

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8ο

ΑΓΓΕΙΟΓΡΑΦΙΑ

8.1 Εισαγωγή

Η αγγειογραφία (Angiography) είναι ακτινολογική μέθοδος που επιτρέπει την απεικόνιση των αγγείων, μετά από έγχυση ιωδιούχου σκιεράς ουσίας.

Η πρώτη αγγειογραφία έγινε λίγο μετά την ανακάλυψη των ακτίνων Χ το 1895, με την έγχυση σκιεράς ουσίας στη βραχιόνια αρτηρία πτώματος. Αγγειογραφία στο σώμα ζωντανού ανθρώπου επιτεύχθηκε για πρώτη φορά κατά τη δεκαετία του 1920, από τους Moniz (εγκεφαλική αρτηριογραφία, 1928) και Dos Santos (αορτογραφία, 1929). Για πολλά χρόνια ήταν η εξέταση πρώτης επιλογής για ένα μεγάλο αριθμό παθήσεων.

Τη δεκαετία του 1950 η χρήση της εξαπλώθηκε με την προσθήκη κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης στα ακτινολογικά μηχανήματα και, κυρίως, με την εφαρμογή της μεθόδου του Seldinger (1953). Στα τέλη της επόμενης δεκαετίας αναπτύχθηκε η ακτινοσκόπηση με χρήση ενισχυτών και εξελίχθηκε η τεχνολογία των καθετήρων και των συρμάτων οδηγών, ενώ από το 1970 και μετά, η ανάπτυξη της ψηφιακής αφαιρετικής αγγειογραφίας, της αξονικής τομογραφίας και των υπερήχων άνοιξε νέους ορίζοντες. Επιπλέον, η βελτίωση, των σκιαγραφικών μέσων οδήγησε στη σημαντική ελάττωση των κινδύνων από την εφαρμογή της μεθόδου.

Σήμερα η αγγειογραφία χωρίζεται σε:

- ◆ *Διαγνωστική* (κλασική-ψηφιακή αφαιρετική-μαγνητική-με υπερήχους-ραδιοϊσοτοπική).
- ◆ *Θεραπευτική* (αγγειοπλαστική-εμβολισμός αγγείων).

Ανάλογα με το είδος των αγγείων που μελετώνται η αγγειογραφία διακρίνεται σε:

- Αρτηριογραφία
- Φλεβογραφία
- Λεμφαγγειογραφία.

8.2 Τμήμα Αγγειογραφίας-Εργαστηριακός Εξοπλισμός

Οι αγγειογραφίες γίνονται μέσα σε ειδικά εξοπλισμένο και θωρακισμένο εργαστήριο, από έμπειρη ομάδα που αποτελείται από τον ειδικά εκπαιδευμένο στις αγγειογραφίες ιατρό, τον τεχνολόγο ακτινολόγο που χειρίζεται τον πολύπλοκο εργαστηριακό εξοπλισμό και τον νοσηλευτή που παρακολουθεί και φροντίζει τον ασθενή κατά τη διάρκεια της εξέτασης. Το αγγειολογικό εργαστήριο (angiography room) διαθέτει πλούσιο μηχανικό εξοπλισμό που αποτελείται από:

- ♦ **Τριφασική γεννήτρια (X-Ray generator)** και Τράπεζα χειρισμού. Η τράπεζα χειρισμού πρέπει να βρίσκεται σε τέτοια θέση, ώστε να εξασφαλίζεται καλή οπτική και ακουστική επικοινωνία με τον εξεταζόμενο. Η οπτική επικοινωνία επιτυγχάνεται μέσω ειδικού παραθύρου που καλύπτεται από μολυβδύαλο.

- ♦ **Ακτινολογική λυχνία (X-Ray tube)** περιστρεφόμενης ανόδου που χαρακτηρίζεται από μεγάλη ταχύτητα περιστροφής και μικρό εστιακό σημείο. Έτσι γίνεται η απαγωγή του μεγάλου ποσού θερμότητας που παράγεται, και επιτυγχάνεται καλύτερη οριακή ευκρίνεια. Η ακτινολογική λυχνία βρίσκεται κάτω από το ακτινολογικό τραπέζι και οι ακτίνες X, που παράγονται κατά παλμούς, διευθύνονται από κάτω προς τα πάνω (εικ. 8.1).



Εικ. 8.1.: Ακτινολογική λυχνία.



Εικ. 8.2 Ενισχυτής εικόνας.

