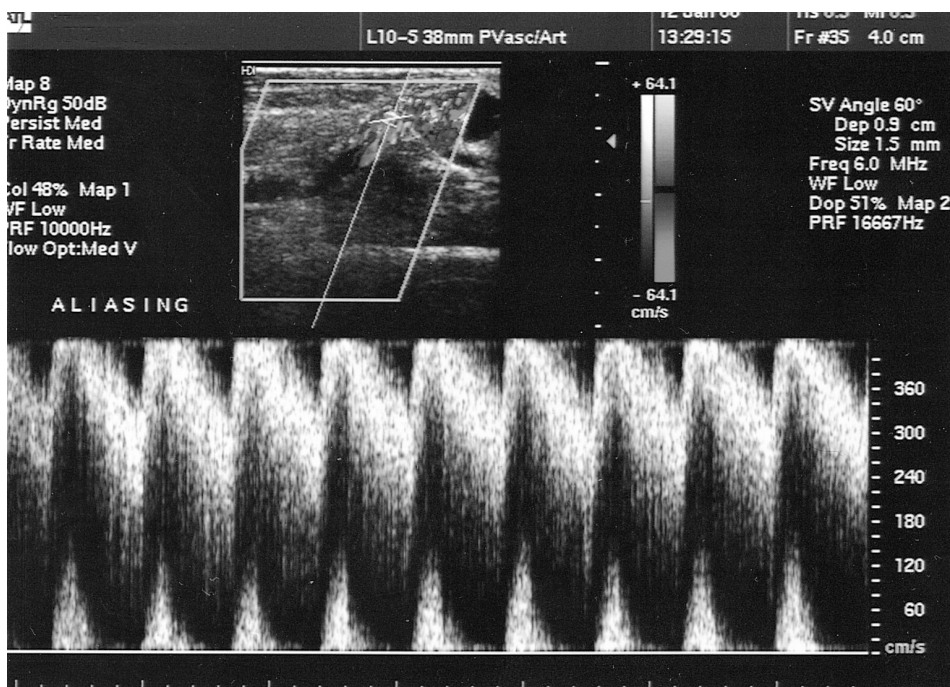
Τα απλά συστήματα Doppler τα οποία χρησιμοποιούνται στην καθημερινή κλινική πράξη είναι συνεχούς εκπομπής (Wells PNT, 1977). Η ηχοβόλος κεφαλή περιέχει στη διάταξή της δύο μεταλλάκτες, έναν για εκπομπή υπερήχων και έναν για την λήψη των ανακλωμένων κυμάτων. Οι μεταλλάκτες αυτοί είναι τοποθετημένοι ο ένας δίπλα στον άλλο υπό κατάλληλη γωνία. Ο πομπός εκπέμπει συνεχώς και με σταθερή συχνότητα, ενώ ο δέκτης λαμβάνει τα ανακλώμενα κύματα των οποίων συγκρίνει την συχνότητα με τη συχνότητα εκπομπής και με τον τρόπο αυτό υπολογίζει τη διαφορά συχνότητας (doppler shift).

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι συχνότητες Doppler είναι στο φάσμα των ακουστικών συχνοτήτων και έτσι ένας έμπειρος εξεταστής μπορεί να εξάγει χρήσιμες ποιοτικές πληροφορίες, οι οποίες αφορούν τη ροή του αίματος. Μπορούν επίσης να εξαχθούν ποσοτικές πληροφορίες καταγράφοντας τις κυματομορφές Doppler. Στη περίπτωση αυτή χρειάζεται όμως επεξεργασία των σημάτων με τη βοήθεια πολύπλοκων μαθηματικών υπολογισμών, όπως ο ταχύς μετασχηματισμός Fourier, ο οποίος απαιτεί την χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή. Τα συστήματα αυτά είναι πιο πολύπλοκα στην κατασκευή τους. Με τον μετασχηματισμό Fourier, τον οποίο προαναφέραμε, λαμβάνουμε τις φασματι-

κές κυματομορφές Doppler, οι οποίες μας δίνουν σημαντικές ποιοτικές και ποσοτικές πληροφορίες που αφορούν στη ροή του αίματος, όπως π.χ. ταχύτητα κίνησης του αίματος, παρουσία στροβιλισμών ή άλλων διαταραχών ροής, στοιχεία τα οποία μας παρέχουν πληροφορίες για την καλύτερη κατανόηση και μελέτη των αιμοδυναμικών φαινομένων. Τα μειονεκτήματα της συνεχούς εκπομπής Doppler, είναι η αδυναμία αναγνώρισης της κατεύθυνσης της ροής του αίματος, αν δηλαδή έρχεται ή απομακρύνεται από την ηχοβόλο πηγή και η αδυναμία διάκρισης της ροής σε δύο γειτονικά αγγεία ή δύο αγγεία τα οποία βρίσκονται πλησίον το ένα στο άλλο, αλλά σε διαφορετικά βάθη.

2.6.3 Doppler παλμικής εκπομπής

Οι συσκευές Doppler συνεχούς εκπομπής, δεν έχουν τη δυνατότητα επιλογής του βάθους σάρωσης και σαρώνουν μέχρι το βάθος το οποίο επιτρέπει η χρησιμοποιούμενη συχνότητα εκπομπής και ο βαθμός εξασθένησης των ιστών (McHugh R, et al, 1981). Η χρησιμοποίηση της τεχνικής της παλμικής εκπομπής των υπερήχων Doppler, κάνει δυνατή την ακριβή επιλογή του σημείου σάρωσης, αφού ο υπολογισμός της απόστασης της περιοχής την οποία θέλουμε να σαρώσουμε είναι εφικτός. Ορίζοντας τον χρόνο της διαδρομής την οποία χρειάζεται το υπερηχητικό κύμα για να φθάσει στην περιοχή ενδιαφέροντος και να επιστρέψει στον δέκτη και με δεδομένα, τη ταχύτητα κίνησης του ηχητικού κύματος δια μέσου των ιστών και τον ακριβή χρόνο και ρυθμό εκπομπής, είμαστε σε θέση να προσδιορίσουμε με ακρίβεια το βάθος του προς μελέτη σημείου (Wells PNT, 1987). Με τον τρόπο αυτό, μπορούμε να προσδιορίσουμε το αγγείο το οποίο θέλουμε να μελετήσουμε, καθώς και την περιοχή του αγγείου, από όπου θέλουμε να πάρουμε δείγμα ροής. Τα συστήματα παλμικής εκπομπής Doppler έχουν ανώτατη τιμή ταχύτητας κίνησης του αίματος την οποία μπορούν να «διαβάσουν». Να υπενθυμίσουμε εδώ ότι η ταχύτητα είναι ανάλογη της διαφοράς ανάμεσα στην συχνότητα εκπομπής και την συχνότητα λήψης (Doppler shift frequency). Με βάση το κριτήριο Nyquist, η ορθή ανασύνθεση ενός σήματος από ένα αριθμό δειγμάτων, είναι εφικτή μόνο όταν η συχνότητα του σήματος είναι ίση ή μικρότερη από το μισό της συχνότητας επανάληψης των παλμών (PRF) (Wells PNT, 1989). Έτσι, εάν η συχνότητα επανάληψης των παλμών είναι μικρότερη από το διπλάσιο της μέγιστης συχνότητας Doppler, εμφανίζεται σφάλμα, το οποίο είναι γνωστό ως **ψευδής κορεσμός** (Aliasing) (Εικ. 2.10). Επίσης, η συχνότητα επανάληψης των παλμών, περιορίζεται και από το επιθυμητό βάθος σάρωσης εφόσον η ανίχνευση βαθύτερων περιοχών απαιτεί μείωση της συχνότητας επανάληψης των παλμών. Είναι σαφές ότι όλοι οι παραπάνω παράγοντες επηρεάζουν την επιλογή της κατάλληλης συχνότητας στα συστήματα παλμικής εκπομπής Doppler. Σε γενικές γραμμές, η χρησιμοποίηση χαμηλών συχνοτήτων επιτρέπει ανάγνωση μεγαλύτερων ταχυτήτων ροής, με κόστος όμως, χαμηλότερης έντασης σήματα και μικρότερη ευκρίνεια σήματος.



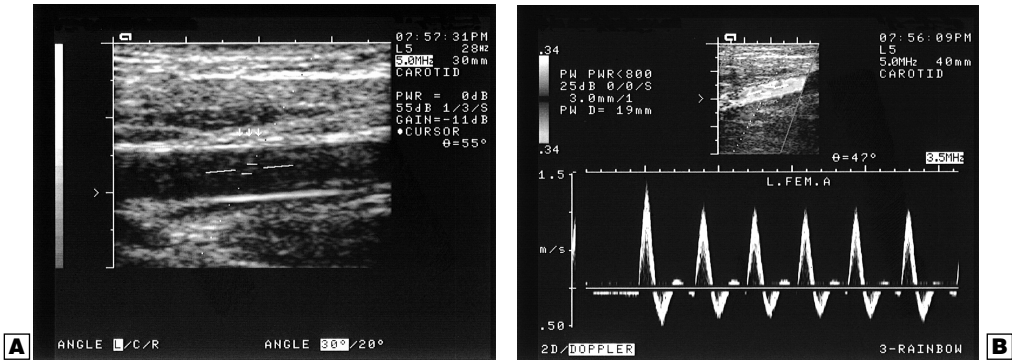
Εικ. 2.10 Το φαινόμενο *Aliasing* (ψευδής κορεσμός) δημιουργείται από τη σχέση η οποία υπάρχει ανάμεσα στη μέγιστη δυνατή μεταβολή της λαμβανόμενης συχνότητας *Doppler* και της συχνότητας επανάληψης των παλμών (*PRF*). Όταν η συχνότητα *Doppler* πλησιάζει σε τιμή την *PRF* τότε δεν φθάνουν τα δείγματα για πιστή αναπαράγωγή της κυματομορφής. Κάθε συχνότητα *Doppler* μεγαλύτερη από $\frac{1}{2}$ *PRF* ερμηνεύεται ως ροή προς την αντίθετο κατεύθυνση.

2.7 ΔΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ - DOPPLER (DUPLEX)

Με τα σημερινά συστήματα υπερήχων, είναι δυνατή η χρήση της δύο-διαστάσεων απεικόνισης με την ταυτόχρονη μελέτη της αιματικής ροής με τη μέθοδο *Doppler*. Έτσι, ενώ απεικονίζουμε μορφολογικά το προς μελέτη αγγείο, με την βοήθεια του παλμικής εκπομπής *Doppler*, είναι δυνατή η ταυτόχρονη συλλογή των παραμέτρων ροής από μία προεπιλεγμένη θέση. Η μέθοδος είναι γνωστή ως “*Duplex scanning*” (Wells PNT, 1989).

Όπως φαίνεται στην Εικ. 2.11 αφού έχουμε απεικονίσει, με τη μέθοδο της δύο-διαστάσεων απεικόνισης, το αγγείο το οποίο θέλουμε να μελετήσουμε, μας δίνεται η δυνατότητα να κατευθύνουμε την δέσμη των υπερήχων *Doppler*, έτσι ώστε να τέμνει υπό επιθυμητή γωνία το αγγείο και να εστιάσουμε τη λήψη δείγματος *Doppler* στην περιοχή του αγγείου που μας ενδιαφέρει. Με τον τρόπο αυτό η μελέτη της ανατομίας ενός αγγείου και των παραμέτρων ροής κατά μήκος του, γίνεται ταυτοχρόνως και σε πραγματικό χρόνο.

Η κλινική αξία της μεθόδου έγκειται στη δυνατότητα της μελέτης της μορφολογίας του υπό εξέταση αγγείου καθώς και των αιμοδυναμικών φαινομένων



Εικ. 2.11 Αρχή της δισδιάστατης απεικόνισης (Duplex). Στην εικόνα φαίνεται η τοποθέτηση του δείγματος ροής κατά μήκος του εξεταζόμενου αγγείου (A) για τη λήψη του δείγματος ροής, από τη περιοχή ενδιαφέροντος, υπό μορφή φασματικής κυματομορφής (B).

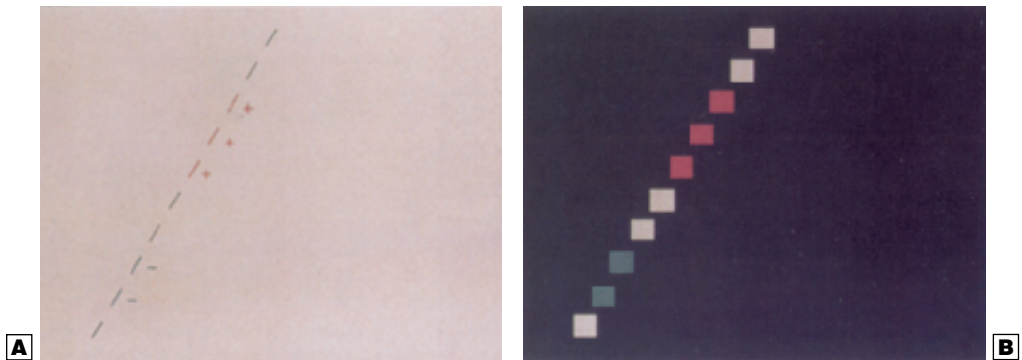
ροής εντός αυτού. Η δυνατότητα δε εστιασμού των υπερήχων σε συγκεκριμένη περιοχή και σε πραγματικό χρόνο αποτελούν σαφή πλεονεκτήματα της μεθόδου. Στην ουσία, με την απεικόνιση δύο διαστάσεων μπορούμε να εκτελέσουμε ταχύτατη υπρηχογραφική «βιοψία» του αγγειακού τοιχώματος, πράξη μεγάλης σημασίας από κλινική άποψη (π.χ. μελέτη επάρκειας ή ανεπάρκειας συγκεκριμένων φλεβικών στελεχών και βαλβίδων, μελέτη της μορφολογίας της αθηρωματικής πλάκας του καρωτιδικού διαχασμού).

2.8 ΕΓΧΡΩΜΗ DOPPLER ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ

Το μειονέκτημα της μεθόδου Duplex, βρίσκεται στο γεγονός ότι η μελέτη της ροής του αίματος πρέπει να γίνεται σε όλο το μήκος και το πλάτος του αγγείου, διότι η ανατομική θέση της βλάβης δεν είναι πάντα απεικονιστικά σαφής. Εφόσον πρέπει να εξετάζεται κάθε αγγείο σε όλο του το μήκος για την ανάδειξη της παθολογίας η εξέταση είναι σημαντικά χρονοβόρα. Το πρόβλημα αυτό λύνεται με τη χρήση της έγχρωμης Doppler απεικόνισης, η οποία απεικονίζει τη ροή του αίματος, υπό μορφή προεπιλεγμένων χρωμάτων, σε πραγματικό χρόνο σε όλο το μήκος του αγγείου, το οποίο βρίσκεται μέσα στο πεδίο σάρωσης της δέσμης των υπερήχων, σε κάθε χρονική στιγμή. Με τον τρόπο αυτό συλλέγονται σε μικρό χρονικό διάστημα όλες οι πληροφορίες, οι οποίες αφορούν την ροή του αίματος σε όλο το μήκος του εξεταζόμενου αγγείου.

Η μέθοδος της έγχρωμης Doppler απεικόνισης, στηρίζεται στην παλμική εκπομπή υπερήχων (Kremkau FW, 1989). Με την χρήση καταλλήλων ηχοβολέων, εκπέμπεται παλμικό κύμα γνωστής συχνότητας και οι ανακλάσεις του κύματος αυτού συλλέγονται από τον δέκτη. Οι ανακλώμενοι ήχοι από σταθερούς ιστούς έχουν, ως γνωστό, την ίδια συχνότητα με την συχνότητα εκπομπής και απεικονίζονται δισδιάστατα με την μέθοδο της κλίμακας του γκρι στην οθόνη του συστή-

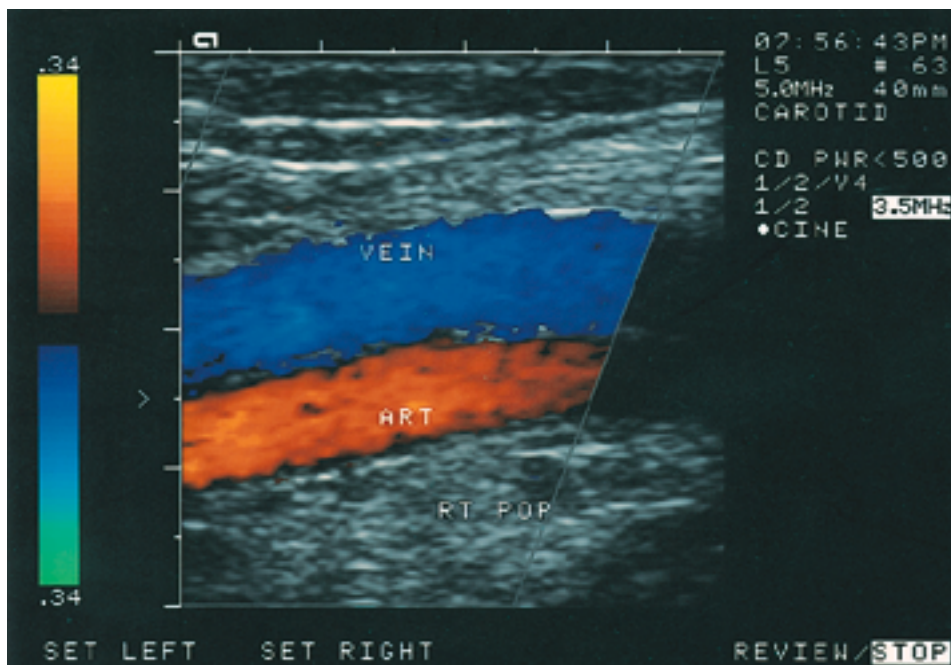
ματος. Οι ανακλώμενοι ήχοι από κινούμενους ιστούς, όπως το αίμα, έχουν διαφορά συχνότητας (Doppler shift) σε σχέση με τη συχνότητα εκπομπής (Kremkau FW, 1990). Αν η διαφορά αυτή της συχνότητας είναι θετική, τότε έχουμε κίνηση προς τον ηχοβολέα, ενώ εάν η διαφορά είναι αρνητική, έχουμε κίνηση απομακρυνόμενη από τον ηχοβολέα. Στις θέσεις κατά μήκος της δέσμης των υπερήχων, στις οποίες αναγνωρίζεται διαφορά συχνότητας, καταγράφεται το πρόσημο, θετικό ή αρνητικό, το μέγεθος της μέσης τιμής και μερικές φορές η απόκλιση. Με αυτά τα δεδομένα, υπολογίζονται οι παράμετροι της έγχρωμης απεικόνισης, οι οποίες είναι, **η απόχρωση, ο κορεσμός και η φωτεινότητα**. Έτσι οι ανακλώμενοι ήχοι από π.χ. τα κινούμενα ερυθρά αιμοσφαίρια, καταγράφονται και απεικονίζονται κατά μήκος της γραμμής εκπομπής των υπερήχων όπως φαίνεται στην Εικ. 2.12. Όπως είναι γνωστό από προηγούμενο κεφάλαιο, πολλές τέτοιες γραμμές δημιουργούν μία πλήρη δέσμη υπερήχων, η οποία με τη σειρά της δημιουργεί



Εικ. 2.12 A, Στην περίπτωση ενός ηχητικού κύματος το οποίο διαδίδεται κατά μήκος των ανθρώπινων ιστών και λαμβάνονται ανακλώμενοι παλμοί, στην περίπτωση κινουμένων ιστών, τα πρόσημα θετικά ή αρνητικά υποδηλώνουν θετική (+) ή αρνητική (-) διαφορά συχνότητας Doppler, ενώ η απουσία πρόσημου αφορά ακίνητους ιστούς. **B**: Η διαφορά της συχνότητας εμφανίζεται κόκκινη όταν είναι θετική και μπλέ όταν είναι αρνητική. (Από Kremkau FW: *Doppler ultrasound: principles and instruments*, Philadelphia, 1990, WB Saunders).

μία πλήρη υπερηχογραφική εικόνα δύο-διαστάσεων στην οθόνη του συστήματος. Πολλές εικόνες δύο-διαστάσεων παρουσιάζονται η μία μετά την άλλη σε πραγματικό χρόνο με αποτέλεσμα την δισδιάστατη εικόνα σε πραγματικό χρόνο (Real time sonography) όπως φαίνεται στην Εικ. 2.13.

Στην έγχρωμη Doppler απεικόνιση, **η απόχρωση, ο κορεσμός και η φωτεινότητα** είναι παράμετροι οι οποίες χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό του πρόσημου, του μεγέθους της μέσης τιμής και του μεγέθους της απόκλισης, της διαφοράς της συχνότητας Doppler (Doppler shift) από κάθε σημείο ελέγχου. Η μέση τιμή και η απόκλιση εμπλέκονται διότι η μεταβολή της συχνότητας, η οποία στην ουσία σημαίνει ροή αίματος, είναι αποτέλεσμα κίνησης πολλών ερυθρών αιμοσφαιρίων, τα οποία δεν έχουν ομοιόμορφη κίνη-

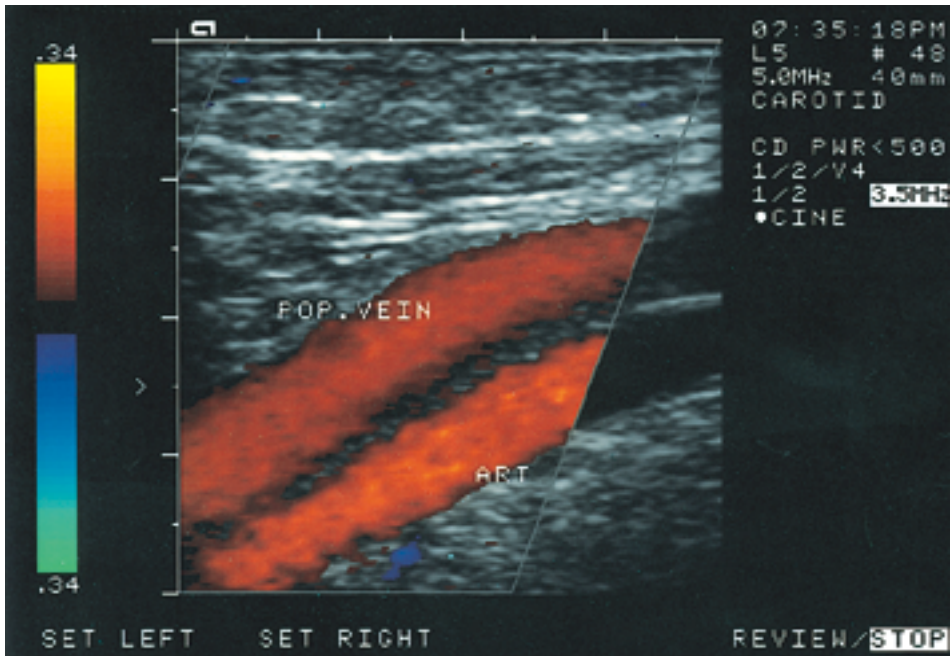


Εικ. 2.13 Έγχρωμη Doppler απεικόνιση της ιγνυακής αρτηρίας (κόκκινο χρώμα) και της ιγνυακής φλέβας (μπλέ χρώμα).

ση, δηλαδή κινούνται με διαφορετικές ταχύτητες και διαφορετικές κατευθύνσεις. Καταγράφοντας την μέση τιμή και την απόκλιση όλων αυτών των ανακλώμενων κυμάτων από κάθε περιοχή ελέγχου, τα οποία έχουν διαφορά συχνότητας (Doppler shift), στην ουσία υπολογίζουμε και απεικονίζουμε χρωματικά το μέγεθος και την έκταση διαταραχών ροής του αίματος, όπως είναι για παράδειγμα οι στροβιλισμοί.

Στην πράξη χρησιμοποιούμε το κόκκινο χρώμα για τη ροή του αίματος στις αρτηρίες (Εικ. 2.13) και το μπλέ χρώμα για την ροή στις φλέβες (Εικ. 2.13). Επίσης γίνεται φανερό ότι με κόκκινο χρώμα απεικονίζουμε την παλίνδρομο ροή του αίματος στο φλεβικό δίκτυο (ανεπάρκεια) (Εικ. 2.14), ενώ η παρουσία τυρβώδους ροής, απεικονίζεται υπό την μορφή μωσαϊκού χρωμάτων (Εικ. 2.15).

Τα προβλήματα στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων που προκύπτουν, είναι ανάλογα με εκείνα της δισδιάστατης απεικόνισης (Kremkau FW, 1986), και των κυματομορφών Doppler (Kremkau FW, 1990). Το πιο συχνό είναι το φαινόμενο του **ψευδούς χορεσμού** (Aliasing) (Kremkau FW, 1990; Evans DH et al, 1989; Kremkau FW et al, 1990). Το φαινόμενο του ψευδούς χορεσμού εμφανίζεται όταν η διαφορά της συχνότητας Doppler υπερβαίνει το όριο Nyquist. Το αποτέλεσμα είναι ψευδής χρωματισμός σε σχέση με τη πραγματική κατεύθυνση κίνησης του αίματος (Εικ. 2.16). Πέραν του φαινομένου αυτού, μπορεί να παρατηρηθούν και άλλα τα οποία δημιουργούν δυσκολία στην ερμηνεία των αποτελε-



Εικ. 2.14 Παλίνδρομος ροή αίματος κατά μήκος της ιγνυακής φλέβας εμφανίζεται με κόκκινο χρώμα (ανεπάρκεια βαλβίδων). Με κόκκινο επίσης χρώμα εμφανίζεται η ροή του αίματος στην φυσιολογική παρακείμενη ιγνυακή αρτηρία.

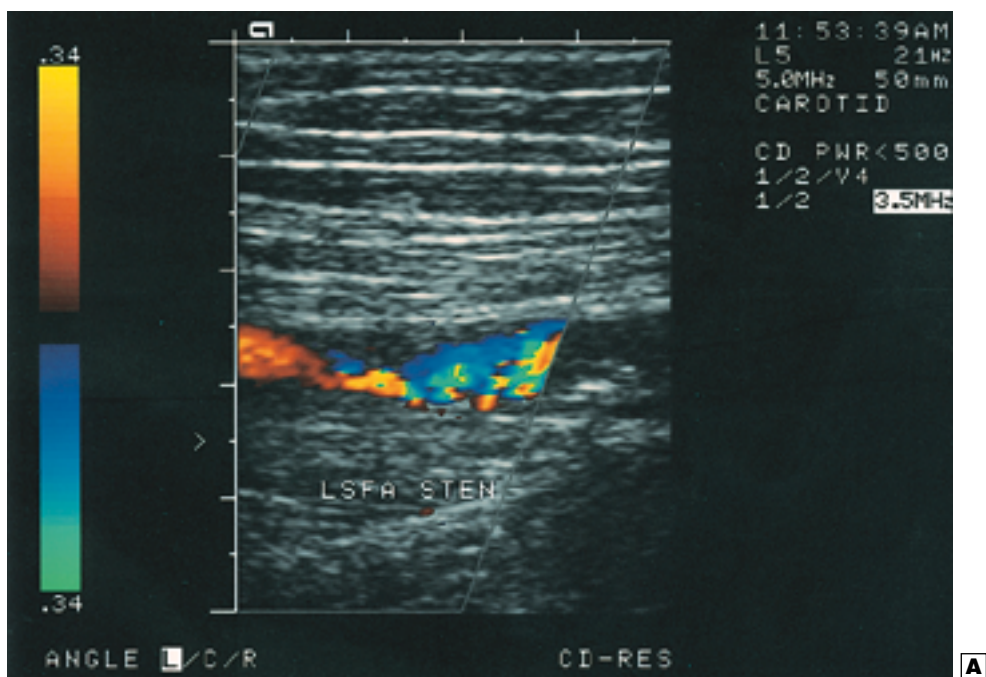
σμάτων. Τα περισσότερα συνηθισμένα είναι το φαινόμενο του **καθρεπτισμού** (mirror image artefact) (Εικ. 2.17), αυτό του **ακουστικού παράθυρου** (Εικ. 2.18), και το φαινόμενο της **επίδρασης της γωνίας πρόσπτωσης** των ήχων (Εικ. 2.19).

Στο φαινόμενο του καθρεπτισμού, στην υπερηχογραφική εικόνα φαίνεται είδωλο του εξεταζομένου αγγείου, ως αποτέλεσμα καθρεπτισμού σε περιοχή ισχυρής ανακλάσεως, όπως είναι οι πλευρές, οι σπόνδυλοι κ.λπ.

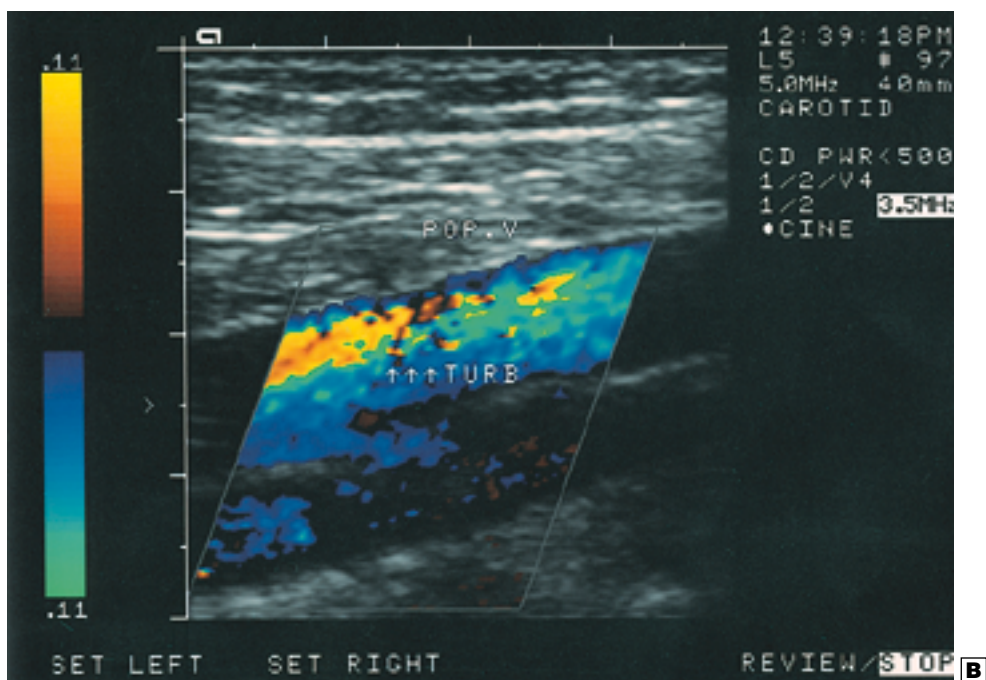
Το φαινόμενο του ακουστικού παράθυρου είναι αποτέλεσμα της ολικής ανάκλασης των ήχων, με αποτέλεσμα την αδυναμία καταγραφής ροής στη συγκεκριμένη περιοχή (Εικ. 2.18).

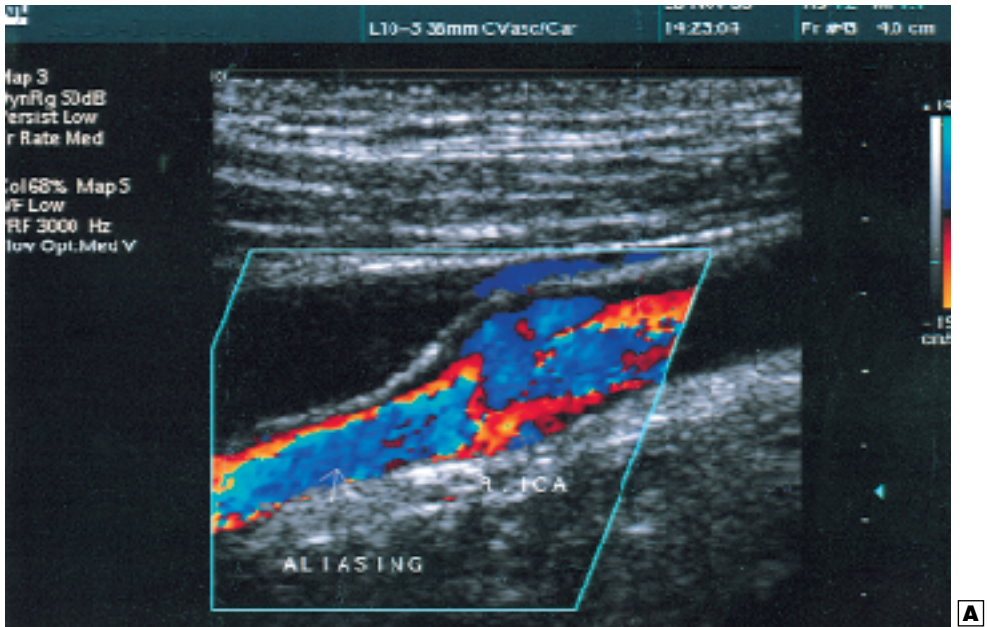
Η επίδραση της γωνίας πρόσπτωσης των υπερήχων μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα φαινομενικά αναστροφή ροή αίματος σε ένα ευθύ αγγείο. Το φαινόμενο αυτό συνήθως συμβαίνει, όταν χρησιμοποιούνται ηχομορφομετατροπείς κυρτού κατόπτρου για τον έλεγχο των αγγείων της κοιλιάς (Εικ. 2.19).

Γίνεται αντιληπτό ότι ο εξεταστής οφείλει να γνωρίζει όλες τις δυνατότητες και «αδυναμίες» της έγχρωμης Doppler απεικόνισης και με κατάλληλους χειρισμούς του ηχοβολέα και του μηχανήματος, καθώς και με τη χρησιμοποίηση κατάλληλων software να είναι σε θέση να οριοθετήσει και να εκμαιεύσει τη πλέον ευκρινή απεικόνιση, της κάθε συγκεκριμένης φυσιολογίας ή παθολογίας. Ωστόσο, βασική προϋπόθεση όλων αυτών, είναι η εκ μέρους του εξεταστή πλήρους γνώση της υπό εξέταση και αναζήτηση παθοφυσιολογίας και παθολογίας.

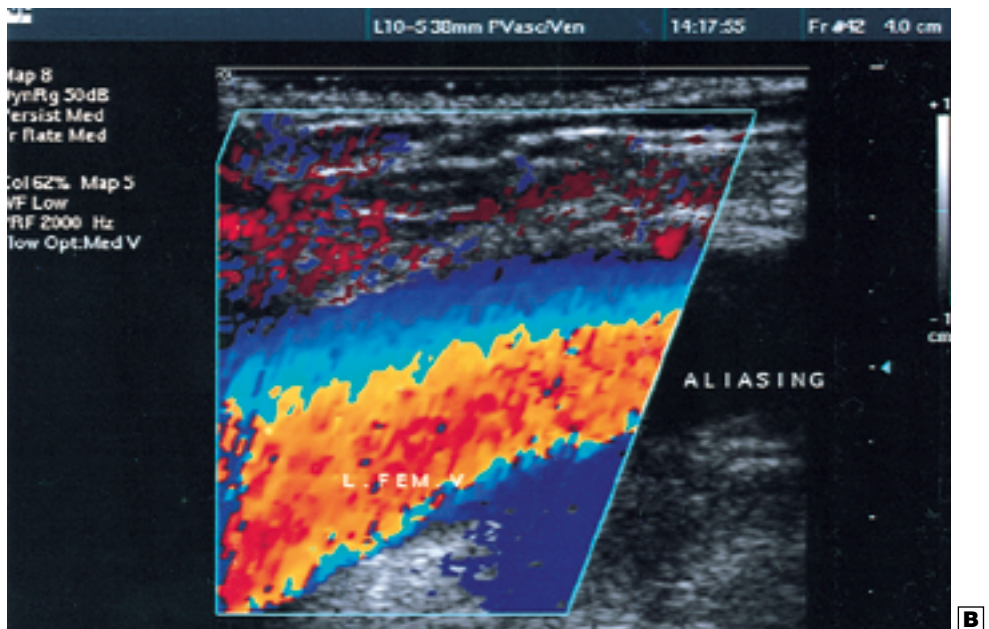


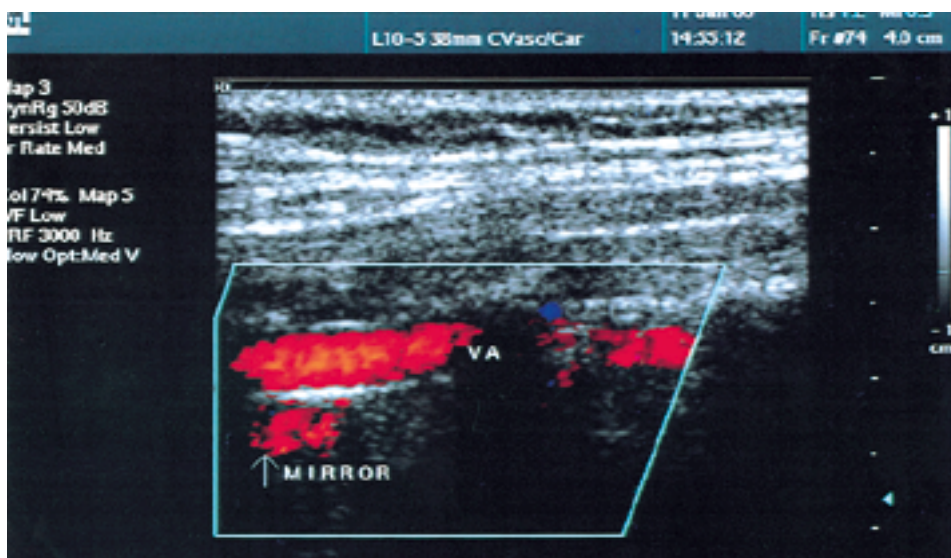
Εικ. 2.15 Μωσαϊκό χρωμάτων υποδεικνύει την ύπαρξη τυρβώδους ροής στη περιοχή στενώσεως σε αρτηρία (A), ή λόγω τεχνητής αύξησης της ταχύτητας κίνησης του αίματος σε φλέβα κατά τη περιφερική συμπίεσή της (B).



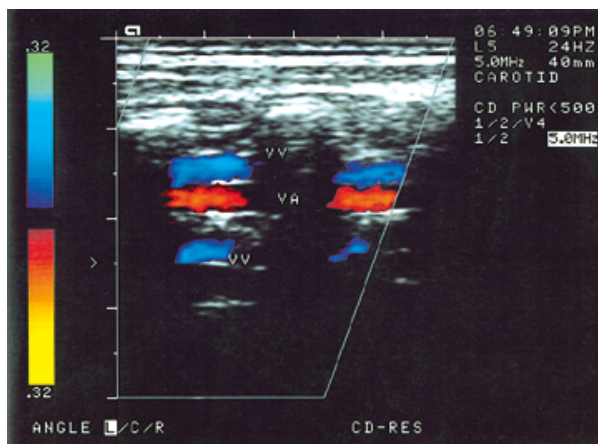


Εικ. 2.16 Φαινόμενο του ψευδούς κορεσμού (Aliasing). **A:** Μπλέ χρώμα κατά μήκος της έσω καρωτίδος μπορεί να ερμηνευθεί ως ανάστροφη ροή αίματος (υποκλοπή), **B:** κόκκινο χρώμα κατά μήκος της φλέβας μπορεί να ερμηνευθεί ως παλίνδρομη ροή (βαλβιδική ανεπάρκεια). Στη πραγματικότητα οι ψευδείς χρωματισμοί στα δύο παραπάνω παραδείγματα οφείλονται στο φαινόμενο του ψευδούς κορεσμού.

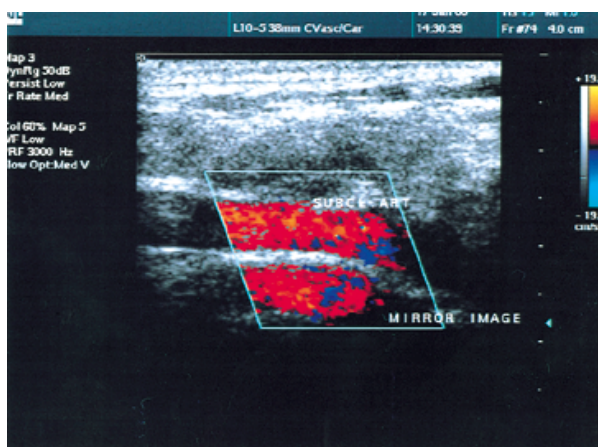




A

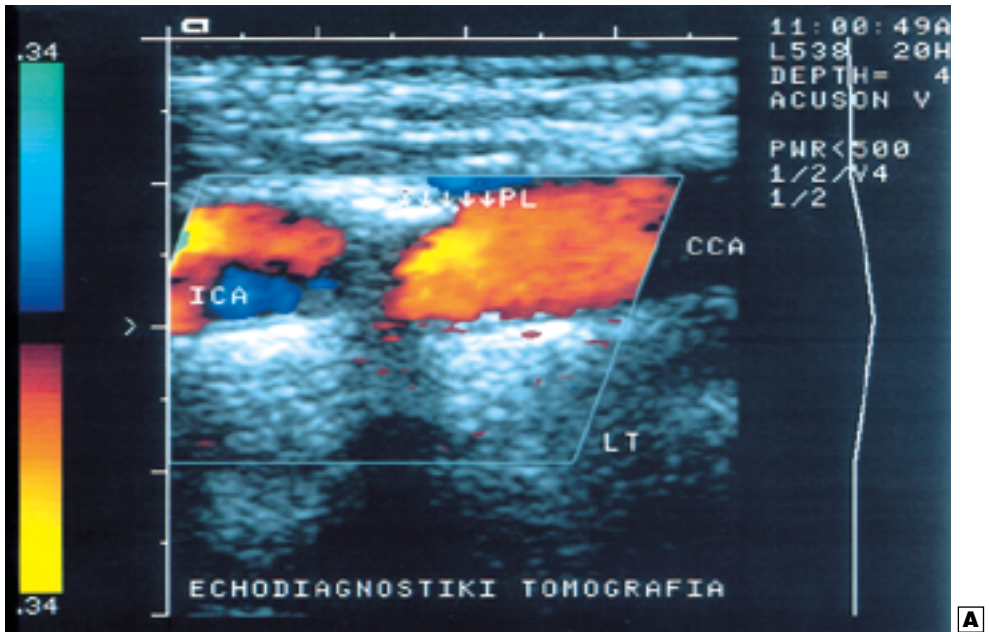


B

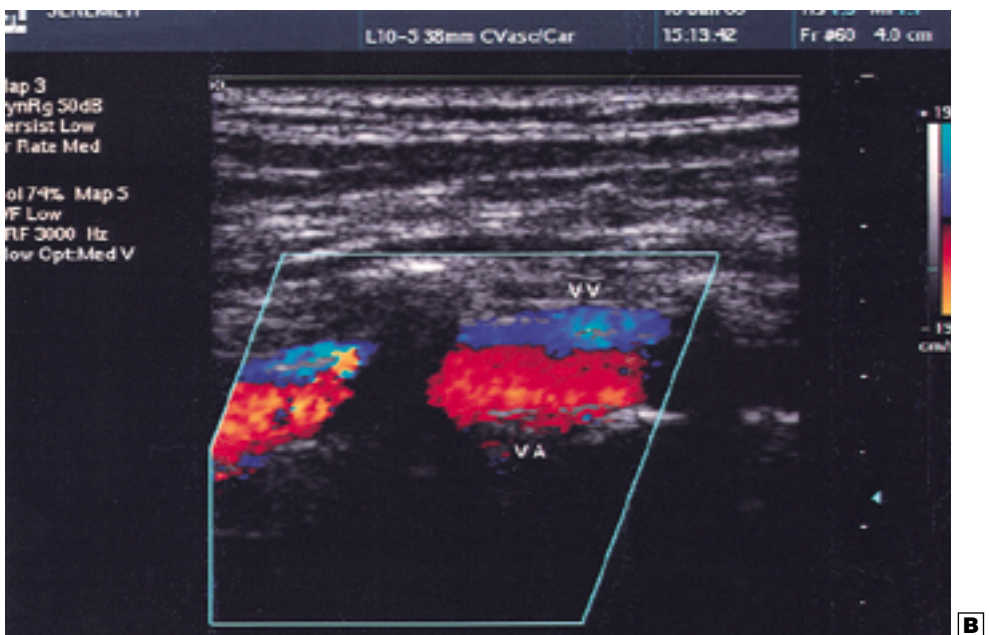


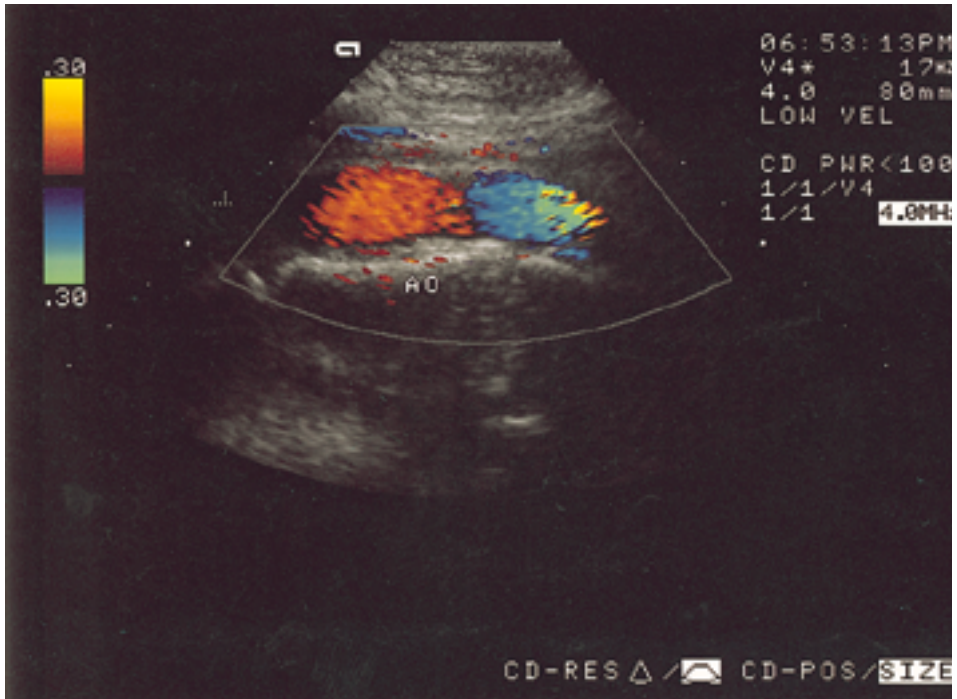
C

Εικ. 2.17 Καθρεπτισμός της σπονδυλικής αρτηρίας (**A**) και της σπονδυλικής φλέβας (**B**) μμείνεται την ύπαρξη δευτέρου αγγείου στη περιοχή. Καθρεπτισμός της υποκλειδίου αρτηρίας (**Γ**).



Εικ. 2.18 Περιοχές υψηλής ηχοανακλαστικότητας δημιουργούν χαρακτηριστικό ακουστικό παράθυρο με αποτέλεσμα την αδυναμία απεικόνισης των ιστών οι οποίοι βρίσκονται κάτω από την ηχοανακλαστική περιοχή, καθώς επίσης και αδυναμία μελέτης των χαρακτηριστικών ροής. **A:** Ινώδης αθηρωματική πλάκα στο καρωτιδικό διχασμό η οποία ανακλά ολικώς τα ηχητικά κύματα και δεν επιτρέπει τη μελέτη της αιματικής ροής στη περιοχή, ούτε τη μελέτη της συστασής της **B:** Σπονδυλική αρτηρία στη μελέτη της οποίας δεν απεικονίζονται τα τμήματα κάτω από τη περιοχή των σπονδύλων.