- ♦ **Ενισχυτή εικόνας (Image intensifier)**. Οι ακτίνες X που βγαίνουν από τη λυχνία, προσπίπτουν στη φθορίζουσα οθόνη του ενισχυτή εικόνας, ο οποίος είναι κατασκευασμένος από ιωδιούχο καίσιο, και μετατρέπονται σε ορατή εικόνα, αφού πρώτα ενισχυθούν (εικ. 8.2).

- ♦ **Φακούς εστίασης και διάφραγμα**. Οι φακοί (Lenses) εστιάζουν τη δέσμη του φωτός που εξέρχεται από τον ενισχυτή εικόνας και την οδηγούν στην είσοδο της λυχνίας λήψης (τηλεοπτική camera), ενώ το διάφραγμα ρυθμίζει την ένταση του φωτός που θα πέσει σε αυτή.



Εικ. 8.3 Κινηματογραφική μηχανή.

♦ **Κινηματογραφική μηχανή (camera)** και συσκευή video.

♦ **Εναλλάκτη φιλμ (Film changer).** Είναι συσκευή που συνήθως βρίσκεται δίπλα στον ενισχυτή εικόνας και περιέχει φιλμ με ενισχυτικές πινακίδες. Με κατάλληλο μηχανισμό μετακινείται απέναντι από τη λυχνία, όταν πρόκειται να γίνει λήψη ακτινογραφιών. Σε πολλά μηχανήματα μπορεί να υπάρχουν και δύο εναλλάκτες, με τους οποίους είναι δυνατή η ταυτόχρονη λήψη ακτινογραφιών σε 2 επίπεδα (κατά μέτωπο και πλάγιο).

♦ **Σύστημα C- arm.** Η λυχνία ακτίνων Χ συνδέεται με τον ενισχυτή εικόνας και τα συστήματα καταγραφής (camera-εναλλάκτη- video), με βραχίονα ημικυκλικού σχήματος ή σχήματος C (σύστημα C-arm). Η σύνδεση αυτή διευκολύνει την ταυτόχρονη κίνησή τους, και το σύστημα αυτό έχει τη δυνατότητα να κινείται δεξιά-αριστερά, κεφαλικά-ουραία (εικ. 8.4). Σε ορισμένα εργαστήρια υπάρχουν δύο συστήματα C-arm κάθετα μεταξύ τους, που λαμβάνουν ταυτόχρονα δύο εικόνες κάθετες η μια σε σχέση με την άλλη. Με αυτά επιτυγχάνεται μείωση της διάρκειας της εξέτασης, λήψη περισσότε-



Εικ. 8.4.: Κινήσεις συστήματος C-Arm.



Εικ. 8.5.: Συνδυασμός δύο συστημάτων C-Arm.

ρων εικόνων με την ίδια ποσότητα σκιαγραφικού και ελάττωση του χρόνου ακτινοβολήσης (ακτινοπροστασία) (εικ. 8.5).

♦ **Ακτινολογική τράπεζα (X-Ray table)** Βρίσκεται μεταξύ λυχνίας και ενισχυτή εικόνας και έχει τη δυνατότητα κίνησης σε κατακόρυφο και οριζόντιο επίπεδο. Οι κινήσεις της τράπεζας ελέγχονται από ειδικό χειριστήριο που βρίσκεται στην άκρη της τράπεζας, αλλά και από τον ποδοδιακόπτη.

♦ **Ακτινοσκοπική οθόνη (Monitor),** στην οποία απεικονίζονται άμεσα οι εικόνες κα-

θόλη τη διάρκεια της εξέτασης, επιτρέποντας την παρακολούθηση της πορείας του καθετήρα και της έγχυσης του σκιαγραφικού. Με τη βοήθεια της οθόνης γίνεται σωστή επιλογή των εικόνων, που στη συνέχεια θα καταγραφούν, και μια πρώτη εκτίμηση της κατάστασης του ασθενή.

♦ **Αυτόματο εγχυτή (Pressure injector).** Είναι συσκευή που χρησιμεύει για την έγχυση του σκιαγραφικού μέσου και δίνει τη δυνατότητα ελεγχόμενης έγχυσης μεγάλης ποσότητας σκιαγραφικού με συγκεκριμένο ρυθμό.



Εικ. 8.6.: Κινήσεις ακτινολογικής τράπεζας.



Εικ. 8.7.: Τμήμα αγγειογραφίας – Εργαστηριακός εξοπλισμός (Σύστημα C-Arm, Ακτινολογική τράπεζα, Ακτινοσκοπική οθόνη).