Εικ. 2.19 Οι ηχοβολείς κυρτού κατόπτρου στέλνουν τα ηχητικά κύματα με διαφορετικές γωνίες κατά μήκος της εξεταζόμενης περιοχής. Έτσι μελετώντας ένα ευθύ αγγείο όπως είναι η κοιλιακή αορτή μπορεί να έχουμε το φαινόμενο της εμφάνισης ανεστραμμένης ροής στην μια πλευρά του αγγείου, παρά του ότι η ροή αίματος είναι προς μία κατεύθυνση σε όλο του το μήκος. Αυτό συμβαίνει διότι η ροή του αίματος σε σχέση με τη πηγή των ήχων είναι θετική στη μία πλευρά (προς τον ηχοβολέα) και αρνητική στην άλλη (απομακρυνόμενη από τον ηχοβολέα).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ III

ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΤΗΣ ΦΛΕΒΙΚΗΣ ΒΑΛΒΙΔΙΚΗΣ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ

3.1 ΙΣΤΟΡΙΚΟ-ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ

Παρά την αξιοθαύμαστη πράγματι εξέλιξη των αναίμακτων αγγειοδιαγνωστικών μεθόδων, δηλαδή της εφηρμοσμένης αιμοδυναμικής, το ιστορικό και η κλινική εξέτασή του, εξακολουθούν να αποτελούν τον ακρογωνιαίο λίθο της διαγνωστικής σκέψης στην κατεύθυνση της λήψης των θεραπευτικών αποφάσεων των ασθενών με χρόνια φλεβική βαλβιδική ανεπάρκεια των κάτω μελών του σώματος. Η αξία της λήψης ενός καλού ιστορικού και της εκτέλεσης της λεπτομερούς κλινικής εξέτασης των ασθενών καταφαίνεται από το γεγονός ότι η συμπτωματολογία της χρόνιας φλεβικής βαλβιδικής ανεπάρκειας δεν είναι στις περισσότερες των περιπτώσεων ειδική της υπό θεώρηση παθολογικής καταστάσεως. Η καρδιακή ανεπάρκεια, οι παθήσεις του μυοσκελετικού συστήματος, οι παθήσεις του κολλαγόνου κ.λπ., αποτελούν καταστάσεις των οποίων η συμπτωματολογία και τα αντικειμενικά ευρήματα προσομοιάζουν συχνά τα αντίστοιχα της φλεβικής βαλβιδικής ανεπάρκειας.

Συνεπώς η πρώτη διαγνωστική σκέψη οφείλει να προέλθει από την κλινική διαγνωστική μεθοδολογία η οποία θα οριοθετήσει την κατάλληλη εφαρμογή της όποιας αναίμακτης διαγνωστικής προσέγγισης.

Συχνά και μόνο το ιστορικό και η κλινική εξέταση θέτουν τη σφραγίδα της διάγνωσης. Έτσι, ασθενείς με παλαιό ιστορικό θρόμβωσης των εν τω βάθει φλεβών του πάσχοντος μέλους σε συνδυασμό με τα αντικειμενικά ευρήματα του περιφερικού οιδήματος, της δερματίτιδος από στάση στη περιοχή του κάτω τριτημόριου της κνήμης και της παρουσίας φλεβικών κιρσών θέτουν την διάγνωση του μεταθρομβωτικού συνδρόμου. Επίσης η διάγνωση των πρωτοπαθών φλεβικών κιρσών στη κλινική πράξη γίνεται μόνο από την κλινική εξέταση των ασθενών (Εικ. 3.1).

Συμπερασματικά, η κλινική εξέταση μας οδηγεί στα κανάλια της διαγνωστικής διαφορικής μεθοδολογίας και σε γενικές γραμμές καθορίζει το “τι” της υποκείμενης παθολογικής διεργασίας.

Βέβαια η ευρεία εφαρμογή των εργαλείων της αναίμακτης αγγειοδιαγνωστικής έχει υποκαταστήσει πολλές κλινικές δοκιμασίες αξιολόγησης της έκτα-

σης της υποκειμένης φλεβικής βαλβιδικής ανεπάρκειας. Η υποκατάσταση αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι οι κλινικές δοκιμασίες, όπως Trendelenburg και Perthes δεν αντανακλούσαν την έκταση και την βαρύτητα της βαλβιδικής ανε-



Εικ. 3.1 Κλινικά ορατοί κιρσοί κάτω μέλους του σώματος.

πάρκειας. Με δεδομένο μάλιστα ότι τα αιμοδυναμικά φαινόμενα της φλεβικής ροής είναι εξόχως μη γραμμικά, η ανάγκη της ανάπτυξης και εφαρμογής του αντικειμενικού προσδιορισμού της έκτασης και της βαρύτητας της φλεβικής βαλβιδικής ανεπάρκειας ήταν επιτακτική.

Υπό την έννοια αυτή θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε, ίσως όχι αδικώς, ότι μέρος της αναίμακτης διαγνωστικής μεθοδολογίας οφείλει να αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα της όλης κλινικής εξέτασης των ασθενών. Για παράδειγμα, η φορητή συσκευή τσέπης Doppler θα πρέπει να αποτελεί απαραίτητο διαγνωστικό εργαλείο του κάθε γενικού ιατρού όπως είναι και το στηθοσκόπιο. Έτσι σήμερα με το ιστορικό και την κλινική εξέταση μπορούμε να διακρίνουμε τουλάχιστον το ποιοτικό στοιχείο της φλεβικής βαλβιδικής ανεπάρκειας, να εκτιμήσουμε σε γενικές γραμμές την έκταση της και να καθορίσουμε πότε και γιατί οι ασθενείς θα πρέπει να υποβληθούν σε άλλες πιο εξειδικευμένες διαγνωστικές προσεγγίσεις.

Δεν θα πρέπει να παραλείψουμε το γεγονός της κατάχρησης της εφαρμογής των διαφόρων αναιμάκτων διαγνωστικών μεθόδων και το τεράστιο κόστος που συνεπάγεται αυτό. Η αξιολόγηση των διαγνωστικών εφαρμογών προϋποθέτει την αποτελεσματική συνεκτίμηση των πληροφοριών που αναντικατάστατα προσφέρει το ιστορικό και η κλινική εξέταση.

3.2 ΦΛΕΒΟΓΡΑΦΙΑ

Μέχρι την δεκαετία του 1980 η ανιούσα και η κατιούσα φλεβογραφία αποτελούσε το κύριο διαγνωστικό εργαλείο της έκτασης της φλεβικής βαλβιδικής ανεπάρκειας των κάτω μελών του σώματος.

Σήμερα η ανιούσα φλεβογραφία έχει υποκατασταθεί σχεδόν πλήρως από άλλες αναίμακτες διαγνωστικές μεθόδους στη διαδικασία της διαγνωστικής προσέγγισης των ασθενών με φλεβική βαλβιδική ανεπάρκεια των κάτω μελών. Έτσι εφαρμόζεται μόνο στις περιπτώσεις κατά τις οποίες η κλινική εξέταση και η αναίμακτη αγγειοδιαγνωστική δεν μπορούν να ικανοποιήσουν το σχεδιασμό των θεραπευτικών αποφάσεων. Τυπικό παράδειγμα αποτελούν οι ασθενείς με εκτεταμένα άτονα έλκη και εκτεταμένη εκζεματοειδή δερματίτιδα εκ στάσεως στη περιοχή των κνημών όπου τόσο η πληθυσμογραφία όσο και η υπερηχογραφία δεν μπορούν να εφαρμοστούν για αμιγώς τεχνικούς λόγους.

Η κατιούσα φλεβογραφία έχει σημαίνουσα θέση στην εκτίμηση της φλεβικής βαλβιδικής ανεπάρκειας μόνο στις περιπτώσεις κατά τις οποίες απαιτείται η σκιαγράφιση των φλεβικών βαλβίδων προκειμένου να γίνει η χειρουργική παρέμβαση της μετάθεσης υγιών φλεβικών στελεχών ή της πλαστικής ανεπαρκούντων φλεβικών βαλβίδων. Η διαγνωστική της αξία στη διερεύνηση της έκτασης της βαλβιδικής ανεπάρκειας έχει υποκατασταθεί από την εφαρμογή των υπερήχων. Τυπικό παράδειγμα αποτελούν οι περιπτώσεις των ασθενών με ανεπάρκεια της ιγνυακής φλέβας και επάρκεια των μηριαίων φλεβών όπου η κατιούσα φλεβογραφία δια μέσου της λαγονίου φλέβας δεν είναι δυνατόν να αποκαλύψει την ανεπάρκεια της ιγνυακής (Α. Κατσαμούρης και Ν. Χατζηνικολάου).

3.3 DOPPLER ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΙΑ

Η εξέταση με την μέθοδο Doppler συνεχούς εκπομπής με ή χωρίς καταγραφή της κυματομορφής χρησιμοποιείται σήμερα από τους κλινικούς ως η πιο απλή, γρήγορη και αναίμακτη μέθοδος διερεύνησης της φλεβικής βαλβιδικής ανεπάρκειας. Η σαφηνομηριαία συμβολή μελετάται τοποθετώντας το στυλεό Doppler στο ύψος της κοινής μηριαίας φλέβας και με γωνία 45 μοιρών. Η συμπίεση της γαστροκνημίας προκαλεί ενίσχυση της αιματικής ροής στην κοινή μηριαία φλέβα, εφόσον το εν τω βάθει φλεβικό σύστημα είναι βατό, η οποία καταγράφεται και είναι ταυτόχρονα ενδεικτική της σωστής τοποθέτησεως του στυλεού. Η εξέταση γίνεται με τον ασθενή σε όρθια θέση, αφού στη θέση αυτή τα φαινόμενα της βαρύτητας είναι πιο έντονα.

Όπως προαναφέρθηκε, συμπίεση της γαστροκνημίας έχει ως αποτέλεσμα την ενίσχυση της ροής του αίματος, ενώ η απότομη εκτόνωση της συμπίεσεως χρησιμοποιείται για την ανίχνευση της ύπαρξης ή μη βαλβιδικής ανεπάρκειας. Αν κατά την εκτόνωση της συμπίεσεως αναγνωρισθεί παλίνδρομος ροή αίματος διάρκειας μεγαλύτερης των 0.5 sec, τότε αυτό είναι ενδεικτικό ανεπάρκειας της σαφηνομηριαίας βαλβίδας, ενώ αντίθετα, απουσία παλίνδρομης ροής είναι ενδεικτική επάρκειάς της (Folse and Alexander 1970, Nicolaidis et al 1981).

Κατά ανάλογο τρόπο μπορεί θεωρητικώς να εξεταστούν όλα τα κύρια φλεβικά στελέχη του εν τω βάθει και επιπολής φλεβικού συστήματος. Επίσης ο έλεγχος της λειτουργίας των φλεβικών βαλβίδων μπορεί να γίνει και κατά την δοκιμασία valsalva. Η εξέταση των κνημιαίων φλεβών γίνεται με τον ασθενή σε καθιστή θέση.

Η μέθοδος εξέτασης με τον στυλεό Doppler συνεχούς εκπομπής, έχει και πολλά μειονεκτήματα τα οποία ο εξεταστής πρέπει να γνωρίζει. Έτσι δεν είναι δυνατός ο ακριβής προσδιορισμός του ανατομικού σημείου της βαλβιδικής ανεπάρκειας και στην περίπτωση της υπέρξεως παρακείμενων φλεβικών στελεχών δεν μπορεί να γίνει διαχωρισμός του ανεπαρκούντος φλεβικού στελέχους, όπως π.χ. στην ιγνυακή περιοχή δεν είναι δυνατός ο διαχωρισμός της βαλβιδικής ανεπάρκειας ανάμεσα στην ελλάσωνα σαφηνή και την γαστροκνήμια φλέβα (Hobbs 1986). Επίσης το ποσοστό των ψευδώς θετικών αποτελεσμάτων είναι μεγάλο εξαιτίας των πολλαπλών ανατομικών παραλλαγών τόσο του επιπολής όσο και του εν τω βάθει φλεβικού συστήματος.

3.4 ΦΩΤΟΠΛΗΘΥΣΜΟΓΡΑΦΙΑ

Η φωτοπληθυσμογραφία (PPG) είναι μέθοδος αναίμακτη, και χρησιμοποιεί φωτοηλεκτρική συσκευή, η οποία έχει την δυνατότητα μέτρησης των μεταβολών του όγκου του αίματος σε δερματικό επίπεδο. Αυτό επιτυγχάνεται με την βοήθεια ενός φωτοηλεκτρικού μορφομετατροπέα, ο οποίος εκπέμπει υπέρυθρο φως στην επιφάνεια του δέρματος και ο οποίος λαμβάνει την ανακλώμενη ποσότητα υπέρυθρου φωτός από τα ερυθρά αιμοσφαίρια των δερματικών αγγείων της περιοχής. Το ποσό του ανακλώμενου φωτός είναι ανάλογο του αριθμού των ερυθρών αιμοσφαιρίων τα οποία κινούνται στην περιοχή και κατά επέκταση του όγκου του αίματος που κινείται στην περιοχή.

Η κύρια εφαρμογή της μεθόδου είναι η μέτρηση του χρόνου επαναπλήρωσης των αγγείων της εξεταζόμενης περιοχής, η οποία εξαρτάται από την ακεραιότητα των φλεβικών βαλβίδων. Η μέθοδος χρησιμοποιήθηκε από τους Abramowitz et al 1979, και Nicolaidis and Miles 1987 ως υποκατάστατο της μέτρησης της περιπατητικής φλεβικής πίεσης και οι ανωτέρω αναφερόμενοι ερευνητές αναφέρουν υψηλή συσχέτιση ανάμεσα στις δύο αυτές μεθόδους.

Στην πράξη, η φωτοπληθυσμογραφία έχει τεχνικά προβλήματα τα οποία σχετίζονται με την υψηλή ευαισθησία των φωτοηλεκτρικών μορφομετατροπέων. Η μέθοδος αμφισβητήθηκε πρόσφατα από πολλούς ερευνητές εξαιτίας της χαμηλής ειδικότητάς της (Bays et al, 1994).

Ο Van Bemelen et al 1992 αναφέρει ότι η χρήση της μεθόδου στην λήψη χειρουργικών αποφάσεων δεν είναι αξιόπιστη και δεν έχει καλή συσχέτιση με την Duplex υπερηχογραφία υποβοηθούμενη με έγχρωμο doppler.

Επίσης, οι Sarin et al 1992 έδειξαν ότι η φωτοπληθυσμογραφία είναι μεν ικανή να αναδείξει την φλεβική παλινδρόμηση, υπήρχε όμως σημαντική αλληλοκάλυψη των κυματομορφών ανάμεσα στα φυσιολογικά και παθολογικά κάτω μέλη, όπως αυτά ορίστηκαν από την κλινική εξέταση και την Duplex υπερηχογραφία υποβοηθούμενη με έγχρωμο doppler.

Σε άλλη μελέτη η οποία δημοσιεύθηκε από τους McMullin και Coleridge-Smith, αναφέρεται ευαισθησία 79% και ειδικότητα 70% στον προσδιορισμό της

παλινδρόμηση αίματος στις εν τω βάθει και αδυναμία στην ανίχνευση της παλινδρόμησης αίματος στις επιπολής φλέβες.

3.5 ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΠΑΤΗΤΙΚΗΣ ΦΛΕΒΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

Η μέτρηση της περιπατητικής φλεβικής πίεσης, η οποία περιγράφηκε για πρώτη φορά από τους Barber και Shatara το 1952, γίνεται δια καθετηριασμού φλέβας στο πόδι με βελόνα, η οποία είναι συνδεδεμένη, δια μέσου μορφομετατροπέα πίεσης και ενισχυτή με καταγραφικό (Nicolaidis and Sumner, 1991).

Οι Pollack και Wood το 1949 παρατήρησαν ότι η φλεβική πίεση στο πόδι μειώνεται κατά την βάδιση και επανέρχεται στην αρχική της τιμή μετά την διακοπή της βαδίσματος. Η περιπατητική φλεβική πίεση βρέθηκε υψηλή στα κάτω μέλη με σοβαρή φλεβική πάθηση τεκμηριωμένη με φλεβογραφία, ενώ αναφέρεται, ότι με την χρήση της μεθόδου, είναι δυνατός ο διαχωρισμός μεταξύ των φυσιολογικών κάτω μελών και αυτών με βαλβιδική ανεπάρκεια του επιπολής και εν τω βάθει φλεβικού συστήματος (Van der Hyde, 1961: Arnoldi et al, 1966, 1968, 1969, 1971). Αναφέρεται επίσης πολύ καλή συσχέτιση με την ύπαρξη ελκών στα κάτω μέλη (Shull et al, 1979: Kistner, 1980: Nicolaidis et al, 1993).

Η αξιοπιστία της μεθόδου της μέτρησης της περιπατητικής φλεβικής πίεσης για τον προσδιορισμό της βαρύτητας της φλεβικής ανεπάρκειας είναι καταξιωμένη και χρησιμοποιείται σήμερα ως μέθοδος αναφοράς εκτίμησης όλων των άλλων αναιμάκτων μεθόδων ποσοτικής εκτίμησης της φλεβικής ανεπάρκειας (Nicolaidis και Zukowski, 1986). Ωστόσο, θα πρέπει να υπογραμμισθεί ότι η μέθοδος δεν είναι απλή στην εφαρμογή της, δεν μπορεί να επαναλαμβάνεται με την ευκολία και την απλότητα των υπερήχων και, ασφαλώς, δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέθοδος διάγνωσης όλων των ασθενών με φλεβική ανεπάρκεια των κάτω μελών.

3.6 ΠΛΗΘΥΣΜΟΓΡΑΦΙΑ ΑΕΡΟΣ

Η πληθυσμογραφία αέρος είναι αναίμακτη μέθοδος ποσοτικής εκτίμησης της φλεβικής παλινδρόμησης και της δράσεως της μυοφλεβικής αντλίας (Christopoulos et al, 1987). Η τεχνική της μεθόδου συνίσταται στην χρήση ενός αεροθάλαμου, ο οποίος περιβάλλει την κνήμη από το υψος περίπου του γόνατος μέχρι το σφυρό. Μεταβολές του όγκου της κνήμης προκαλούν ανάλογες μεταβολές της πίεσης στον αεροθάλαμο, οι οποίες καταγράφονται με την βοήθεια ενός μορφομετατροπέα πίεσης και ενός ενισχυτή σήματος. Η δυνατότητα ρύθμισης του συστήματος φέρνει την μέθοδο σε πλεονεκτική θέση σε σχέση με τις άλλες πληθυσμογραφικές μεθόδους. Η ρύθμιση γίνεται με την εισαγωγή γνωστής ποσότητας αέρος στον αεροθάλαμο και την ταυτόχρονη καταγραφή της μεταβολής της πίεσης που προκαλείται.

Η εξέταση του ασθενούς γίνεται αρχικά σε υπτία θέση με ανασηκωμένα τα κάτω μέλη σε θέση αναπαύσεως και τοποθετημένες τις πτέρνες σε στήριγμα ύψους 15 εκατ. περίπου. Η θέση αυτή εξασφαλίζει κένωση των φλεβών των

κάτω μελών. Μετά την αρχική ρύθμιση του συστήματος, ο ασθενής σηκώνεται σε όρθια θέση και στηρίζεται στο ένα μέλος, θέση η οποία έχει ως αποτέλεσμα αύξηση του φλεβικού όγκου (ΦΟ) εξ' αιτίας της πλήρωσης των περιφερικών φλεβών. Μετά ζητείται από τον ασθενή αφού στηριχθεί και στα δύο μέλη να ανασηκωθεί μια φορά στις άκρες των δακτύλων και να επανέλθει στην αρχική θέση ισοροπίας. Η κίνηση αυτή έχει ως αποτέλεσμα την μερική κένωση των φλεβών των κάτω μελών, εξαιτίας της δράσεως της μυοφλεβικής αντλίας. Το κλάσμα εξωθήσεως (ΚΕ) το οποίο είναι αποτέλεσμα της δράσεως της μυοφλεβικής αντλίας, υπολογίζεται με βάση το μετρούμενο όγκο εξώθησης (ΟΕ), με την χρήση της μαθηματικής σχέσης: $(ΚΕ = (ΟΕ/ΦΟ) \times 100)$. Με τον ασθενή να πραγματοποιεί 10 συνεχόμενες μετακινήσεις του βάρους του στις άκρες των δακτύλων μετράται ο υπολειμματικός όγκο (ΥΟ) και έτσι υπολογίζεται το κλάσμα υπολειμματικού όγκου (ΚΥΟ) σύμφωνα με την σχέση: $(ΚΥΟ = (ΥΟ/ΦΟ) \times 100)$.

Το ΚΥΟ έχει αναφερθεί ότι έχει πολύ καλή συσχέτιση με την περιπατητική φλεβική πίεση (Christopoulos et al, 1987; Welkie et al, 1992). Στον αντίποδα των μελετών αυτών, οι Payne et al, (1993) έδειξαν πτωχή συσχέτιση του ΚΥΟ με την περιπατητική φλεβική πίεση. Στην ανωτέρω μελέτη όμως η μέτρηση των πιέσεων έγινε σε διαφορετικό χρόνο από την μέτρηση των όγκων.

Η πληθυσμογραφία αέρος έχει επίσης χρησιμοποιηθεί για την μελέτη της αιμοδυναμικής κατάστασης του φλεβικού συστήματος των κάτω μελών σε ομάδες ασθενών, οι οποίοι χωρίστηκαν σύμφωνα με τη βαρύτητα της κλινικής εικόνας. Στις περιπτώσεις αυτές βρέθηκε ικανοποιητική συσχέτιση ανάμεσα στα ευρήματα της πληθυσμογραφίας αέρος και στην κλινική εικόνα, ειδικά όταν η πληθυσμογραφία χρησιμοποιούνταν σε συνδυασμό με την δύο-διαστάσεων (Duplex) υπερηχογραφία, υποβοηθούμενη με έγχρωμο doppler (Neglen και Raju, 1993).

Ωστόσο, σε άλλη μελέτη, βρέθηκε ότι ο δείκτης πλήρωσης των φλεβών των κάτω μελών αυξάνοταν ανάλογα με το μέγεθος της φλεβικής παλινδρομησης, αλλά δεν υπήρχε σαφής διαχωρισμός μεταξύ των μελών με μέτρια και εκείνων με σοβαρή παλινδρομηση αίματος (Welch et al, 1992).

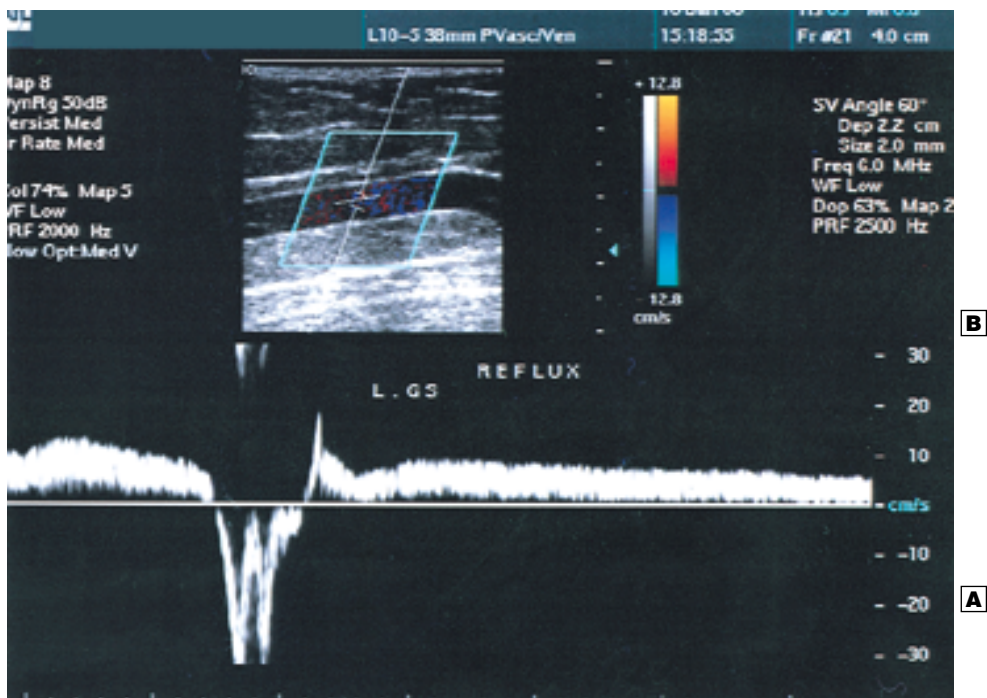
Για την αξία της πληθυσμογραφίας αέρα αναφερθήκαμε λεπτομερώς στο κεφάλαιο της παθοφυσιολογίας και υπογραμμίζουμε ότι τα κύρια μειονεκτήματα της μεθόδου είναι η μη ικανότητα όλων των ασθενών να υποστούν την εξέταση και η αδυναμία πολύ καλής συνεργασίας, η οποία απαιτείται για την ορθή διεκπεραίωση της εξέτασης.

3.7 DUPLEX ΚΑΙ ΕΓΧΡΩΜΗ DOPPLER ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΙΑ

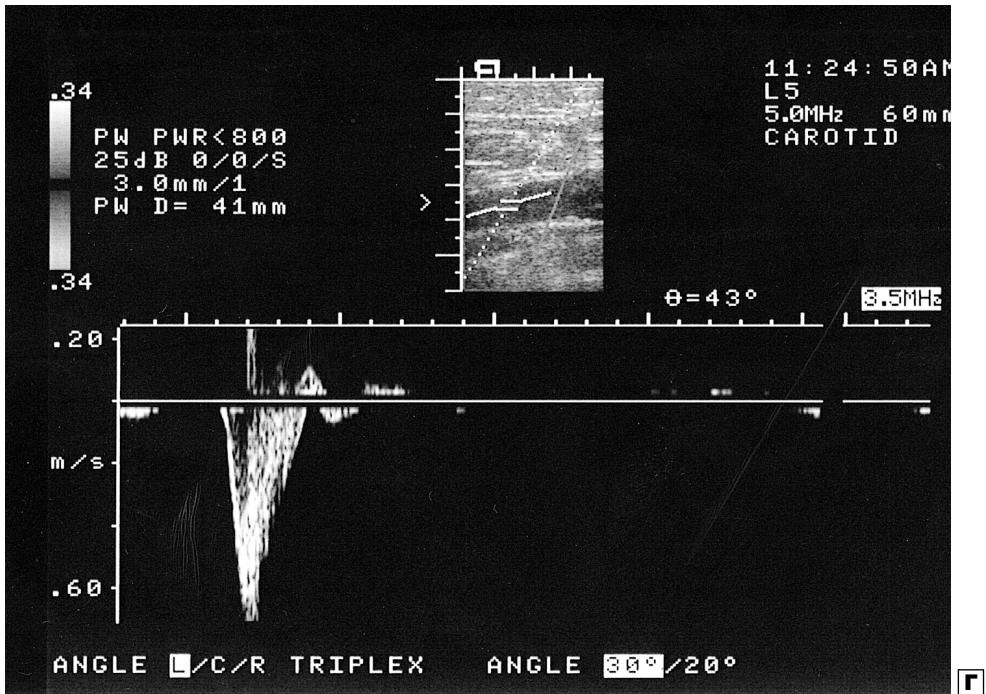
Η Duplex υπερηχογραφία περιγράφηκε για πρώτη φορά από τον Barber et al το 1974 και συνδυάζει την δύο διαστάσεων υπερηχογραφία μαζί με την doppler υπερηχογραφία. Η δύο διαστάσεων υπερηχογραφία απεικονίζει το τοίχωμα των αγγείων, τόσο εγκάρσια όσο και κατά μήκος της αξονικής γραμμής, δίνει ανατομικές πληροφορίες που αφορούν στην τοποθεσία και πορεία των εξεταζόμενων αγγείων και είναι οδηγός στην ακριβή τοποθέτηση του δείγματος

Doppler στον αυλό του αγγείου και στην περιοχή ενδιαφέροντος, για την λήψη σωστών κυματομορφών που στοχεύουν στην μελέτη της αιμοδυναμικής της περιοχής, δηλαδή στη μελέτη της ροής του αίματος. Επιπρόσθετα, η χρήση της έγχρωμης Doppler απεικόνιση απλουστεύει την μελέτη των αιμοδυναμικών φαινομένων και της κατεύθυνσης της ροής του αίματος.

Αναλυτικότερα, με την δύο-διαστάσεων απεικόνιση μελετώνται ένα προς ένα τα αγγεία ενδιαφέροντος, τόσο για την κατάσταση του αυλού των, όσο και για την πορεία τους κατά μήκος του μέλους. Η χρήση των κυματομορφών Doppler και της έγχρωμης Doppler απεικόνιση, όσον αφορά την μελέτη της φλεβικής ανεπάρκειας, μας δίνει πληροφορίες οι οποίες αφορούν την βατότητα των φλεβών και την κατεύθυνση κίνησης του αίματος για την μελέτη της βαλβιδικής επάρκειας ή ανεπάρκειας. Όπως φαίνεται στην Εικ. 3.2 το τμήμα της κυματομορφής κάτω από την βασική γραμμή υποδηλώνει κατεύθυνση κίνησης του αίματος προς την καρδιά (μετά από περιφερική συμπίεση του μέλους), ενώ το τμήμα της κυματομορφής επάνω από την βασική γραμμή υποδηλώνει παλίνδρομο ροή αίματος (μετά την εκτόνωση της περιφερικής συμπίεσεως), δηλ βαλβιδική ανεπάρκεια. Στην περίπτωση της επάρκειας των φλεβικών βαλβίδων το τμήμα της κυματομορφής επάνω από την βασική γραμμή απουσιάζει.



Εικ. 3.2 Α: Περιφερική συμπίεση του κάτω μέλους έχει ως αποτέλεσμα ενίσχυση της φλεβικής ροής (τμήμα της κυματομορφής κάτω από τη βασική γραμμή). **Β:** Εκτόνωση της περιφερικής συμπίεσης, στη περίπτωση της φλεβικής βαλβιδικής ανεπάρκειας, έχει ως αποτέλεσμα παλίνδρομη ροή αίματος κατά μήκος της εξεταζόμενης φλέβας (τμήμα της κυματομορφής πάνω από τη βασική γραμμή).

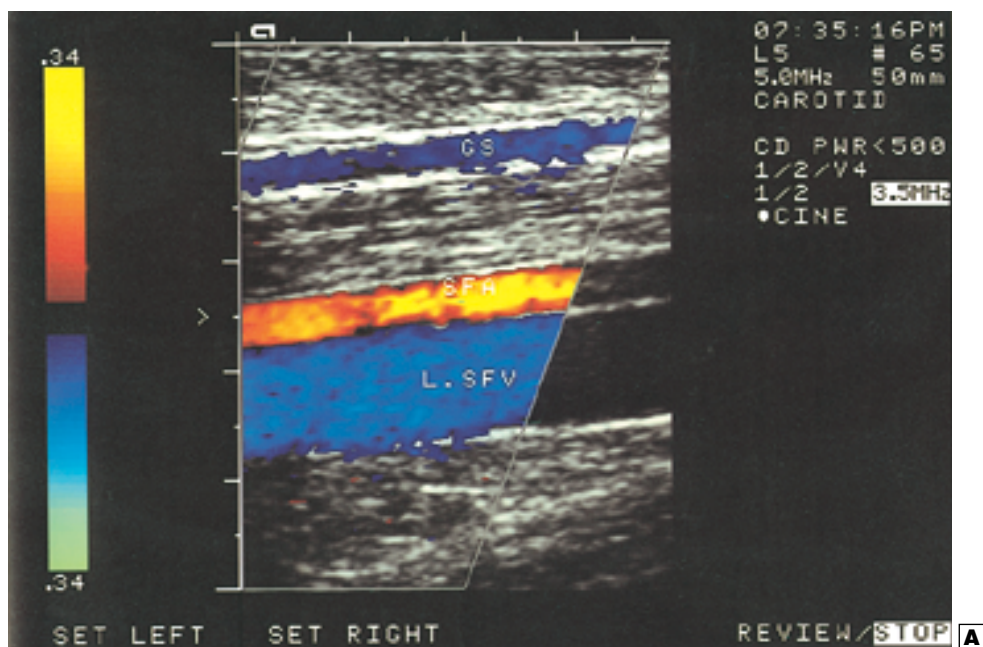


Εικ. 3.2 Γ: Στην περίπτωση της επάρκειας των φλεβικών βαλβίδων το τμήμα της κυματομορφής πάνω από την βασική απουσιάζει.

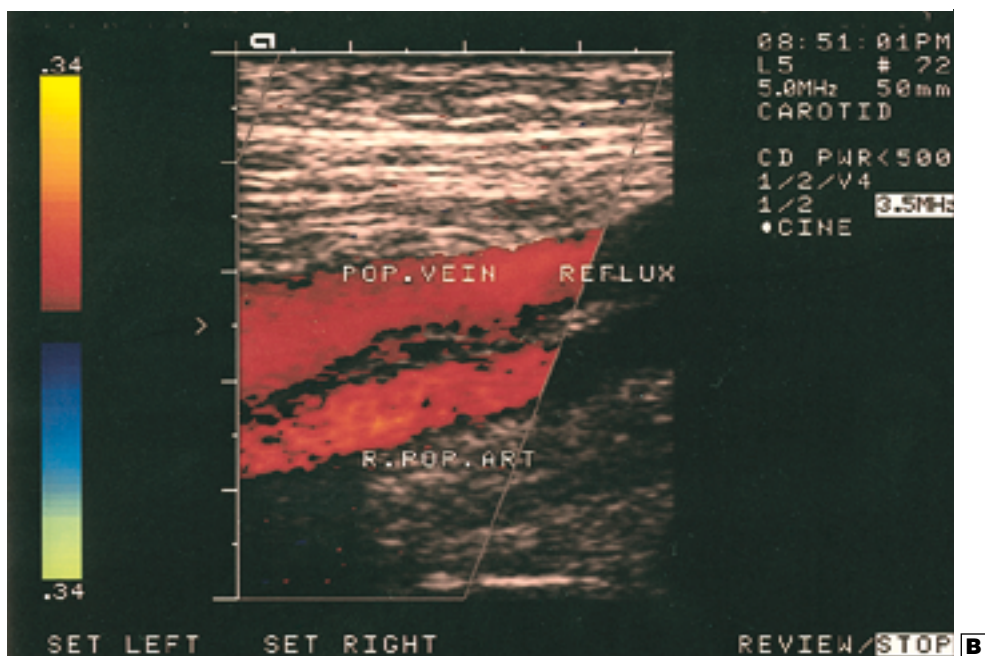
Η εκτίμηση της βαλβιδικής ανεπάρκειας με την μέθοδο αυτή γίνεται με τον ασθενή σε όρθια θέση για την εκμετάλευση της βαρύτητας. Μελετώνται δε όλα τα φλεβικά στελέχη ένα προς ένα τμηματικά και σε όλο τους το μήκος. Με την έγχρωμη Doppler απεικόνιση η ροή του αίματος εμφανίζεται χρωματίζοντας τον αυλό της φλέβας κόκκινο όταν η ροή είναι προς την περιφέρεια (ανεπάρκεια) και μπλέ όταν η ροή είναι προς την καρδιά (Εικ. 3.3).

Η τεχνική ενίσχυσης της ροής του αίματος είναι ίδια με αυτή η οποία ακολουθείται κατά την λήψη των κυματομορφών δηλ η περιφερική συμπίεση ακολουθούμενη από απότομη εκτόνωση της συμπίεσεως.

Στην αρχή, η Duplex υπερηχογραφία, όσον αφορά τις φλεβικές παθήσεις, χρησιμοποιήθηκε για την διάγνωση της φλεβικής θρόμβωσης (Talbot, 1982: Hannan et al, 1986), ενώ σήμερα χρησιμοποιείται και για την μελέτη της φλεβικής βαλβιδικής ανεπάρκειας (Sandanger et al, 1986: Rollins et al, 1986: Szendro et al, 1986). Με την εφαρμογή της μεθόδου, είναι δυνατόν να διερευνηθεί η σχετική συμμετοχή του εν τω βάθει και επιπολής φλεβικού συστήματος ή τμημάτων τους στην εκδήλωση της φλεβικής βαλβιδικής ανεπάρκειας (Weingarten et al, 1993: Hanrahan et al, 1991: Sethia and Darke 1984: McMullin et al, 1989: Lees and Lambert, 1993). Η χρήση της μεθόδου δίνει ακριβείς ανατομικές πληροφορίες, οι



Εικ. 3.3 Α: Ροή αίματος μέσα σε φυσιολογική φλέβα με κατεύθυνση προς την καρδιά χρωματίζεται μπλε, (Μείζων σαφηνής και επιπολής μηριαία φλέβα). Στην ίδια εικόνα κόκκινη χρωματίζεται η επιπολής μηριαία αρτηρία, με κατεύθυνση ροής αντίθετη από αυτή της φλέβας δηλαδή προς τη περιφέρεια. **Β:** Παλινδρομη ροή αίματος (φλεβική βαλβιδική ανεπάρκεια) χρωματίζεται κόκκινη, σημειώστε τον κόκκινο χρωματισμό τόσο της αρτηρίας όσο και της παρακείμενης φλέβας με ανεπάρκεια βαλβίδων.



οποίες αφορούν το φλεβικό σύστημα σε περιοχές με πολύπλοκη ανατομία, όπως η ιγνυακή κοιλότητα (Vasdekis et al, 1989: Engel et al, 1991: Engel et al, 1994).

Τα αποτελέσματα της Duplex υπερηχογραφίας έχουν πολύ καλή συσχέτιση με τα αποτελέσματα της φλεβογραφίας, ενώ η υπερηχογραφία έχει το πλεονέκτημα του ότι είναι μέθοδος αναίμακτη και ακίνδυνη (Baker et al, 1991). Ωστόσο, πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ότι η Duplex υπερηχογραφία υποβοηθούμενη με έγχρωμο Doppler υπερτερεί της φλεβογραφίας στην ανάδειξη της φλεβικής παλινδρόμησης ως αποτέλεσμα της βαλβιδικής ανεπάρκειας (Neglen and Raju, 1992: Welch et al, 1992: Valentin et al, 1993).

Σήμερα η Duplex υπερηχογραφία, υποβοηθούμενη με έγχρωμο Doppler, είναι η μέθοδος επιλογής, για την ανίχνευση και το προσδιορισμό της έκτασης της φλεβικής βαλβιδικής ανεπάρκειας. Ωστόσο η μέθοδος αδυνατεί να μας δώσει πληροφορίες οι οποίες αφορούν τη λειτουργία της μυοφλεβικής αντλίας και τη περιπατητική φλεβική πίεση ή τη φλεβική πίεση των κάτω μελών κατά την ανάπαυση.

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV

ΚΛΙΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ Η ΦΥΣΗ ΤΗΣ ΦΛΕΒΙΚΗΣ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΤΩΝ ΚΑΤΩ ΜΕΛΩΝ ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΠΡΩΤΟΠΑΘΕΙΣ ΦΛΕΒΙΚΟΥΣ ΚΙΡΣΟΥΣ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι πρωτοπαθείς φλεβικοί κιρσοί των κάτω μελών, αν και γνωστοί από την εποχή του Ιπποκράτη, κεντριζούν και σήμερα το ερευνητικό ενδιαφέρον, αφού εξακολουθούν να παραμένουν αδιευκρίνιστες απόψεις ως προς την παθογένεια τους και την συγκεκριμένη εξέλιξή τους. Η εφαρμογή ποικίλων θεραπευτικών προσεγγίσεων και ιδιαίτερα το υψηλά κυμαινόμενο ποσοστό της υποτροπής (7-40%) μετά την εφαρμογή της κλασικής χειρουργικής θεραπείας της εκκρίζωσης (stripping) των σαφηνών φλεβών, δείχνουν ότι η αιτιοπαθογενετική αντιμετώπιση τους δεν μπορεί να θεωρηθεί ικανοποιητική. (Ludbrook J 1963, Dale WA et al 1975, Katsamouris AN et al 1989, Egen SA 1943).

Η επικρατέστερη παθογενετική άποψη των πρωτοπαθών φλεβικών κιρσών των κάτω μελών είναι αυτή της βλάβης του φλεβικού τοιχώματος και της ανεπάρκειας των βαλβίδων του επιπολής και των διατριαινουσών φλεβών των κάτω μελών, σε συνδυασμό με την επίδραση της φλεβικής παλινδρομικής (βαρυντικής ενέργειας).

Παίρνοντας υπόψη και την λειτουργική κατάσταση του εν τω βάθει φλεβικού συστήματος, πιστεύουμε ότι τα αποτελέσματα της θεραπείας των πρωτοπαθών φλεβικών κιρσών των κάτω μελών θα βελτιωθούν σημαντικά εάν είναι γνωστή προεγχειρητικά η ακριβής μορφολογική και λειτουργική (αιμοδυναμική) κατάσταση του συνόλου του φλεβικού συστήματος του πάσχοντος μέλους. Παράλληλα, η μη εκκρίζωση μορφολογικά και λειτουργικά επαρκών μειζόνων φλεβικών στελεχών θα έδινε τη δυνατότητα ενδεχόμενης χρησιμοποίησής τους μελλοντικά ως παρακαμπτήριων αρτηριακών μοσχευμάτων.

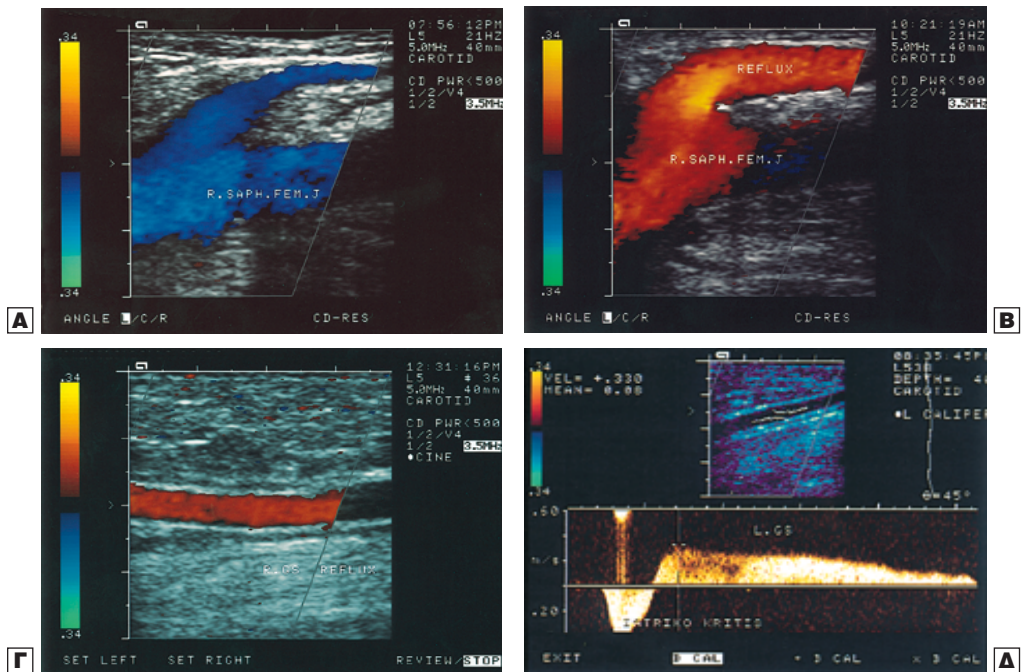
Σκοπός της μελέτης αυτής είναι η λεπτομερής εκτίμηση του φλεβικού συστήματος των κάτω μελών σε ασθενείς οι οποίοι πάσχουν από πρωτοπαθείς φλεβικούς κιρσούς με την εφαρμογή της έγχρωμης Doppler υπερηχογραφικής απεικόνισης.

4.2 ΑΣΘΕΝΕΙΣ - ΜΕΘΟΔΟΣ

Η μελέτη βασίζεται στην εκτίμηση του φλεβικού συστήματος των κάτω μελών 165 ασθενών με πρωτοπαθείς φλεβικούς κιρσούς εντοπισμένους σε 219 κάτω μέλη. Δηλαδή 54 ασθενείς (33%) είχαν αναπτύξει φλεβικούς κιρσούς και στα δύο κάτω μέλη. Η διάμεση (median) ηλικία των ασθενών ήταν 40 χρόνια, με μικρότερη 17 χρόνια και μεγαλύτερη 74 χρόνια. Εκατόν δεκαεννιά (72%) από αυτούς ήταν γυναίκες και σαράντα έξι (28%) άνδρες. Η διάρκεια διάρκεια των συμπτωμάτων ήταν 21 χρόνια, με μικρότερη 2 και μεγαλύτερη 51 χρόνια. Οι ασθενείς εξετάστηκαν κατά την χρονική περίοδο Σεπτέμβριος 1991 - Σεπτέμβριος 1997. Τόσο το ιστορικό όσο και η κλινική εξέταση εστιάστηκαν λεπτομερώς στην φλεβική νόσο (Rutherford RB. 1989).

Από την μελέτη αποκλείστηκαν ασθενείς με:

1. Προηγούμενη αγγειοχειρουργική επέμβαση ή σκληρυντική θεραπεία των κιρσών
2. Ιστορικό θρόμβωσης των εν τω βάθει φλεβών.
3. Ιστορικό καρδιακής νόσου, συστηματικής υπέρτασης, σακχαρώδη διαβή-



Εικ. 4.1 Έγχρωμη Doppler απεικόνιση του επιπολής φλεβικού συστήματος των κάτω μελών του σώματος. **A:** Φυσιολογική απεικόνιση της σαφηνομηριαίας συμβολής (μπλε χρώμα) στη φάση της εκροής, με τον ασθενή σε ύπτια θέση. **B:** Ανεπάρκεια της σαφηνομηριαίας (κόκκινο χρώμα) κατά τη δοκιμασία Valsalva. **Γ:** Ανεπάρκεια του κύριου κλάδου της μείζονος σαφηνούς στην μεσότητα του μηρού (κόκκινο χρώμα) σε όρθια θέση κατά τη δοκιμασία μάλαξης-χάλασης της γαστροκνημίας. **Δ:** Κυματομορφή Doppler ενδεικτική βαλβιδικής ανεπάρκειας κατά μήκος της μείζονος σαφηνούς. Με τη βοήθεια της κυματομορφής μετράται η μέγιστη ταχύτητα παλινδρόμησης σε m/sec. Γνωρίζοντας τη διάμετρο της φλέβας από τη δύο διαστάσεων απεικόνιση, υπολογίζουμε τον όγκο της μέγιστης φλεβικής παλινδρό-

τη,πνευμονικής νόσου, περιφερικής νευροπάθειας, διαταραχών του πηκτικού μηχανισμού και κατάγματα των κάτω μελών.

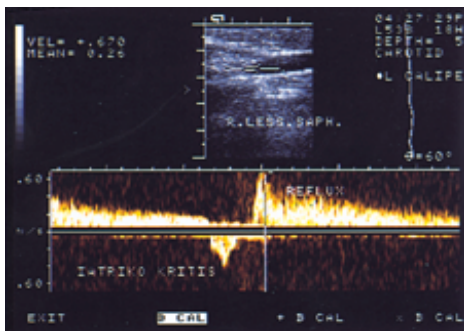
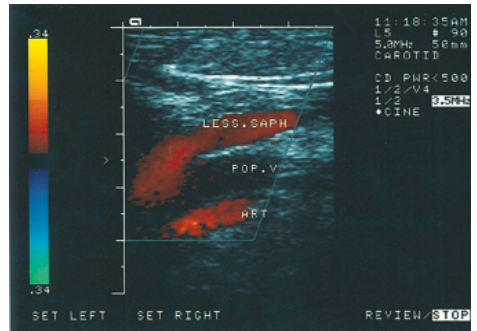
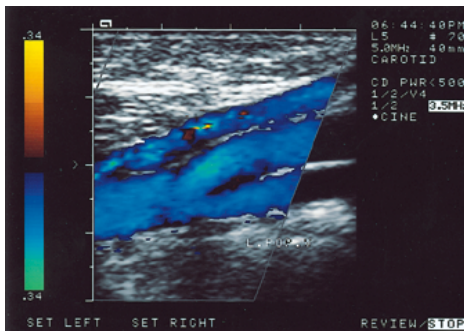
4. Αρτηριοπάθεια ή ιστορικό επέμβασης για αρτηριακή νόσο.

Το σύνολο των γυναικών, εκτός από 28, είχε τεκνοποιήσει (1-6 παιδιά).

Όλα τα πάσχοντα μέλη είχαν ορατούς φλεβικούς κίρσους και από κλινική άποψη η βαρύτητα της χρόνιας φλεβικής ανεπάρκειας ήταν 2ου και 3ου βαθμού, σύμφωνα με την ταξινόμηση της Αγγειοχειρουργικής Εταιρείας Βορείου Αμερικής (Porter JM, et al 1988).

Όλοι οι ασθενείς υποβλήθηκαν σε λεπτομερή εξέταση του φλεβικού συστήματος των συμπτωματικών μελών με την μέθοδο της έγχρωμης Doppler υπερηχογραφικής απεικόνισης (δύο διαστάσεων μορφομετατροπίας 5 MHz συζευγμένος με 5 και 7.5 MHz παλμικό Doppler, Acuson Model XP 10). Στα ασυμπτωματικά μέλη η μελέτη εστιάστηκε μόνο στη σαφηνομυριαία και σαφηνόιγνιακή συμβολή. Τα αποτελέσματα εκτιμήθηκαν κατά τη διεξαγωγή της εξέτασης και κατά την επανεξέταση των στιγμιαίων έγχρωμων εικόνων και του video.

Οι ασθενείς εξετάστηκαν σε ύπτια, όρθια και πρηνή θέση. Η μεθοδολογία

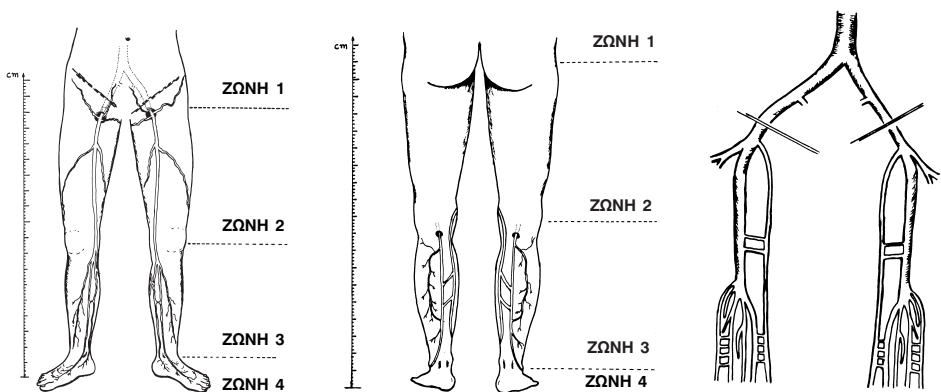


μησης σε ml/s. Στη συγκεκριμένη περίπτωση η τιμή της μέγιστης παλιδρόμησης ευρέθει 0.38 ml/s. **E:** Φυσιολογική απεικόνιση (μπλε χρώμα) της ιγνυακής φλέβας στο ύψος της σαφηνοιγνιακής συμβολής, ενώ απεικονίζεται και η εκβολή της γαστροκνημίας φλέβας. **ΣΤ:** Ανεπάρκεια της ελάσσονος σαφηνούς (κόκκινο χρώμα), σε όρθια θέση, ενώ η ιγνυακή φλέβα ελέγχεται επαρκώς (απουσία ροής), κατά τη δοκιμασία μάλαξης-χάλασης της γαστροκνημίας. Φυσιολογική ροή ανιχνεύεται στη σύστοιχο ιγνυακή αρτηρία (κόκκινο χρώμα). **Z:** Κυματομορφή Doppler ενδεικτική βαλβιδικής ανεπάρκειας της ελάσσονος σαφηνούς (0.30 ml/s). **H:** Ανεπάρκεια της ελάσσονος σαφηνούς κατά τη δοκιμασία valsalva. Η σύστοιχος ιγνυακή φλέβα ελέγχεται χωρίς ροή αίματος (επαρκής).

εφαρμογής της υπερηχογραφικής τεχνικής ήταν στις βασικές της αρχές η εξής: (Hanrahan LW, Araki CT, 1991: Hanrahan LW, Kechejian GI, 1991).

Αρχικά, εξετάστηκε το επιπολής και το εν τω βάθει φλεβικό σύστημα για το αποκλεισμό τυχόν φλεβικής θρόμβωσης, χρησιμοποιώντας τα κριτήρια που περιγράφηκαν από τους Karkow et al 1987. Η χαρτογράφηση του επιπολής φλεβικού συστήματος ήταν καθολική και περιελάμβανε τόσο μορφολογικά όσο και αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά των στελεχών της μείζονος και της ελάσσονος σαφηνούς φλέβας, καθώς και των κλάδων τους. Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά αφορούσαν το μέγεθος (διάμετρο) των φλεβών και την έκταση των κίρσων, ενώ τα αντίστοιχα αιμοδυναμικά την επάρκεια των φλεβικών βαλβίδων και κατά επέκταση την επάρκεια των φλεβικών στελεχών ή τμημάτων τους. Στις περιπτώσεις κατά τις οποίες τα ευρήματα της έγχρωμης Doppler υπερηχογραφικής απεικόνισης ήταν δηλωτικά ανεπάρκειας της μείζονος ή ελάσσονος σαφηνούς φλέβας, υπολογιζόταν, με τον ασθενή σε όρθια θέση και την εφαρμογή της δοκιμασίας της μάλαξης - χάλασης της γαστροκνημίας και το μέγεθος της μέγιστης φλεβικής παλινδρόμησης εκφρασμένο σε ml/sec. (Εικ. 4.1).

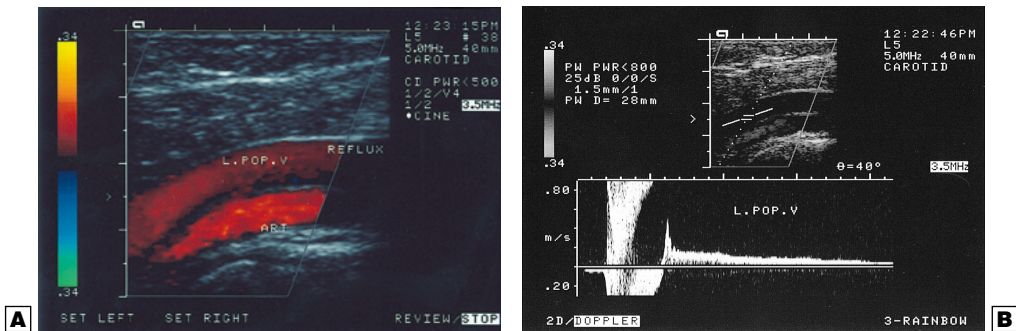
Η εντόπιση (κλινική και υπερηχογραφική) των φλεβικών κίρσων και των ανεπαρκών φλεβών σημειωνόταν σε ειδικό φύλλο σχηματικής αναπαράστασης του φλεβικού συστήματος των κάτω μελών, το οποίο, από τοπογραφική άποψη, ήταν χωρισμένο σε τέσσερις Ζώνες (Εικ. 4.2). Η Ζώνη 1 αφορούσε το φλεβικό σύστημα πάνω από το βουβωνικό σύνδεσμο, η Ζώνη 2 το τμήμα μεταξύ του βουβωνικού συνδέσμου και της επιγονατίδας, η Ζώνη 3 το τμήμα μεταξύ της επιγονατίδας και των σφυρών και η Ζώνη 4 το τμήμα περιφερικότερα των σφυρών (Karkow WS et al 1987). Η κατά τόπους παλινδρόμηση της φλεβικής αιματικής ροής στο επιπολής φλεβικό σύστημα ελέγχθηκε με τη δοκιμασία Valsalva και τη μάλαξη - χάλαση του σκέλους περιφερικότερα και κεντρικότερα του ηχοβολέα, ή, στις περιπτώσεις κατά τις οποίες οι ασθενείς δεν συνεργάζονταν, με τη δοκι-



Εικ. 4.2 Φύλλο σχηματικής αναπαράστασης, κατά ζώνες, του φλεβικού συστήματος των κάτω μελών, όπου σημειωνόταν η εντόπιση (κλινική και υπερηχογραφική) των φλεβικών κίρσων και των ανεπαρκών φλεβών.

μασία εκπνοής σε κλειστό αγωγό. Εκεί όπου οι δοκιμασίες αυτές ήταν αρνητικές για φλεβική παλινδρόμηση επιπολής φλεβικών στελεχών, εφαρμόστηκε η τεχνική της συμπίεσης της υπό απεικόνιση φλέβας με το δάκτυλο του εξεταστή και με φορά αντίστροφη προς την φλεβική ροή.

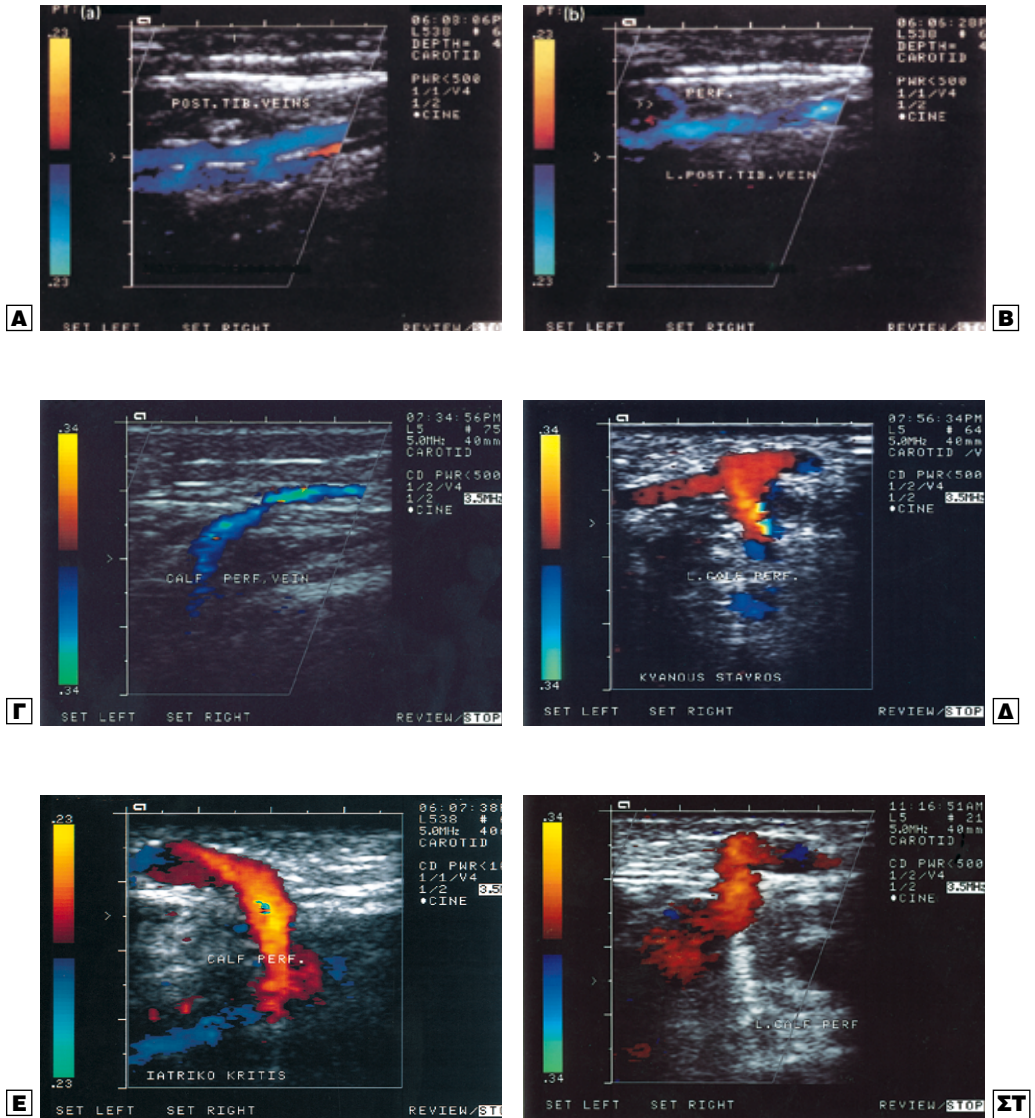
Η μελέτη του εν τω βάθει φλεβικού συστήματος εστιάστηκε στις εξής περιοχές: Κοινή μηριαία φλέβα, σαφηνομηριαία συμβολή, επιπολής μηριαία και ιγνυακή φλέβα και σαφηνοιγνυακή συμβολή. Η βαλβιδική ακεραιότητα των φλεβικών αυτών περιοχών καθορίστηκε με τη δοκιμασία VALSALVA και τη μάλαξη - χάλαση του σκέλους κεντρικότερα και περιφερικότερα του ηχοβολέα ή την εκπνοή σε κλειστό αγωγό. Ειδικότερα, για την εκτίμηση της επάρκειας της ιγνυακής φλέβας και της σαφηνοιγνυακής συμβολής εφαρμόστηκε η μάλαξη - χάλαση της γαστροκνημίας και με τον ασθενή σε όρθια θέση (Εικ. 4.3). Στη θέση αυτή καθορίστηκε και η ποσότητα τυχόν φλεβικής παλινδρόμησης στην ιγνυακή φλέβα εκφρασμένη σε ml/sec.



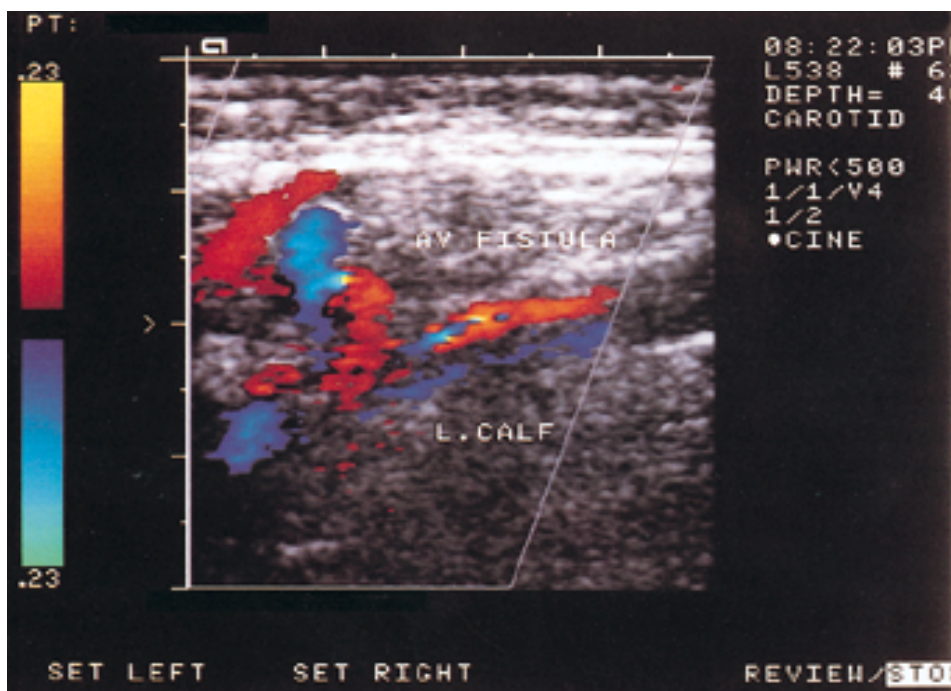
Εικ. 4.3 Ανεπάρκεια της ιγνυακής φλέβας με τον ασθενή σε όρθια θέση. Η ανεπάρκεια καταγράφεται κατά τη δοκιμασία μάλαξης-χάλασης της γαστροκνημίας **A**: Κόκκινο χρώμα κατά μήκος της φλέβας είναι ενδεικτικό ανεπάρκειας, ενώ με κόκκινο χρώμα απεικονίζεται και η σύστοιχος φυσιολογική ιγνυακή αρτηρία. **B**: Το τμήμα της κυματομορφής πάνω από τη βασική γραμμή υποδηλώνει την ανεπάρκεια της ιγνυακής φλέβας και χρησιμοποιείται μαζί με τη διάμετρο της φλέβας για τον υπολογισμό της μέγιστης φλεβικής παλινδρόμησης σε ml/s.

Για να καθορισθεί ο ρόλος της υπερηχογραφικής απεικόνισης στην ποσοτική εκτίμηση της φλεβικής ανεπάρκειας συσχετίστηκε το μέγεθος της φλεβικής παλινδρόμησης με την περιπατητική φλεβική πίεση 20 ασθενών, 10 2ου σταδίου και 10 3ου κλινικού σταδίου φλεβικής ανεπάρκειας (Porter GM et al, 1988).

Ως διατιτραίνουσες φλέβες καθορίστηκαν τα αγγεία τα οποία διαπερνούν την μηριαία ή την κνημιαία περιτονία και συνδέουν το επιπολής φλεβικό σύστημα με τα εν τω βάθει διαμερίσματα του μηρού ή της κνήμης (Εικ. 4.4). Στοιχεία τα οποία επιβεβαίωναν το φλεβικό τους χαρακτήρα ήταν: (1) η καταρρέσιμη ιδιότητα του τοιχώματός τους με την εφαρμογή ήπιας συμπίεσης του ηχοβολέα, (2) η απουσία σφνγμικού χαρακτήρα ροής, (3) η παύση ροής κατά την μάλαξη των υποκείμενων μυών και (4) η επανεμφάνιση της φλεβικής ροής με τη χάλαση των μυών. Με τις μαλάξεις των υποκείμενων μυών καθορίστηκε



Εικ.4.4 Ως διατριπαινουσες φλέβες καθορίστηκαν τα αγγεία τα οποία διαπερνούσαν τη μηριαία ή κνημιαία περιτονία και συνέδεαν το επιπολής φλεβικό σύστημα με τα εν τω βάθει διαμερίσματα του μηρού ή της κνήμης. **A:** Απεικόνιση του ζεύγους των οπισθίων κνημιαίων φλεβών και αναστοματικών κλάδων τους. Ένα μικρό τμήμα της συστοίχου αρτηρίας απεικονίζεται κόκκινο. **B:** Μία εκ των δύο οπισθίων κνημιαίων φλεβών με φυσιολογική απεικόνιση (μπλε χρώμα) διατριπαινουσας κατά τη συμπίεση της κνήμης περιφερικώτερα. **Γ:** Απεικόνιση φυσιολογικής ροής σε διατριπαινουσα της κνήμης κατά τη συμπίεση περιφερικώτερα και με τον ασθενή σε όρθια θέση (μπλε χρώμα). **Δ:** Ανεπαρκούσα κνημιαία διατριπαινουσα (κόκκινο χρώμα) με ταυτόχρονη ανεπάρκεια του κύριου κλάδου της μείζονος σαφηνούς. Η συμβολή της διατριπαινουσας με τη μείζονα σαφηνή απεικονίζεται με τη μορφή T. **E:** Ανεπαρκούσα κνημιαία διατριπαινουσα (κόκκινο χρώμα) με φυσιολογική ροή (μπλε χρώμα) στην οπίσθια κνημιαία φλέβα, με τον ασθενή σε όρθια θέση και συμπίεση περιφερικώτερα. **ΣΤ:** Ανεπαρκούσα κνημιαία διατριπαινουσα.



Εικ. 4.5 Ανεπαρκύσα διατιτραίνουσα με αρτηριοφλεβικό χαρακτήρα. Το μωσαϊκό χρωμάτων είναι ενδεικτικό της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας.

η επάρκεια των βαλβίδων των διατιτραίνουσών φλεβών (Εικ. 4.4). Στις περιπτώσεις όπου ο χαρακτήρας της αιματικής ροής ήταν σφυγμικός (αρτηριακός) και το διατιτραίνον αγγείο συνδεόταν με φλέβα του επιπολής φλεβικού συστήματος, αυτό χαρακτηριζόταν ως αρτηριοφλεβική επικοινωνία (Εικ. 4.5). Στις περιπτώσεις αυτές λαμβανόταν δείγμα αίματος από την αντίστοιχη επιπολής φλέβα και γινόταν αεριομετρικός προσδιορισμός.

Τα στοιχεία των μεταβολών του χρώματος και των μεταβολών του ήχου της έγχρωμης Doppler υπερηχογραφικής απεικόνισης ήταν άκρως υποβοηθητικά για τον εντοπισμό και καθορισμό τόσο των μορφολογικών όσο και των λειτουργικών χαρακτηριστικών των φλεβών. Σε όλες τις περιπτώσεις, η διαπίστωση παλινδρόμησης της φλεβικής ροής σημειώθηκε ως βαλβιδική ανεπάρκεια.

Κανένας από τους ασθενείς της μελέτης αυτής δεν υποβλήθηκε σε φλεβογραφία. Σε 135 από αυτούς εφαρμόστηκε “σκληρυντική” ή χειρουργική θεραπεία στην οποία έγινε επιλεκτική αφαίρεση, εκκρίζωση και η απολίνωση των κρισωδών και ανεπαρκών φλεβικών κλάδων και φλεβικών στελεχών του επιπολής φλεβικού συστήματος, καθώς και των ανεπαρκών διατιτραίνουσών φλεβών, σύμφωνα με τα ευρήματα της έγχρωμης Doppler υπερηχογραφικής απεικόνισης. Οι υπόλοιποι 30 ασθενείς βρίσκονται υπό παρακολούθηση.

4.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Σε 31 από τα 111 ασυμπτωματικά κάτω μέλη (28%) διαπιστώθηκε ανεπάρκεια της σαφηνομηριαίας (27 μέλη) και της σαφηνοιγνυακής συμβολής (4 μέλη).

Τα αποτελέσματα στα 219 μέλη με κλινικά εκδηλωμένους κιρσούς ήταν:

1. Σε 169 μέλη (77%) ταυτόχρονα με την ύπαρξη κιρσών στους άμεσους και έμμεσους κλάδους της μείζονος και ελάσσονος σαφηνούς φλέβας, διαπιστώθηκε και ανεπάρκεια των μεγάλων αυτών φλεβικών στελεχών. Σε 135 από τα μέλη αυτά (80%) υπήρχε ανεπάρκεια της μείζονος, σε 8 (5%) ανεπάρκεια της ελάσσονος, ενώ σε 26 μέλη (15%) διαπιστώθηκε ταυτόχρονη ανεπάρκεια της μείζονος και ελάσσονος σαφηνούς φλέβας. Δηλαδή, επί του συνόλου των 219 συμπτωματικών μελών το 61% είχε ανεπάρκεια μόνο της μείζονος σαφηνούς φλέβας, το 4% ανεπάρκεια μόνο της ελάσσονος σαφηνούς φλέβας και το 12% ταυτόχρονη ανεπάρκεια των φλεβικών αυτών στελεχών. Αντίθετα, στα υπόλοιπα 50 μέλη (23%) οι φλεβικοί κιρσοί αφορούσαν μόνο τους άμεσους και έμμεσους κλάδους της μείζονος και ελάσσονος σαφηνούς φλέβας, ενώ οι φλεβες αυτές ελέγχθηκαν φυσιολογικές.

Σε 7 από τα 50 αυτά μέλη, οι φλεβικοί κιρσοί έδιναν την επισκοπική εικόνα μεμονομένων φλεβικών διευρύνσεων διαμέτρου 0.5 - 1.5 cm. Στις περιπτώσεις αυτές οι κιρσοί εντοπιζόνταν αποκλειστικά στην κνήμη, δεν είχαν καμμία άμεση επικοινωνία με τα μεγάλα στελέχη της μείζονος και ελάσσονος σαφηνούς φλέβας, το σήμα Doppler ήταν σφρυγμικό (αρτηριακό) και απεικονιστικά φαινονταν να επικοινωνούν με τον υπό την κνημιαία περιτονία χώρο, καθώς και με κλάδους του πρόσθιου ή οπίσθιου φλεβικού τόξου της κνήμης. Τον αρτηριοφλεβικό χαρακτήρα των κιρσών αυτών επιβεβαίωσε και ο αεριομετρικός προσδιορισμός των δειγμάτων αίματος από αυτούς, ο οποίος ήταν παρόμοιος με αυτόν του αίματος της κερκιδικής αρτηρίας.

2. Στα 32 (20%) από τα 161 μέλη που διαπιστώθηκε ανεπάρκεια της μείζονος σαφηνούς φλέβας, η ανεπάρκεια ξεκινούσε από τη σαφηνομηριαία συμβολή και έφθανε μόνο μέχρι την περιοχή κάτω από το γόνατο, σε 8 (5%) η θέση των ανεπαρκών βαλβίδων εντοπίστηκε μόνο στο κεντρικό τμήμα του φλεβικού στελέχους, ενώ στα υπόλοιπα 121 άκρα (75%) ανεπαρκούσε ολόκληρη η μείζων σαφηνής φλέβα. Από τις 34 περιπτώσεις της ανεπάρκειας της ελάσσονος σαφηνούς φλέβας, οι 22 αφορούσαν όλο το στέλεχος της φλέβας, ενώ οι υπόλοιπες 12 τα δύο κεντρικά τριτημόρια του.

3. Η κατανομή των ανεπαρκών κλάδων των δύο μεγάλων φλεβικών στελεχών στα κάτω άκρα συνοψίζεται στο Πίνακα 4.1. Η έγχρωμη Doppler υπερηχογραφική απεικόνιση αποκάλυψε την ύπαρξη περισσότερων ανεπαρκών κλάδων σε σχέση με την κλινική εξέταση σε όλες τις Ζώνες. Ωστόσο, η διαφορά αυτή ήταν στατιστικώς σημαντική μόνο στην Ζώνη 2 ($p < 0.05$, unpaired Student's t-test).

4. Στην όρθια θέση και κατά την δοκιμασία της μάλαξης-χάλασης της γαστροκνημίας, η μέγιστη παλινδρόμηση της φλεβικής ροής στα 161 ανεπαρκούντα στελέχη της μείζονος σαφηνούς φλέβας (μετρημένη στην περιοχή του

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1

Η τοπογραφική κατά Ζώνες κατανομή των ανεπαρκών κλάδων της μείζονος και ελάσσονος σαφηνούς φλέβας στα 219 συμπτωματικά άκρα. (Η επεξήγηση των Ζωνών αναφέρεται στο κείμενο)

ΖΩΝΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ	ΑΚΡΩΝ ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ
1	26 (12%)	15 (07%)
2	138 (63%)	77 (35%)*
3	190 *(88%)	181 (83%)
4	107 (49%)	101 (46%)

* Στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο μεθόδων στην αντίστοιχη Ζώνη.

άνω τεταρτημορίου του μηρού) βρέθηκε να κυμαίνεται από 0.2 μέχρι 2.5 ml/sec (μέση τιμή : 0.72 ml/sec). Η σύγκριση των τιμών αυτών με την μέση περιπατητική φλεβική πίεση των 20 ασθενών 2^{ου} και 3^{ου} κλινικού σταδίου φλεβικής ανεπάρκειας έδειξε ότι το μέγεθος της φλεβικής παλινδρόμησης δεν ήταν καθοριστικό της βαρύτητας του κλινικού συνδρόμου.

5. Η κατανομή των ανεπαρκών βαλβίδων στα μεγάλα στελέχη του εν τω βάθει φλεβικού συστήματος των μελών με φλεβικούς κιρσούς συνοψίζεται στον Πίνακα 4.2. Σε 55 από τα συμπτωματικά κάτω μέλη (25%) βρέθηκε και ανεπάρκεια των εν τω βάθει φλεβών. Η μέγιστη πλειοψηφία των μελών με ανεπαρκείς βαλβίδες των εν τω βάθει φλεβών διαπιστώθηκε στα 169 μέλη, στα οποία οι φλεβικοί κιρσοί συνοδεύονταν από ανεπάρκεια της μείζονος ή ελάσσονος σαφηνούς φλέβας. Στις ένδεκα περιπτώσεις ανεπάρκειας της ιγνυακής φλέβας, η μέγιστη παλινδρόμηση της ροής κυμαινόταν από 2.3 έως 4.5 ml/sec, αντίστοιχα. Στις δύο περιπτώσεις της ταυτόχρονης ανεπάρκειας της κοινής μηριαίας, της επιπολής μηριαίας και της ιγνυακής φλέβας, η μέγιστη φλεβική παλινδρόμηση που καταγράφηκε ήταν 8 ml/sec. Στις περιπτώσεις αυτές οι ασθενείς είχαν όλοι σημαντικό οίδημα σφυρών κατά την ορθοστασία. Στα 50 μέλη με φλεβικούς κιρσούς των κλάδων του επιπολής φλεβικού συστήματος τα οποία είχαν άκεραια τα μεγάλα φλεβικά στελέχη της μείζονος και ελάσσονος σαφηνούς φλέβας, μόνο τρία είχαν ανεπάρκεια των εν τω βάθει φλεβών (ιγνυακή φλέβα). Η ανεπάρκεια δε αυτή ήταν μικρή και δεν ξεπερνούσε τα 1.6 ml/sec σε καμία των περιπτώσεων.

6. Από το σύνολο των 219 συμπτωματικών μελών, σε 15 (7%) δεν ήταν δυνατή η ευκρινής διάκριση διατιτράινουσών φλεβών εξαιτίας του λιποιδήματος που ήταν αναπτυγμένο τοπικά. Από τα υπόλοιπα, σε 126 μέλη (62%) βρέθηκαν 204 ανεπαρκείς διατιτράινουσες. Σε κάθε άκρο αντιστοιχούσε κατά μέσο

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2

Η κατανομή των ανεπαρκών φλεβών του εν τω βάθει φλεβικού συστήματος στα 219 συμπτωματικά κάτω μέλη.

ΕΝΤΟΠΙΣΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΚΡΩΝ
Κ.Μ.Φ.*	24 (11%)
Ε.Μ.Φ.	07 (03%)
Ι.Φ.	11 (05%)
Κ.Μ.Φ. και Ε.Μ.Φ.	07 (03%)
Κ.Μ.Φ. και Ι.Φ.	04 (02%)
Κ.Μ.Φ. και Ε.Μ.Φ. και Ι.Φ.	02 (01%)
Σύνολο	55 (25%)

* Κ.Μ.Φ. = Κοινή μηριαία φλέβα. Ε.Μ.Φ. = Επιπολής μηριαία φλέβα.

Ι.Φ. = Γγνακική φλέβα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3

Η τοπογραφική κατά Ζώνες κατανομή των 204 ανεπαρκών διατιτραίνουσών φλεβών. (Η επεξήγηση των Ζώνων αναφέρεται στο κείμενο).

ΖΩΝΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΝΕΠΑΡΚΟΥΣΩΝ ΔΙΑΤΙΤΡΑΙΝΟΥΣΩΝ ΦΛΕΒΩΝ
1	00 (00%)
2	18 (09%)
3	172 (84%)
4	14 (07%)

όρο 1,6 διατιτραίνουσες. Ο μικρότερος και μεγαλύτερος δε αριθμός διατιτραίνουσών φλεβών κατά άκρο ήταν 1 και 5 αντίστοιχα. Η μέγιστη πλειοψηφία των ανεπαρκών διατιτραίνουσών φλεβών εντοπίστηκε στην Ζώνη 3 (Πίνακας 4.3). Η διάμετρος των ανεπαρκών διατιτραίνουσών φλεβών κυμάνθηκε από 2 μέχρι 14 mm (διάμεσος τιμή 4.9 mm).

7. Ο χρόνος εκτέλεσης της τεχνικής η οποία περιγράφηκε σε κάθε κάτω μέλος κυμαινόταν από 30-40 min. Το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου της εξέτασης αφιερώθηκε στην προσπάθεια αναζήτησης των διατιτραίνουσών φλεβών. Στις περιπτώσεις σημαντικού αριθμού και μεγάλης έκτασης φλεβικών κιρσών του επιπο-

λής φλεβικού συστήματος της κνήμης, η διερεύνηση των φυσιολογικών διατιτραινουσών φλεβών ήταν εξαιρετικά εργώδης. Για το λόγο αυτό, το ενδιαφέρον εστιάστηκε μόνο στην αναζήτηση των ανεπαρκών διατιτραινουσών φλεβών.

4.4 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα αποτελέσματα της μελέτης δείχνουν τη μεγάλη ετερογένεια της τοπογραφίας της φλεβικής ανεπάρκειας των κάτω μελών στους ασθενείς με πρωτοπαθείς φλεβικούς κιρσούς. Παρόμοια ετερογένεια στην τοπογραφία της φλεβικής ανεπάρκειας δημοσιεύτηκε και σε άλλες μελέτες. Οι Hanrahan et al, το 1991 διερευνώντας τις μορφές της φλεβικής ανεπάρκειας σε 54 κάτω μέλη με πρωτοπαθείς φλεβικούς κιρσούς, με τη μέθοδο της έγχρωμης Doppler υπερηχογραφικής απεικόνισης (μορφομετατροπέας 8 MHz συζευγμένος με 8 MHz παλμικό Doppler), διαπίστωσαν ότι το 28% των μελών είχαν ανεπάρκεια της μείζονος σαφηνούς φλέβας, το 2% ανεπάρκεια της ελάσσονος σαφηνούς φλέβας, το 41% ανεπάρκεια των εν τω βάθει φλεβών και το 46% ανεπάρκεια των διατιτραινουσών φλεβών. Επίσης, οι Koyano και Sakaguchi εφαρμόζοντας μη παλμικό ηχοβολέα Doppler 9.5 MHz (Doppler τσέπης) σε 337 κάτω μέλη με πρωτοπαθείς φλεβικούς κιρσούς, βρήκαν ότι μόνο το 60% από αυτά είχε ανεπάρκεια όλου του μήκους της μείζονος σαφηνούς φλέβας (Koyano K, Sakaguchi S, 1988).

Η συγκεκριμένη αυτή ετερογένεια της τοπογραφίας της φλεβικής ανεπάρκειας των κάτω άκρων με πρωτοπαθείς φλεβικούς κιρσούς υποδηλώνει ότι ο πρωτογενής παθογενετικός παράγοντας του συνδρόμου έχει μάλλον συστηματικό χαρακτήρα, αφού κάθε φλεβικό στέλεχος του κάτω μέλους μπορεί να προσβληθεί κατά το σύνδρομο αυτό. **Το γεγονός δε ότι 62 μέλη των ασθενών** της μελέτης αυτής με κιρσούς εντοπισμένους στους άμεσους και έμμεσους κλάδους της μείζονος και ελάσσονος σαφηνούς φλέβας έδειξαν απεικονιστική ακεραιότητα των μεγάλων επιπολής και εν τω βάθει φλεβών και **ότι μόνο 24 ανεπαρκείς διατιτραινουσες φλέβες** βρέθηκαν σε αυτά, συνηγορεί στο ότι ο παθογενετικός ρόλος της βαρυντικής ενέργειας (=ορθοστασίας) για τους πρωτοπαθείς φλεβικούς κιρσούς δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι έχει γενική ισχύ.

Επίσης, από τη μελέτη αυτή καθώς και από άλλες (Hanrahan LW et al 1991, O'Donnell TF et al 1977) φαίνεται ότι ο παθογενετικός ρόλος των ανεπαρκών διατιτραινουσών φλεβών στο υπό θεώρηση σύνδρομο είναι μάλλον περιορισμένος, αφού ούτε ο κατά μέσο όρο αριθμός τους κατά συμπτωματικό κάτω μέλος (1.6 στη μελέτη αυτή) μπορεί να θεωρηθεί σημαντικός από αιμοδυναμική άποψη, ούτε η συγκεκριμένη εντόπιση ή έκταση τους προδικάζουν την εντόπιση της ανεπάρκειας στο επιπολής φλεβικό σύστημα.

Επιπλέον, μελέτες που αφορούν ασθενείς με “μεταφλεβιτιδικό σύνδρομο” έχουν δείξει είτε με τη μέθοδο της έγχρωμης Doppler υπερηχογραφικής απεικόνισης είτε με τη μέθοδο της κατιούσας φλεβογραφίας ότι στο 30% περίπου των ασθενών αυτών δεν βρέθηκαν υπερηχογραφικά ή ακτινογραφικά στοιχεία αποδραμούσας φλεβικής θρόμβωσης, ενισχύοντας έτσι την αιτιοπαθογενετική

άποψη της “πρωτοπαθούς” εν τω βάθει φλεβικής ανεπάρκειας (Nicolaides A, 1992: Mayberry JC et al, 1991).

Κατά συνέπεια, οι πρωτοπαθείς φλεβικοί κιρσοί δεν φαίνεται να αποτελούν ξεχωριστή κλινική ή παθολογοανατομική οντότητα που να περιορίζεται μόνο στις επιπολής και διατιτραίνουσες φλέβες των κάτω μελών, αλλά αποτελεί μάλλον μέρος μιας άλλης οντότητας, η οποία μπορεί να οριστεί ως **πρωτοπαθής φλεβική ανεπάρκεια των κάτω μελών**. Ο πρωτογενής δε παθογενετικός παράγοντας της πρωτοπαθούς αυτής φλεβικής ανεπάρκειας που να έχει το συστηματικό χαρακτήρα ή την καθολική ισχύ που αναφέρθηκε προηγουμένως, ίσως πρέπει να αναζητηθεί στις μεταβολές της ιξωδοελαστικής συμπεριφοράς του τοιχώματος των φλεβών. Ηδη η μείωση της «ενδοτικότητας» του φλεβικού τοιχώματος έχει προταθεί πρόσφατα ως ένας πρόδρομος αιτιοπαθογενετικός παράγοντας της φλεβικής ανεπάρκειας (Clark H et al, 1989). Ωστόσο, η πρόταση αυτή αποτελεί ακόμη αντικείμενο ερευνητικών αναζητήσεων και παίρνοντας υπόψη την ιδιαίτερα μεγάλη καταρρευσιμότητα του φλεβικού τοιχώματος πιστεύουμε ότι η διερεύνηση των βιοχημικών και μοριακών χαρακτηριστικών των ενζύμων που συμμετέχουν στις διεργασίες της διατήρησης της ιξωδοελαστικής αυτής συμπεριφοράς εμφανίζεται προκλητική (Clark H et al, 1989).

Το ότι ένα φλεβικό στέλεχος στα μέλη με πρωτοπαθείς φλεβικούς κιρσούς εμφανίζεται φυσιολογικό με τη μέθοδο της έγχρωμης Doppler υπερηχογραφικής απεικόνισης δεν συνεπάγεται ότι είναι και ιστολογικά (παθολογοανατομικά) αμέραια. Βιβλιογραφικά δεδομένα που να ενισχύουν την αντίθετη άποψη δεν φαίνεται να υπάρχουν.

Ωστόσο, την τελευταία δεκαετία παρατηρείται η τάση μεταξύ των αγγειοχειρουργών να μειώνουν όλο και περισσότερο τη χειρουργική διερεύνηση των ασθενών με πρωτοπαθείς φλεβικούς κιρσούς, διατηρώντας τα στελέχη της μείζονος και ελάσσονος σαφηνούς φλέβας, εφόσον αυτά τόσο στην κλινική όσο και στην υπερηχογραφική εκτίμηση τους εμφανίζονται φυσιολογικά (Large J, 1985). Παρόμοια χειρουργική τακτική ακολουθήθηκε και στους ασθενείς της μελέτης αυτής, αλλά συμπεράσματα από τα αποτελέσματα της δεν μπορούν να εξαχθούν γιατί ο χρόνος της μετεγχειρητικής παρακολούθησης είναι ακόμη μικρός.

Εαν αποδειχτεί ότι και τα μακροχρόνια αποτελέσματα της επιλεκτικής αυτής χειρουργικής θεραπείας των ασθενών με πρωτοπαθείς φλεβικούς κιρσούς θα είναι ικανοποιητικά, το όφελος θα είναι πολλαπλό: καλύτερο αισθητικό αποτέλεσμα, αποφυγή της επιπολής του τραυματισμού του μείζονος σαφηνούς και του γαστροκνήμιου νεύρου – η οποία σε ορισμένες μελέτες της κλασικής θεραπείας των πρωτοπαθών φλεβικών κιρσών εμφανίζεται αρκετά υψηλή (20-50%)– και διατήρηση μεγάλων φλεβικών στελεχών του επιπολής φλεβικού συστήματος των κάτω μελών για ενδεχόμενη μελλοντική χρησιμοποίηση τους ως παρακαμπτήριων αρτηριακών μοσχευμάτων (Koyano K, Sakaguchi S, 1988: Wellwood JM, et al, 1975).

Από αιμοδυναμική άποψη, οι ανεπαρκείς διατιτραίνουσες φλέβες των κάτω μελών προκαλούν αύξηση του προφορτίου της μυοφλεβικής αντλίας της γαστρο-

κνημίας και διαδραματίζουν εξέχοντα παθοφυσιολογικό ρόλο στην εκδήλωση των συμπτωμάτων και αντικειμενικών ευρημάτων των ασθενών με πρωτοπαθή ή δευτεροπαθή φλεβική ανεπάρκεια. Οι περισσότερες (στη μελέτη αυτή το 84%) και σημαντικότερες από αιμοδυναμική άποψη ανεπαρκείς διατιτράινουσες φλέβες αναπτύσσονται στη γαστροκνημία (Hanrahan LW, et al, 1991: O'Donnel TF et al, 1977: Nicolaidis A, 1992: Linton RR, 1938: Belcaro G et al, 1989). Στην προκείμενη περίπτωση, η οποιαδήποτε θεραπεία, είτε συντηρητική με σκληρυντικές ενέσεις είτε χειρουργική με απολίνωση, στοχεύει στην παρεμπόδιση της μεταφοράς υψηλών πιέσεων από το εν τω βάθει φλεβικό σύστημα προς το αντίστοιχο επιπολής και συνεπώς ο θεράπων ιατρός οφείλει να γνωρίζει της επακριβή θέση τους.

Σημαντικός αριθμός μελετών έχει δείξει ότι η κλινική μέθοδος διερεύνησης (δακτυλική εξέταση) των ανεπαρκών διατιτράινουσών φλεβών της κνήμης προδικάζει την ακριβή εντόπισή τους σε ποσοστό μόλις 50-60% (O'Donnel TF et al, 1977: Beesley WF, Fegan WG, 1970). Η αναποτελεσματικότητα της δακτυλικής διερεύνησης των ελλειμμάτων της κνημιαίας περιτονίας διαμέσου των οποίων υποτίθεται ότι διέρχονται οι ανεπαρκείς διατιτράινουσες φλέβες δεν οφείλεται μόνο στην αδυναμία ανεύρεσης των ελλειμμάτων αυτών στις περιπτώσεις λιποιδήματος ή μειωμένης ελαστικότητας του δέρματος, αλλά και στο γεγονός ότι ευμεγέθεις κιρσοί δίνουν συχνά την ψευδή κλινική εντύπωση ελλειμμάτων της κνημιαίας περιτονίας. Στη μελέτη των O'Donnel και συνεργατών, η κλινική αναζήτηση των ανεπαρκών διατιτράινουσών φλεβών έδωσε ψευδώς θετικά αποτελέσματα σε ποσοστό 40% (O'Donnel TF, et al, 1977). Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 4.1 της μελέτης αυτής, η κλινική μέθοδος δεν προδικάζει επίσης και την έκταση των ανεπαρκών φλεβών του επιπολής φλεβικού συστήματος.

Στην παραπάνω μελέτη των O'Donnel et al 40% ψευδώς θετικά αποτελέσματα έδωσε και η αναζήτηση των ανεπαρκών διατιτράινουσών με τη μέθοδο της ανιούσας φλεβογραφίας. Στους ασθενείς μας δεν έγινε φλεβογραφία. Γενικά η ανιούσα φλεβογραφία, γνωστή παλαιότερα ως μέθοδος βασικής αναφοράς της διερεύνησης των παθήσεων του φλεβικού συστήματος των κάτω μελών, έχει σήμερα περιορισμένες ενδείξεις. Ειδικότερα δε για την διερεύνηση των πρωτοπαθών φλεβικών κιρσών η μέθοδος της ανιούσας φλεβογραφίας ανήκει μάλλον στο παρελθόν (Nicolaidis A, 1992). Τα ίδια με τις δύο προηγούμενες μεθόδους αποτελέσματα στο υπό συζήτηση θέμα έχει δώσει και η διερεύνηση των ανεπαρκών διατιτράινουσών φλεβών με τη μέθοδο ακοής του σήματος Doppler (Doppler τσέπης).

Στη μελέτη αυτή, η αναγνώριση των ανεπαρκών διατιτράινουσών φλεβών βασίστηκε τόσο στα απεικονιστικά στοιχεία της εντόπισής τους υπό την κνημιαία και μηριαία περιτονία όσο και στις μεταβολές του χρώματος και του σήματος Doppler κατά την εφαρμογή της δοκιμασίας μάλαξης - χάλασης των υποκείμενων μυών. Κατά μέσο όρο βρέθηκαν 1.6 ανεπαρκείς διατιτράινουσες για κάθε συμπτωματικό κάτω μέλος. Εφαρμόζοντας παρόμοια τεχνική, οι Hanrahan et al διαπίστωσαν κατά μέσο όρο 2.5 ανεπαρκείς διατιτράινουσες κατα μέλος με πρωτοπαθείς φλεβικούς κιρσούς (Hanrahan LW, et al, 1991). Οι ίδιοι συγγραφείς, διε-

ρουνώντας την τοπογραφία των ανεπαρκών διατρηαινουσών της κνήμης, διαπίστωσαν εξαιρετική συσχέτιση των ευρημάτων της έγχρωμης Doppler υπερηχογραφικής απεικόνισης με τα αντίστοιχα της χειρουργικής διερεύνησης.

Σε 7 από τα συμπτωματικά κάτω μέλη διαπιστώθηκαν μεμονωμένες φλεβικές διευρύνσεις, οι οποίες είχαν τη μορφή μικρών κίρσων διευρύνσεων διαμέτρου 0.5-1.5 cm. Ο αεριομετρικός προσδιορισμός του αίματος σε αυτές ήταν παρόμοιος με τον αντίστοιχο του αρτηριακού αίματος και το σήμα Doppler ήταν αμιγώς σφυγμικό. Ο ρόλος των μικροσκοπικών αρτηριοφλεβικών επικοινωνιών στην παθογένεια των πρωτοπαθών κίρσων είναι αμφιλεγόμενος και από τις πολλές σχετικές μελέτες που έγιναν δεν μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι οι αρτηριοφλεβικές επικοινωνίες παίζουν γενικότερο παθογενετικό ρόλο στην υπό θεώρηση πάθηση (Katsamouris A, et al 1989; Hanrahan LW, et al, 1991; Reikeras O, Sorlie D, 1983; Baron HC, Cassaro S, 1986; Haimonici H, 1987). Ωστόσο, οι αρτηριοφλεβικές αυτές επικοινωνίες αποτελούν πράγματι μια ανατομική ανωμαλία, η οποία σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να προκαλεί αύξηση της φλεβικής πίεσης και του περιεχομένου οξυγόνου στις διατρηαίνουσες φλέβες και στο επιπολής φλεβικό σύστημα (Haimonici H, 1988). Στους ασθενείς της μελέτης αυτής δεν έγινε δυνατή η απεικόνιση του αρτηριακού τμήματος των αρτηριοφλεβικών επικοινωνιών. Εάν δεχθούμε τις περιγραφές του Haimonici ότι το αρτηριακό τμήμα των αρτηριοφλεβικών αυτών επικοινωνιών έχει διάμετρο 0.2 - 0.8cm, ίσως να είναι δύσκολη η απεικόνισή του στο πλαίσιο του εύρους της διακριτικής δυνατότητας του μηχανήματος της έγχρωμης Doppler υπερηχογραφικής απεικόνισης.

Η υπερηχογραφική απεικόνιση Doppler φαίνεται να αποτελεί σημαντικό εργαλείο και για την ποσοτική εκτίμηση της φλεβικής ανεπάρκειας. Βρέθηκε ότι ποσότητα φλεβικής παλινδρόμησης μεγαλύτερη από 10ml/sec σχετίζεται με την υψηλή συχνότητα εμφάνισης φλεβικών ελκών στην κνήμη, ανεξάρτητα από την εντόπιση της στο επιπολής ή στο εν τω βάθει φλεβικό σύστημα (Nikolaides A, 1990). Η βαρύτητα της χρόνιας φλεβικής ανεπάρκειας στους ασθενείς της μελέτης ήταν 2^{ου} και 3^{ου} βαθμού (Porter JM, et al, 1988) και συνεπώς κανένας από τους ασθενείς δεν είχε προελκωτικές κλινικές εκδηλώσεις ή έλκη στάσεως στα κάτω μέλη. Στους 54 ασθενείς με ανεπαρκούντα τα στελέχη της μείζονος σαφηνούς φλέβας, η μέγιστη τιμή της φλεβικής παλινδρόμησης που βρέθηκε σε αυτά κατά την όρθια θέση και με την εφαρμογή της δοκιμασίας μάλαξης - χάλασης της γαστροκνημίας, ήταν κατά πολύ μικρότερη 10ml/sec (μόλις 2.5ml/sec).

Πιστεύουμε ότι απαιτείται λεπτομερέστερη ανάλυση και επεξεργασία του σήματος Doppler το οποίο καταγράφεται ως καμπύλη της φλεβικής παλινδρόμησης και σύγκριση των αποτελεσμάτων με άλλες τεχνικές εκτίμησης της αιμοδυναμικής συμπεριφοράς της φλεβικής ανεπάρκειας όπως της περιπατιτικής περιφερικής πίεσης και της πληθυσμογραφίας αέρος, πριν εξαχθούν συγκεκριμένα συμπεράσματα (Belcaro G et al, 1989).

Αναμφισβήτητα, η ποιοτική περιγραφή κάποιου φαινομένου εκφράζει μέ-

ρος μόνο της αλήθειας για αυτό και η επιστημονική γνώση δεν αρκείται μόνο στην αναζήτηση του “τι” του “πόσο” και το “γιατί”, είναι ανυποχώρητες οι απαιτήσεις της. Με τις απαιτήσεις αυτές της σύγχρονης έρευνας η πρόοδος στην αναιμακτη απεικόνιση του αγγειακού συστήματος, εμφανίζει επίκαιρο και άκρως εξελικτικό χαρακτήρα.

Από τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής και τη συζήτηση τους γίνεται αντιληπτό ότι με την εφαρμογή της μεθόδου της έγχρωμης Doppler υπερηχογραφικής απεικόνισης στο φλεβικό σύστημα των κάτω μελών τα οποία έχουν προσβληθεί από πρωτοπαθή φλεβική ανεπάρκεια, μπορούμε με τρόπο αναίμακτο, γρήγορο, απλό και προπαντός πειστικό, να εκτιμήσουμε σε βάθος τόσο τη μορφολογία του φλεβικού συστήματος όσο και την έκταση και την τοπογραφική κατανομή της φλεβικής ανεπάρκειας και στα τρία φλεβικά συστήματα των κάτω μελών. Επιπλέον, αρκετά στοιχεία της αιμοδυναμικής παθοφυσιολογίας στα επιμέρους αυτά φλεβικά συστήματα εμφανίζονται να παίρνουν συγκεκριμένη ποσοτική έκφραση, γεγονός το οποίο πιστεύουμε ότι θα βοηθήσει μελλοντικά στην καλύτερη κατανόηση της φυσικής εξέλιξης του υπό θεώρηση συνδρόμου, στην πιο ορθολογική εφαρμογή των σχετικών θεραπευτικών μεθόδων του και στην καλύτερη κατανόηση της πρόγνωσης της θεραπείας του.

Σήμερα, για παράδειγμα, δεν γνωρίζουμε τη διαφορά στη φυσική εξέλιξη μεταξύ ασθενών στους οποίους οι μεν έχουν ανεπάρκεια μόνο του επιπολής φλεβικού συστήματος και οι δε ταυτόχρονη ανεπάρκεια και του αντίστοιχου εν τω βάθει. Πρέπει να αφαιρούνται τα ανεπαρκή στελέχη των σαφηνών φλεβών, όταν συνυπάρχει και ανεπάρκεια του εν τω βάθει φλεβικού συστήματος ή θα πρέπει ο θεράπων ιατρός να εστιάσει αρχικά τη χειρουργική θεραπεία στο εν τω βάθει φλεβικό σύστημα; Και εάν ναι, ποιό θα είναι το στοιχείο εκείνο το οποίο εγγυάται την ευοίωνη έκβαση της προτεινόμενης θεραπευτικής μεθόδου; Επιτρέπεται μια μείζων σαφηνής φλέβα η οποία έχει απεικονιστικά φυσιολογική διάμετρο, να χρησιμοποιηθεί ως παρακαμπτήριο αρτηριακό μόσχευμα, όταν εμφανίζει φλεβική παλινδρόμιση και εάν ναι, ποιό αιμοδυναμικό στοιχείο θα το καθορίσει, επιπλέον, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το επαρκές τμήμα ενός ανεπαρκούς φλεβικού στελέχους ως παρακαμπτήριο αρτηριακό μόσχευμα;

Πιστεύουμε ότι στα ερωτήματα αυτά η έγχρωμη Doppler υπερηχογραφική απεικόνιση πολλά έχει να προσφέρει.

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the distribution of vein incompetence and the nature of venous haemodynamics accompanying the development of lower extremity primary varicose veins (LEPVV). The entire venous circulation of 219 lower extremities in 165 patients (pts) with LEPVV was evaluated, by using Duplex colour ultrasonography. The greater and lesser saphenous veins (GSV, LSV) and their branches were thoroughly scanned. The valvular integrity of the deep venous system was determined in the areas of common and superficial femoral vein, saphenofemoral junction, popliteal vein, saphenopopliteal junction, and perforating veins. Demonstration of bidirectional flow signified venous incompetence. Quantitation of venous reflux was estimated after manual calf compression with pts in a standing position. All the symptomatic legs had branch venous disease, 61% had GSV incompetence, 4% had LSV incompetence, 12% showed concurrent GSV and LSV incompetence, while 23% demonstrated no evidence of GSV, and LSV disease. Twenty five per cent and 62% of the symptomatic legs demonstrated deep and perforating vein incompetence, respectively. Furthermore, 28% of the asymptomatic lower extremities had insufficiency of saphenofemoral (27 pts) and saphenopopliteal (4 pts) junction. The median peak venous reflux in the incompetent GSV was 0.72 ml/s (range 0.2 to 2.5 ml/s). The peak venous reflux in the incompetent popliteal veins (11 cases) ranged 2.3 to 4.5 ml/s. The peak venous reflux in the incompetent popliteal vein (two cases), in the case of concurrent common femoral and superficial femoral vein incompetence, was 8 ml/s. In conclusion, the observed heterogeneity in anatomic and functional distribution of lower extremity venous insufficiency in pts with LEPVV support the hypothesis that this condition is probably a part of another entity that might be called “lower extremity primary venous insufficiency” whose treatment should be highly individualised. To this end, Doppler imaging can help.

ΣΥΝΤΟΜΟ ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ

ΚΑΡΔΟΥΛΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΤΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΥ

Ημ/νία γεννήσεως 23.03.1957
Τόπος Αθήνα
Διεύθυνση Σερίφου 3, 155 62 Χολαργός

ΤΙΤΛΟΙ ΣΠΟΥΔΩΝ

1. Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός (Άριστα)
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΠΑΝ/ΜΙΟΥ ΠΑΤΡΩΝ
2. Bachelor of Science – Electrical and Electronic Engineering
UNIVERSITY OF STRATHCLYDE, GLASGOW – SCOTLAND
3. Masters of Science – Bioengineering
UNIVERSITY OF STRATHCLYDE , GLASGOW – SCOTLAND

ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΣΕ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΕΤΑΙΡΙΕΣ

1. Μέλος Τ.Ε.Ε. (Αρ. Μητρώου 48691)
2. τ. Ειδικός Γραμματέας της Ελληνικής Εταιρίας Κλινικής Μηχανικής
3. Μέλος της Ελληνικής Εταιρίας Βιοιατρικής Τεχνολογίας
4. Μέλος της International Society of Non-Invasive Vascular Technology
5. Μέλος της International Society of Biomedical Engineering

ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗ ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗ

1. ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ, 1992-1995, Ιατρικό Τμήμα – Τμήμα Ιατρικής Απεικόνισης. Έμμισθος Επιστημονικός συνεργάτης. Σύμβαση ΠΔ 407/1980
2. Διαγνωστικό Κέντρο ΛΕΚΑΤΣΑ, 1986-1994. Τμήμα υπερήχων αγγείων
3. Θεραπευτήριο ΑΣΚΛΗΠΕΙΟ ΑΘΗΝΩΝ, 1992-1995. Διευθυντής Τμήματος Αναίμακτης Απεικόνισης
4. 251 ΓΕΝΙΚΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑΣ, 1984-1989. Υπεύθυνος Αγγειολογικού Εργαστηρίου
5. ΜΑΙΕΥΤΗΡΙΟ ΜΗΤΕΡΑ, 1986-1990. Αναίμακτο Αγγειολογικό Εργαστήριο
6. ΙΑΤΡΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ 1989-1998. Τμήμα υπερήχων αγγείων
7. ΗΧΟΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ 1989-1993. Τμήμα υπερήχων αγγείων
8. ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗ 1992-1993. Τμήμα υπερήχων αγγείων
9. ΚΑΡΔΙΟΛΟΓΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΑΘΗΝΩΝ 1987-1993. Τμήμα υπερήχων αγγείων
10. ΙΑΤΡΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ 1992-1994. Τμήμα υπερήχων αγγείων
11. ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ, Επιστημονικός συνεργάτης ΑΓΓΕΙΟΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗΣ ΚΛΙΝΙΚΗΣ. 1997-
12. Κλινική ΚΥΑΝΟΥΣ ΣΤΑΥΡΟΣ 1994 - . Δ/ντής τμήματος υπερήχων αγγείων
13. ΕΥΡΩΚΛΙΝΙΚΗ ΑΘΗΝΩΝ 1998 - . Υπεύθυνος Τμήματος υπερήχων αγγείων

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ-ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ

1. Carotid Artery Plaque Composition – Relation to Clinical Presentation and Ultrasound B-Mode Imaging. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1995; 10: 23-30 (COMAC BME Concerted Action – EEC).
2. The Nature of Lower Extremity Venous Insufficiency in Patients with Primary Varicose Veins. *Eur J Vasc Surg* 1994; 8: 464-471.
3. Ultrasonographic and histologic characteristics of symptom-free and symptomatic carotid plaque. *Cardiovascular Surgery* 1996; Vol 4, No 5: 580-590.
4. Υπερηχογραφικά και ιστολογικά χαρακτηριστικά της αθηρωματικής πλάκας του καρωτιδικού διχασμού. *Πρακτικά XIX Πανελληνίου Συνεδρίου Χειρουργικής*, Θεσσαλονίκη 1994.
5. Η φύση της φλεβικής ανεπάρκειας των κάτω άκρων σε ασθενείς με πρωτοπαθείς φλεβικούς κιρσούς. *Ελληνική Αγγειοχειρουργική* 1994; 3: 29-38.
6. Μακρόχρονη βατότητα βιολογικού υποκατάστατου της εσω καρωτίδας αρτηρίας με αποφραγμένη την σύστοιχη κοινή καρωτίδα. *Ελληνική Αγγειοχειρουργική* 1999; 8: 45-49.
7. Is Strain gauge plethysmography a reliable method for the detection of DVT. *International Congress of Angiology* , Athens 1985.

8. Χρόνια αποφρακτική αρτηριοπάθεια κάτω μελών. Η αξία της υπερηχογραφικής μελέτης στη λήψη θεραπευτικών αποφάσεων. *Αγγειακή και Ενδαγγειακή Χειρουργική* 1999; 155-157.
9. Ευρήματα από την υπερηχογραφική μελέτη ασθενών με φλεβική ανεπάρκεια των κάτω μελών. *Αγγειακή και Ενδαγγειακή Χειρουργική* 1999; 239-240.
10. Η εφαρμογή της φωτοπληθυσμογραφίας σαν μέσο ελέγχου της αιματώσεως σε επεμβάσεις της Γναθοπροσωπικής χώρας. 5^ο Παν. Οδοντιατρικό Συνέδριο, ΛΕΥΚΩΣΙΑ, 1985; 4^η Παν. Γναθοχειρουργική σύνοδος ΑΘΗΝΑ 1986.
11. Study of patients with venous insufficiency, varicose veins during pregnancy-under contraceptive medication. Significant haemodynamic data collected by colour doppler ultrasonography. *11th International Congress of Phlebology*.
12. Υπερηχογραφική διερεύνηση της μορφολογίας των αθηρωματικών πλακών των καρωτίδων αρτηριών. *Α Συμπόσιο Αγγειοχειρουργικής*, Αθήνα 1990.
13. Non-invasive evaluation of lower limb venous dynamics in pregnant women. *IV European-American symposium on venous diseases*. WASHINGTON DC, 1987.
14. Venous system dynamics in women under contraceptive medication. *IV European-American symposium on venous diseases*. WASHINGTON DC, 1987.
15. A new method for measuring venous insufficiency. *IV European-American symposium on venous diseases*. WASHINGTON DC, 1987.
16. Ο ρόλος της έγχρωμης Doppler υπερηχογραφικής απεικόνισης στο καθορισμό της τοπογραφίας και της αιμοδυναμικής συμπεριφοράς της φλεβικής ανεπάρκειας, στο σύνδρομο των πρωτοπαθών φλεβικών κιρσών των κάτω άκρων. 9^ο Παν. Συνέδριο Ακτινολογίας 1993- Επαινος καλύτερης πλήρους εργασίας.
17. Πόσο περισσότερο συντηρητική πρέπει να είναι η χειρουργική θεραπεία του συνδρόμου των φλεβικών κιρσών των κάτω άκρων σήμερα. *XVIII Παν. Συνέδριο Χειρουργικής* 1992.
18. The role of colour duplex ultrasonography in diagnosis of primary venous insufficiency. *ECR93, 8th European Congress of Radiology*, AUSTRIA 1993.
19. Υπερηχογραφικά και ιστολογικά χαρακτηριστικά της αθηρωματικής πλάκας στο καρωτιδικό διχασμό. 1^ο Παν. Συνέδριο Αγγειολογίας-Αγγειοχειρουργικής, Αθήνα 1993.
20. Η φύση της φλεβικής ανεπάρκειας των κάτω άκρων σε ασθενείς με πρωτοπαθείς φλεβικούς κιρσούς. 1^ο Παν. Συνέδριο Αγγειολογίας-Αγγειοχειρουργικής, Αθήνα 1993.
21. Διαδεσμική αγγειοπλαστική του διχασμού της κοιλιακής αορτής και των αρτηριών των κάτω άκρων. 7^ο Παγκρήτιο Ιατρικό Συνέδριο, Ρέθυμνο 1994.
22. Υπερηχογραφική και φλεβογραφική εκτίμηση της φλεβικής παλινδρόμησης

- στα κάτω άκρα “Συγκριτική μελέτη”. 1^ο Παν. Φλεβολογικό συνέδριο, Αθήνα 1995.
23. Η σχέση των ελκών φλεβικής στάσεως και της κατάστασης των φλεβών των κάτω άκρων. 1^ο Παν.Φλεβολογικό συνέδριο, Αθήνα 1995, Έπαινος καλύτερης ανακοίνωσης.
24. Περιεγχειρητικός χειρισμός σε επεμβάσεις αγγειακής χειρουργικής. 2^ο Παν. Συνέδριο Αγγειολογίας- Αγγειοχειρουργικής, Αθήνα 1994.
25. Τα σύνδρομα υποκλοπής υπό το φώς της έγχρωμης Doppler Υπερηχογραφίας. 3^ο Παν. Συνέδριο Αγγειολογίας-Αγγειοχειρουργικής, Αθήνα 1996.
26. Η εφαρμογή της διαδερμικής αγγειοπλαστικής σε ασθενείς με χρόνια αποφρακτική αρτηριοπάθεια των κάτω άκρων. 2^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Επεμβατικής Ακτινολογίας, Αθήνα 1997.
27. Επαναιμάτωση του κάτω άκρου όταν ο διχασμός της συστοίχου μηριαίας αρτηρίας δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δότης: Νέες τεχνικές. 4^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αγγειολογίας- Αγγειοχειρουργικής, Αθήνα 1997. (Βραβείο καλύτερης ελεύθερης ανακοίνωσης).
28. Η εμπειρία από τη θεραπευτική εφαρμογή της διαδερμικής αγγειοπλαστικής στους ασθενείς με χρόνια αποφρακτική αρτηριοπάθεια των κάτω άκρων. 4^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αγγειολογίας-Αγγειοχειρουργικής, Αθήνα 1997.
29. Is primary venous insufficiency of the lower limb a bilateral disease? 13th Congress of the European Chapter of the International Union of Angiology, Rodes 1999.
30. Η θεραπεία του νευρογενούς συνδρόμου της θωρακικής εξόδου με αφαίρεση της 1^{ης} πλευράς, αναλγησία και φυσιοθεραπεία, 5^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αγγειολογίας- Αγγειοχειρουργικής, Αθήνα 1998.
31. Η αιμοδυναμική παθοφυσιολογία των αγγειοχειρουργικών επεμβάσεων υπό το πρίσμα των βασικών αρχών της ρευστομηχανικής: ο ρόλος του αγγειοχειρουργού. 5^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αγγειολογίας-Αγγειοχειρουργικής, Αθήνα 1998.
32. Η τεχνική της θωρακοκοιλιακής προσπέλασης με δεξιά μετάθεση των σπλάχνων της κοιλίας για την θεραπεία των θωρακοκοιλιακών ανευρυσμάτων. 5^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αγγειολογίας-Αγγειοχειρουργικής, Αθήνα 1998.
33. Η θεραπεία ευμεγέθους ψευδοανευρύσματος της μηριαίας αρτηρίας μετά από αορτομηριαία παράκαμψη με μόσχευμα δυσαναλόγου διαμέτρου προς τη μηριαία αρτηρία. 5^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αγγειολογίας-Αγγειοχειρουργικής, Αθήνα 1998.
34. Η χειρουργική θεραπεία της κυανής επώδυνου φλεγμονής. 5^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αγγειολογίας- Αγγειοχειρουργικής, Αθήνα 1998.
35. Ευρήματα από την υπερηχογραφική μελέτη ασθενών με συμπτώματα φλεβικής ανεπάρκειας των κάτω μελών. 6^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αγγειολογίας- Αγγειοχειρουργικής, Αθήνα 1999.

36. Είναι σημαντική η ανεπάρκεια της ελάσσοнос σαφηνούς φλέβας; 6^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αγγειολογίας- Αγγειοχειρουργικής, Αθήνα 1999.
37. Χρόνια αποφρακτική αρτηριοπάθεια κάτω μελών: η αξία της υπερηχογρα-φικής μελέτης στη λήψη θεραπευτικών αποφάσεων. 6^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αγγειολογίας- Αγγειοχειρουργικής, Αθήνα 1999.
38. Η συμβολή της έγχρωμης Doppler υπερηχοτομογραφίας στη διάγνωση της εν τω βάθει φλεβικής θρόμβωσης των κάτω μελών σε εξωνοσοκομειακούς ασθενείς. 7^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αγγειολογίας- Αγγειοχειρουργικής, Θεσσαλονίκη, Ιανουάριος 2000.

ΣΤΡΟΓΓΥΛΕΣ ΤΡΑΠΕΖΕΣ – ΠΡΟΣΚΕΚΛΗΜΕΝΟΣ ΟΜΙΛΗΤΗΣ

1. Υπερηχογραφική διερεύνηση της μορφολογίας της αθηρωματικής νόσου των καρωτίδων: Σύγκριση με αρτηριογραφικά και παθολογοανατομικά ευρήματα. 1^ο Διαπανεπιστημιακό Συμπόσιο Ακτινολογίας, Πάτρα 1991.
2. Συγκριτική αξιολόγηση της υπερηχογραφίας Doppler και της αγγειογρα-φίας στην παθολογία των καρωτίδων. 2^ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Υπερή-χων, Πάτρα 1988.
3. Ultrasonographic investigation of Peripheral Vascular Diseases. *International Conference of H.P.*, Athens 1990.
4. Εφαρμογές της έγχρωμης Doppler υπερηχογραφίας στις αγγειακές παθή-σεις. Διερεύνηση καρωτίδων. *Μετεκπαιδευτικά μαθήματα Ακτινολογίας*, Ιατρικό Τμήμα, Παν. Κρήτης, Ηράκλειο 1992.
5. Pitfalls and Uncommon Findings in Carotids. Doppler Techniques for Carotid, Peripheral Vascular, and Abdominal Vascular Systems. *Acuson meeting*, Athens 1992.
6. Arterial and Venous Case Studies. Doppler Techniques for Carotid, Peripheral Vascular, and Abdominal Vascular Systems. *Acuson meeting*, Athens 1992.
7. Έγχρωμη Doppler υπερηχογραφία στις παθήσεις των καρωτίδων αρτη-ριών. *Μετεκπαιδευτικά μαθήματα Αγγειοχειρουργικής Κλινικής Γενικού Νοσοκομείου Αθηνών*, Αθήνα 1993.
8. Διερεύνηση της αθηρωματικής νόσου των καρωτίδων αρτηριών. 3^ο Διαπανεπιστημιακό Συνέδριο Ακτινολογίας, Αλεξανδρούπολη 1993.
9. Ποιοτική και ποσοτική διερεύνηση της αθηρωματικής πλάκας στη καρωτί-δα αρτηρία. *Μετεκπαιδευτικά μαθήματα Β΄ Προπαιδευτικής Χειρου-ργικής Κλινικής ΑΠΘ*, Θεσσαλονίκη 1993.
10. Έγχρωμο Doppler. Εφαρμογές στις καρωτίδες και τα περιφερικά αγγεία. Προσυνεδριακό σεμινάριο “Έγχρωμη Doppler υπερηχογραφία” 9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ακτινολογίας, Αθήνα 1993.
11. Έγχρωμο Doppler – Καρωτίδες αρτηρίες. *Μετεκπαιδευτικά μαθήματα Ακτινολογίας*, Ιατρικό τμήμα, Παν. Κρήτης, Ηράκλειο 1994.
12. Αγγειακές παθήσεις των κάτω άκρων - μελέτη με Doppler υπερηχοτομο-

- γραφία. *Μετεκπαιδευτικά μαθήματα Ακτινολογίας*, Ιατρικό τμήμα, Παν. Κρήτης, Ηράκλειο 1994.
13. Υπερηχογραφική εκτίμηση της αθηρωματικής νόσου των καρωτίδων αρτηριών. *Μετεκπαιδευτικά μαθήματα*, Χειρουργικός τομέας, Ιατρικό τμήμα, Παν. Κρήτης, Ηράκλειο 1994.
 14. Doppler και έγχρωμη Doppler υπερηχογραφία: κριτήρια τεχνικής αρτιότητας και αιτίες σφαλμάτων. *Μετεκπαιδευτικά μαθήματα Ακτινολογίας*, Ιατρικό τμήμα, Παν. Κρήτης, Ηράκλειο 1995.
 15. Η Doppler υπερηχοτομογραφία και η αγγειογραφία στη μελέτη αγγειακών παθήσεων στα άκρα. *Μετεκπαιδευτικά μαθήματα Ακτινολογίας*, Ιατρικό τμήμα, Παν. Κρήτης, Ηράκλειο 1996.
 16. Αναίμακτες διαγνωστικές μέθοδοι. *Μετεκπαιδευτικά μαθήματα Αγγειοχειρουργικής*, Θεσσαλονίκη 1995.
 17. Διερεύνηση αθηρωματικής νόσου καρωτίδων αρτηριών. *Σεμινάριο-Μετεκπαιδευτικά μαθήματα Ακτινολογίας*, Ιατρικό τμήμα Παν. Κρήτης, Ηράκλειο 1995.
 18. Έγχρωμη Doppler Υπερηχογραφική Απεικόνιση. Στρογγυλό τραπέζι-Εκατό χρόνια Αγγειογραφία. *11^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ακτινολογίας*, Αθήνα 1996.
 19. Η σύγχρονη διάγνωση της φλεβικής ανεπάρκειας. Η αντιμετώπιση της φλεβικής ανεπάρκειας των κάτω άκρων στη πρωτοβάθμια φροντίδα υγείας. Στρογγυλό τραπέζι- *2^η Παγκρήτια συνάντηση Γενικής Ιατρικής*. Νεάπολη Λασιθίου 1996.
 20. Ο διαγνωστικός ρόλος της έγχρωμης Doppler υπερηχογραφικής απεικόνισης των αρτηριών. Παθήσεις περιφερικών αγγείων, *Επιστημονική Ημερίδα*, Χανιά 1997.
 21. Φλεβικές παθήσεις: Ποιοτική και ποσοτική διαγνωστική μεθοδολογία. Παθήσεις περιφερικών αγγείων, *Επιστημονική Ημερίδα*, Χανιά 1997.
 22. Υπερηχογραφική μελέτη για την προσπέλαση που δυσλειτουργεί. Αγγειακές προσπελάσεις σε Νεφροπαθείς- *Ημερίδα*. Τήνος 1997.
 23. Lessons learned from the European Multicenter Trial on Carotid Plaque. Advances and Controversies in Cerebrovascular Disease, *Vascular Symposium*, Elounda Crete 1997.
 24. Ποιος είναι ο αναγκαίος προεγχειρητικός έλεγχος των ασθενών που υποβάλλονται σε ενδαρτηριεκτομή του καρωτιδικού διχασμού. *Μετεκπαιδευτικά μαθήματα Αγγειοχειρουργικής και Αγγειολογίας* του Παν. Κρήτης, Ηράκλειο 1999.
 25. Υπερηχογραφική απεικόνιση και αξιολόγηση της στένωσης των καρωτίδων. *Μεταεκπαιδευτικό σεμινάριο*, Αγγειοχειρουργική Κλινική, Σιομανόγλειο Γ.Π.Ν. Αττικής, Αθήνα 1999.
 26. Color Doppler ultrasonography of the lower limb in venous emergency. *4th Greek-German Vascular Symposium*, Athens 1999.

27. Υποκλινική μορφή της αθηρωματικής νόσου: Διαγνωστική προσέγγιση. *Ημερίδα Καρδιαγγειακών Παθήσεων*, Ρόδος 1999.
28. Υπέρηχοι στην διάγνωση των αρτηριακών παθήσεων. *Μετεκπαιδευτικά μαθήματα Αγγειοχειρουργικής Εταιρείας*, Αθήνα 1999.
29. Υπερηχογραφική διερεύνηση της αθηρωματικής νόσου των καρωτίδων αρτηριών. *Μετεκπαιδευτικά μαθήματα*, Κλινική Κυανούς Σταυρός, Αθήνα 1999.
30. Γενικές αρχές της διαγνωστικής χρήσης των υπερήχων στις αγγειακές παθήσεις. Workshop Υπερήχων, 7^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αγγειολογίας-Αγγειοχειρουργικής, Θεσσαλονίκη, Ιανουάριος 2000.

ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΣΤΗ ΣΥΓΓΡΑΦΗ ΒΙΒΛΙΩΝ

1. Η Οργάνωση και η Λειτουργία του Αγγειολογικού Διαγνωστικού Εργαστηρίου. Στο “Η Οργάνωση και η Λειτουργία των Αγγειοχειρουργικών Τμημάτων και των Μονάδων Υποστήριξής τους”. Σελ. 56-62. Υπό Δ. Σ. Γεωργόπουλου 1990.
2. Οι Αναίμακτες Μέθοδοι στη Διάγνωση των Παθήσεων των Αγγείων. Στο “Αγγειοχειρουργικά Θέματα”. Σελ. 49-92. Υπό Δ. Σ. Γεωργόπουλου, 1990
3. Οι Αναίμακτοι Μέθοδοι Διάγνωσης των Παθήσεων των Αγγείων. Στο “Εγχειρίδιο Αγγειοχειρουργικής”. Σελ. 37-88. Υπό Δ. Σ. Γεωργόπουλου, Εκδόσεις Λίτσας, Αθήνα 1998.
4. Έγχρωμη Doppler απεικόνιση των καρωτίδων αρτηριών. Στο “Σύγχρονη διάγνωση των αγγειακών παθήσεων”. Υπό Π. Κολλιόπουλου, Α. Nicolaidis, Εκδόσεις Πασχαλίδης, Αθήνα 1998.

M.Sc. THESIS

Evaluation and Development of the Portable Tape Recorder and Playback System for Prosthetic Load Data Acquisition. Submitted for the degree of M.Sc in Bioengineering, Bioengineering Unit, University of Strathclyde, Glasgow, Scotland, 1983.

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΥΠΟ ΕΚΠΟΝΗΣΗ

Ο Ρόλος της Έγχρωμης Doppler Υπερηχογραφίας στην Ποιοτική και Ποσοτική Εκτίμηση της Φλεβικής Βαλβιδικής Ανεπάρκειας των Κάτω Μελών του Σώματος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ABRAMOWITZ HB, QUERAL LA, FLINN WR, NORA PF, PETERSON LK, BERGAN JJ, YAO JST. The use of photoplethysmography in the assessment of venous insufficiency. A comparison to venous pressure measurements. *Surgery* 1979; 86: 434.
- ALBERT JS, DALEN JE. Epidemiology and natural history of venous thromboembolism. *Progress in Cardiovasc Dis* 1994; 36: 417-421.
- ARNOLDI CC, GREITZ T, LINDERHOLM H. Variations in cross sectional area and pressure in the veins of the normal human leg during rhythmic muscular exercise. *Acta Chir Scand* 1966; 132: 507-522.
- ARNOLDI CC, LINDERHOLM H. On the pathogenesis of the venous ulcer. *Acta Chir Scand* 1968; 134: 427-440.
- ARNOLDI CC, LINDERHOLM H. Venous blood in the lower limb at rest and during exercise in patients with idiopathic dysfunction of the venous pump of the calf. *Acta Chir Scand* 1969; 135: 601-609.
- BAKER SR, SOMMERVILLE KM, WILSON NM, LEA THOMAS M, BURNAND KG, BROWSE NL. Assessment of venous reflux by duplex scanning: a comparison with descending phlebography. Presented at the *venous forum meeting of the Royal Society of Medicine*, London, Oct 25; 1991.
- BARBER RF and SHATARA FI. The varicose disease. *NY State J Med* 1925; 31: 574.
- BARON HC, CASSARO S. The role of arteriovenous shunts in the pathogenesis of varicose veins. *J Vasc Surg* 1986; 4: 124-128.
- BAYS RA, HEALY DA, ATNIP RG, THIELE BL, NEUMEYR MM. Validation of air-plethysmography, photoplethysmography and duplex ultrasound in severe venous stasis. Presented at the *American Venous Forum*, February 23-25, 1994.
- BELCARO G, GRIGG M, RULO A, NICOLAIDES A. Blood flow in the

- perimalleolar skin in relation posture in patients with venous hypertension. *Ann Vasc Surg* 1989; 1: 5-8.
- BEESELY WF, FEGAN WG. An investigation into localisation of incompetent perforating veins. *Br J Surg* 1970; 57: 30-32.
- BJORDAL RI. Intermittent venous claudication: A report of two cases. *Acta Chir Scand* 1970; 136: 641-5.
- BJORDAL RI. Pressure patterns in the saphenous system in patients with venous ulcers. *Acta Chir Scand* 1971; 137: 495.
- BOBEK K, CAJZL L, CEPELAC V, OPATZNY K, BARCAL R. Etude de la frequence des maladies phlebologiques et de l' influence de quelques facteurs etiologiques. *Phlebologie* 1966; 19: 217- 30.
- BRAND FN, DANNENBERG AL, ABBOTT RD, KANNEL WB. The epidemiology of varicose vein in the Framingham study. *Am J Prev Med* 1988; 4: 96-101.
- CHRISTOPOULOS D, NIKOLAIDES AN, SZENDRO G, IRVINE AT, BULL ML, EASTCOTT HHG. Air-plethysmography and the effect of elastic compression on venous hemodynamics of the leg. *J Vasc Surg* 1987; 5: 148-59.
- CHRISTOPOULOS D, NICOLAIDES AN. Noninvasive diagnosis and quantitation of popliteal reflux in the swollen and ulcerative leg. *J Cardiovasc Surg* 1988; 29: 535-539.
- CLARKE H, SMITH SRG, VASDEKIS SN *et al.* Role of venous elasticity in the development of varicose veins. *Br J Surg* 1989; 76: 581-584.
- CLARKE H, SMITH SRG, VASDEKIS SN, HOBBS JT, NICOLAIDES AN. Role of venous elasticity in the development of varicose veins. *Br J Surg* 1989; 76: 577-80.
- COON WW, WILLIS PW III, KELLER JB. Venous thromboembolism and other venous disease in the Tecumseh community health study. *Circulation* 1973; 48: 839-46.
- CORNU – THENARD A, BOIVIN P, BAUD JM, DE VINCENZI I, CARPENTIER PH. Importance of the familial factor in varicose disease. *J Dermatol Surg Oncol* 1994; 20: 318- 26.
- DALE WA, CRANLEY JJ, DEWEESE JA, MEYERS TT. Symposium: management of varicose veins. *Contemp Surg* 1975; 6: 86-124.
- DUCK FA. Physical properties of tissue. London: Academic Press, 1990.
- EGER SA, CASPER SL. Etiology of varicose veins from an anatomic aspect, based on dissection of 38 adult cadavers. *JAMA* 1943; 123: 148-149.
- ENGEL AF, DAVIES G, KEEMAN JN. Preoperative localisation of the saphenopopliteal junction with duplex scanning. *Eur J Vasc Surg* 1991; 5: 507-509.
- ENGEL AF, DAVIES G, KEEMAN JN, VDORP TA. Colour flow imaging of

- the normal short saphenous vein. *Eur J Vasc Surg* 1994; 8: 179-181.
- EVANS DH, MCDICKEN WN *et al.* Doppler ultrasound physics, instrumentation, and clinical applications. New York: John Wiley & Sons, 1989.
- FEGAN WG, KLINE AL. The cause of varicosity in the superficial veins of the lower limb. *Br J Surg* 1972; 59: 798-801.
- FERRIS EB, KISTNER RL. Femoral vein reconstruction in the management of chronic venous insufficiency. *Arch Surg* 1982; 117: 1571-1579.
- FOLSE R, ALEXANDER RH. Directional flow detection for localising venous valvular incompetence. *Surgery* 1970; 67: 114.
- GANDHI RH, IRIZARRY E, NACKMAN GB, *et al.* Analysis of the connective tissue matrix and proteolytic activity of primary varicose veins. *J Vasc Surg* 1993; 18: 814-20.
- GAJRAJ H, BROWSE NL. Fibronolytic activity of the arms and legs of patients with lower limb venous disease. *Br J Surg* 1991; 78: 853-6.
- GENERAL REGISTER OFFICE. Studies on Medical and Population Subjects. No. 12: The survey of Sickness 1943-52. London: HMSO, 1957.
- GURURAJA TR, SCHULTZE WA, CROSS LE *et al.* Piezoelectric composite materials for ultrasonic transducer applications. *IEEE Trans Sonics Ultrason* 1985; 32: 481-499.
- HAIMOVICI H. Abnormal arteriovenous shunts associated with chronic venous insufficiency. *J Cardiovasc Surg* 1976; 17: 473-82.
- HAIMOVICI H. Role of precapillary arteriovenous shunting in the pathogenesis of varicose veins and its therapeutic implications. *Surgery* 1987; 101: 515-522.
- HAIMOVICI H. A new look at the pathogenesis and treatment of primary varicose veins. *Contemp Surg* 1988; 33: 34-40.
- HANNAN LJ, STEDJE KJ, SKOREZ MJ, KARKOW WS, FLANIGAN LD, CRANLEY JJ. Venous imaging of the extremities: our twenty – five hundred cases. *Bruit* 1986; 10: 29.
- HANRAHAN LM, KECHEJIAN GJ, CORDTS PR, *et al.* Patterns of venous insufficiency in patients with varicose veins. *Arch Surg* 1991; 126: 687-691.
- HANRAHAN LM, ARAKI CT, FISHER JB, *et al.* Evaluation of the perforating veins of the lower extremity using high resolution duplex imaging. *J Cardiovasc Surgery* 1991; 32: 87-97.
- HOBBS JT. Errors in the differential diagnosis of incompetence of the popliteal vein and short saphenous vein by Doppler ultrasound. *J Cardiovasc Surg* 1986; 27: 169-73
- HONRY DH, BLISS WR. Ultrasonic visualization of soft tissue structures of the body. *J Lab Clin Med* 1952; 40: 579-92.

- HUSNI EA, XIMENES JOC, GOVETTE EM. Elastic support of the lower limbs in hospital patients: A critical study *JAMA* 1970; 214: 1456.
- IAFRATI MD, WELCH HJ, *et al.* Subfascial endoscopic perforator ligation: an analysis of early clinical outcome and cost . *J Vasc Surg* 1997; 25: 575- 579.
- KARKOW WS, RUOFF BA, CRANLEY JJ. B-Mode venous imaging. In: KEMPCZINSKI RF, YAO JST, eds, *Practical Noninvasive Vascular Diagnosis*. Chicago: Year Book Medical, 1987: 464-485.
- KATSAMOURIS AN, CHRISTODOULOU Z, SETZIS K, *et al.* Significance of arteriovenous shunting in the pathogenesis of varicose veins. *Vasc Surg* 1989; 23: 286-391.
- KATSAMOURIS AN, KARDOULAS DG, GOURTSOYIANNIS N. The nature of lower extremity venous insufficiency in patients with primary varicose veins. *Eur J Vasc Surg* 1994; 8: 464-70.
- ΚΑΤΣΑΜΟΥΡΗΣ Α. και ΧΑΤΖΗΝΙΚΟΛΑΟΥ Ν. Αιμοδυναμική Παθοφυσιολογία των Αγγειακών Παθήσεων, υπό έκδοση.
- KILLEWICH LA, BEDFORD GR *et al.* Spontaneous lysis of deep venous thrombosis: rate and outcome. *J Vasc Surg* 1989; 9: 89- 93.
- KISTNER RL. Primary venous valve incompetence of the leg. *Am J Surg* 1980; 140: 218
- KOYANO K, SAKAGUCHI S. Selective stripping operation based on Doppler ultrasonic findings for primary varicose veins of the lower extremities. *Surgery* 1988; 103: 615-619.
- KREMKAU FW. Doppler artifacts I. *J Vasc Tech* 1990; 14(1): 41-42.
- KREMKAU FW. Doppler artifacts II. *J Vasc Tech* 1990; 14(3): 123-124.
- KREMKAU FW. Doppler artifacts III. *J Vasc Tech* 1990; 14(5): 239-240.
- KREMKAU FW, TAYLOR KJW. Artifacts in ultrasound imaging. *J Ultrasound Med* 1986; 5: 227-37.
- KREMKAU FW. Diagnostic ultrasound: Principles, instruments, and exercises, 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders, 1989.
- KREMKAU FW. Doppler ultrasound: Principles and instruments. Philadelphia: WB Saunders, 1990.
- LAMBROPOULOS N. Lower limb haemodynamics in chronic venous dysfunction. PhD Thesis, Imperial College of Science Technology and Medicine, University of London, 1994.
- LARGE J. Surgical treatment of saphenous varices, with preservation of main great saphenous trunk. *J Vasc Surg* 1985; 2: 886-891.
- LEES TA, LAMBERT D. Patterns of venous reflux in limbs with skin changes associated with chronic venous insufficiency. *Br J Surg* 1993; 80: 725-8.
- LENGYEL I, ASCADY G. Histomorphological and pathobiochemical changes of varicose veins. A possible explanation of the

- development of varicosis. *Acta Morphol Hung* 1990; 38: 259-67.
- LINTON RR. The communicating veins of the lower leg and the operative technique for their ligation. *Ann Surg* 1938; 107: 582-591.
- LOFGREN EP. Treatment of long saphenous varicosities and their recurrence: a long term follow-up. In: BERGMAN JJ, YAO JST, eds, *Surgery of the Veins*. New York , NY: Grune & Stratton, 1985: 285-299.
- LUDBROOK J. Valvular defects in primary varicose veins: cause or effect. *Lancet* 1963; 130: 1289-1292.
- LUDBROOK J. BEALE G. Femoral venous valves in relation to varicose veins. *Lancet* 1962; 1: 79.
- LUDBROOK J. Primary great saphenous varicose veins revisited. *World J Surg* 1986; 10: 954-8.
- MADAR G, WIDMER LK, ZEMP E, MAGGS M. Varicose veins and chronic venous insufficiency disorder or disease? *Vasa* 1986; 15: 126- 34.
- MASHAIH A, ROSE SS, HOD I. The scanning electron microscope in the pathology of varicose veins. *Isr J Med Sci* 1991; 27: 201-6.
- MAUREL E, AZEMA C, DELOY J, BOUISSOU H. Collagen of the normal and the varicose human saphenous vein: a biochemical study. *Clinica Chimica Acta* 1990; 193: 27-38.
- MAYBERRY JC, MONETA GL, TAYLOR LM JR, PORTER JM. Nonoperative treatment of venous stasis ulcer. In: BERGAN JJ, YAO JST, eds, *Venous Disorders*. Philadelphia, PA: W.B. Saunders Co., 1991: 381-395.
- MCHUGH R, MCDICKEN WN, THOMPSON P, BODDY K. Blood flow detection by an intersecting zone ultrasonic Doppler unit. *Ultrasound Med Biol* 1981; 7: 371-75.
- MCMULLIN GM, SCOTT HJ, COLERIDGE SMITH PD, SCURR JH. A comparison of photoplethysmography, Doppler and Duplex in the assessment of venous insufficiency. *Phlebology* 1989; 4: 75-82.
- MCMULLIN GM, COLERIDGE -SMITH PD. An evaluation of Doppler ultrasound and photoplethysmography in the investigation of venous insufficiency. *Aust NZ J Surg* 1992; 62: 270-5.
- MEIRE HB. In COSGROVE D (ed), *Abdominal and General Ultrasound*. Churchill Livingstone, 1993; 65-95.
- MUNN SR, MORTON JB, MACBETH WAAG, MCLEIXH AR. To strip or not to strip the long saphenous vein? A varicose vein trial. *Br J Surg* 1981; 68: 426-428.
- NEGLEN P, RAJU S. A comparison between descending phlebography and duplex Doppler investigation in the evaluation of reflux in chronic venous insufficiency: A challenge to phlebography as the 'gold standard'. *J Vasc Surg* 1992; 16: 687-93.

- NEGLEN P, RAJU S. A rational approach to detection of significant reflux with duplex Doppler scanning and air-plethysmography. *J Vasc Surg* 1993; 17: 590-5.
- NERGUS D. Should the incompetent saphenous vein be stripped to the ankle? *Phebologie* 1986; 1: 33-36.
- NICOLAIDES AN, FERNANDES E FERNANDES J, ZIMMERMAN H. Doppler ultrasound in the investigation of venous insufficiency. IN NICOLAIDES AN, YAO JST eds. Investigation of vascular disorders, New York, *Churchill livingstone* 1981: 478-487.
- NICOLAIDES AN, ZUKOWSKI AJ. The value of dynamic venous pressure measurements. *World J Surg* 1986; 10: 919-25.
- NICOLAIDES AN AND MILES C. Photoplethysmography in the assessment of venous insufficiency. *J Vasc Surgery* 1987; 59: 714.
- NICOLAIDES AN, RENTON SC. Duplex scanning: the second sight of the vascular surgeon. *Eur j Vasc Surg* 1990; 4: 445-447.
- NICOLAIDES AN, SUMMER DS, eds. Investigation of patients with deep vein thrombosis and chronic venous insufficiency. *Med – Orion*, 1991: 39-43.
- NICOLAIDES AN. Venous disease and phlebography (Editorial). *Phlebology* (Supl 2) 1992; 7: 1-3.
- NICOLAIDES AN, HUSSEIN MK *et al*. The relation of venous ulceration with ambulatory venous pressure measurements. *J Vasc Surg* 1993; 17: 414- 417.
- O'DONNELL TF JR, BURNARD KG, CLEMENSON G, *et al*. Doppler examination vs clinical and phlebographic detection of the location of incompetent perforating veins. *Arch Surg* 1977; 112: 31-35.
- PERTHES G. Uber die operation de unterschenkelvaricen nach Trendelenburg. *Dtsch Med Wochendchr* 1895; 1: 253.
- PORTER JM, RUTHERFORD RB, CLAGGETT GP, *et al*. Reporting standards in venous disease. *J Vasc Surg* 1988; 8: 172-181.
- PSAILA JV, MELHUISH J. Viscoelastic properties and collagen content of the long saphenous vein in normal and varicose veins. *Br J Surg* 1989; 76: 37-40.
- REID J. Challenges and opportunities in ultrasound. In Linzer (ed): *Proceedings of the First International Seminar on Ultrasonic Tissue Characterization*. Washington, DC, US Government Printing Office, NBS Special Publ #453, 1976.
- REIKERAS O, SORLIE D. The significance of arteriovenous shunting for the development of varicose veins. *Acta Chir Scand* 1983; 149: 479-481.
- RIVLIN S. The surgical care of primary varicose veins. *Br J Surg* 1975; 62: 913-917.

- ROSE SS, AHMED A. Some thoughts on the aetiology of varicose veins. *J Cardiovasc Surg* 1986; 27: 534-43.
- ROSE S. What causes varicose veins? *Lancet* 1986; 8: 320.
- RUTHERFORD RB. The vascular consultation. In: RUTHERFORD RB, ed, *Vascular Surgery*. Philadelphia, PA: W.B. Saunders Co., 1989: 1-10.
- SANDANGER G, WILLIAMS LR, MCCARTHY WR, FLINN WR, YAO JST. Assessment of venous valve function by duplex scan. *Bruit* 1986; X: 238.
- SETHIA KK, DRAKE SG. Long saphenous incompetence as a cause of venous ulceration. *Br J Surg* 1984 ; 71 : 754-5.
- SHAMI SK, SARIN S, CHEATLE TR, *et al*. Venous ulcers and the superficial venous system. *J Vasc Surg* 1993; 17: 487-90.
- SHULL KC, NICOLAIDES AN, FERNANDEZ FJ, MILES C, HORNER J, NEEDHAM T, COOKE ED, EASTCOTT FHG. Significance of popliteal reflux in relation to ambulatory venous pressure and ulceration. *Arch Surg* 1979; 114: 1304.
- SHUNG K, REID J. Scattering of ultrasound by blood. *IEEE Trans Biomed Eng* 1967; 23: 260-467.
- SUMNER DS. Hemodynamics and pathophysiology of venous disease. In: RUTHERFORD RB, ed, *Vascular Surgery*. Philadelphia, PA: W.B.Saunders Co.,1989.
- SZENDRO G, NICOLAIDES AN, ZUKOWSKI *et al*. Duplex scanning in the assessment of deep venous incompetence. *J Vasc Surg* 1986; 4: 237-42.
- TALBOT ST. Use of real time imaging in identifying deep venous obstruction. A preliminary report. *Bruit* 1982; 6: 41.
- TRENDELENBURG F. Uber die unterbindung der vena saphena magna bei unterschenkelvarice. *Beitr Klin Chir* 1891; 17: 165.
- THULESIUS O, SAID S, SHUHAIBER H, NEGLEN P, GJORES JE. Endothelial mediated enhancement of noradrenaline induced vasoconstriction in normal and varicose veins. *Clin Physiol* 1991; 11: 153-9.
- US DEPARTMENT OF HEALTH, EDUCATION AND WELFARE. National Health Survey 1935-36 Preliminary Reports. The magnitude of the chronic disease problem in the United States. Washington DC, 1938.
- VALENTIN LI, VALENTIN WH, MERCADO S, ROSADO CJ. Venous reflux localisation: Comparative study of venography and duplex scanning. *Phlebology* 1993; 8: 124-7.
- VAN BEMMELEN PS, BEDFORD G, BEACH K, STRANDNESS DE. Quantitative segmental evaluation of venous valvular reflux with duplex ultrasound scanning. *J Vasc Surg* 1989; 10: 425- 431.
- VAN BEMMELEN PS, VAN RAMSHORST B, EIKELBOOM BC.

- Photoplethysmography reexamined: lack of correlation with duplex scanning. *Surgery* 1992; 112: 544-8.
- VAN DER HYDE MN. Phlebology and venous pressure determination. *Angiology* 1961; 12: 553-563.
- VASDEKIS SN, CLARKE GH, HOBBS JT, NICOLAIDES AN. Quantification of venous reflux by means of duplex scanning. *J Vasc Surg* 1989; 10: 670-7.
- VASDEKIS SN, CLARKE GH, HOBBS JT, NICOLAIDES AN. Evaluation of non-invasive and invasive methods in the assessment of short saphenous vein termination. *Br J Surg* 1989; 76: 929-932.
- WATTS GT. Varicose veins are caused by defective valves in the veins. *Lancet* 1986; 4: 31-2.
- WEINGARTEN MS, BRANAS CC, CZEREDARCZUK M, SCHIMIDT J, WOLFERTH CC. Distribution and quantification of venous reflux in lower extremity chronic venous stasis disease with duplex scanning. 1993; 18: 5.
- WELCH HJ, FALIAKOU EC, MCLAUGHLIN RL et al. Comparison of descending phlebography with quantitative photoplethysmography, air-plethysmography and duplex quantitative valve closure time in assessing deep venous reflux. *J. Vasc Surg* 1992; 16: 913-20.
- WELLS PNT. Biomedical ultrasonics. London: Academic Press, 1977.
- WELLS PNT. Propagation of ultrasonic waves through tissues. In Fullerton G, Zagzebski S (Eds) *Medical Physics of CT and Ultrasound*, New York, American Institute of Physics 1980.
- WELLS PNT. The prudent use of diagnostic ultrasound. *Br J Radiol* 1987; 13: 391-400.
- WELLS PNT. Doppler ultrasound in medical diagnosis. *Br J Radiol* 1989; 62: 399-420.
- WELLWOOD JM, COX SJ, MARTIN A et al. Sensory changes following stripping of the long saphenous vein. *J Cardiovasc Surg* 1975; 16: 123- 124.
- WIDMER LK. *Peripheral Venous Disorders: Prevalence and Sociomedical Importance*. Bern: Hans Huber, 1978: 43-50.
- WILD JJ, REID JM. Further pilot echographic studies of the histologic structure of tumors of the living intact human breast. *Am J Path* 1952; 28: 839-61.
- ZSOTER T, CHRONIN RF. Venous distensibility in patients with varicose veins. *Can Med Assoc J* 1966; 94: 1293-7.
- ZSOTER T, MOORE S, KEON W. Venous distensibility in patients with varicosities: in vitro studies. *J Appl Physiol* 1967; 22: 505-8.