♦ **Εργαλεία καθετηριασμού** μιας χρήσης όπως βελόνες (Needles), οδηγά σύρματα (Guide wires) και καθετήρες (Catheters). Επίσης πρέπει να υπάρχουν διάθεσιμα Betadine, αναισθητικό (Ξυλοκαΐνη) και αντιπηκτικό.

♦ **Ποδοδιακόπτη**, που δίνει τη δυνατότητα ελέγχου της ακτινοσκόπησης, της καταγραφής στο φιλμ και των κινήσεων του κρεβατιού (εικ. 8.8).

♦ **Συστήματα καταγραφής της εικόνας.** Η λήψη της εικόνας στα συστήματα

κλασικής αγγειογραφίας μπορεί να γίνει σε κινηματογραφικό φιλμ ή βιντεοκασέτα.

♦ **Συστήματα καταγραφής πιέσεως και ηλεκτροκαρδιογραφήματος** του ασθενή (Pressure monitoring equipment), με τα οποία ο ασθενής παρακολουθείται καθ' όλη τη διάρκεια της εξέτασης.

♦ **Ακτινοπροστατευτικά μέσα.** Πρόκειται για μολύβδινα πετάσματα που κρέμονται από το ακτινολογικό τραπέζι, μολύβδινους θώρακες οροφής ή δαπέδου, μολύβδινα πετάσματα δαπέδου, ατομικές ποδιές και κολάρα.



Εικ. 8.9.: Οι εργαζόμενοι στα τμήματα αγγειογραφίας οφείλουν να φορούν μολύβδινες ατομικές ποδιές.



Εικ. 8.8.: Ποδοδιακόπτης.

- ♦ **Συστήματα ακινητοποίησης του ασθενή.**
- ♦ **Εξοπλισμό ανάνηψης** (Resuscitation equipment), όπως ο απινιδωτής.
- ♦ **Ειδικές κασέτες και ειδικό εμφανιστήριο** για κινηματογραφικό φιλμ, που χρησιμοποιείται στις αγγειογραφίες.

8.3 Αρτηριογραφία

Είναι η απεικόνιση του αρτηριακού δικτύου και των καρδιακών κοιλοτήτων, που γίνεται μετά από έγχυση σκιαγραφικής ουσίας. Η αρτηριογραφία (Arteriography) ενδείκνυται στις παρακάτω περιπτώσεις:

- Συγγενείς ανωμαλίες της καρδιάς και των αγγείων.
- Ανευρύσματα.
- Στενώσεις ή εμβολές αγγείων.
- Αιμορραγίες.
- Αρτηριοφλεβικές επικοινωνίες.
- Αρτηριακές δυσπλασίες.

8.3.1 Διαδικασία της Εξέτασης

1. Προετοιμασία του ασθενή.

Ο γιατρός οφείλει να ενημερώσει τον ασθενή για τη διαδικασία της εξέτασης και τις πιθανές επιπλοκές, και να απαντήσει σε όλες του τις ερωτήσεις. Απαραίτητη είναι η λήψη των ζωτικών του σημείων (αρτηριακή πίεση – σφύξεις). Η περιοχή εισαγωγής του καθετήρα πρέπει να καθαριστεί και να ξυριστεί. Ο ασθενής τοποθετείται ύπτιος στο ακτινολογικό τραπέζι και καλύπτεται με αποστειρωμένα σεντόνια, εκτός από το σημείο καθετηριασμού, το οποίο επαλείφεται με betadine, ενώ έχει προηγηθεί αποστείρωση και του γιατρού.

2. Τεχνική καθετηριασμού.

Οι αρτηριογραφίες γίνονται με διαδερμικό καθετηριασμό και με την τεχνική Seldinger. Η πιο συχνή θέση καθετηριασμού είναι η μηριαία αρτηρία, γιατί παρέχει εύκολη πρόσβαση στην αορτή, τους αορτικούς κλάδους και την αριστερή κοιλία της καρδιάς. Όταν ο καθετηριασμός της μηριαίας αρτηρίας αντενδείκνυται (π.χ. λόγω σοβαρής στένωσής της), καθετηριάζεται η βραχιόνια.

Τεχνική Seldinger. Αφού επιλεγούν τα κατάλληλα εργαλεία καθετηριασμού (βελόνες, οδηγά σύρματα, καθετήρες), γίνεται τοπική αναισθητοποίηση στην



Εικ. 8. 10 Διαδικασία της εξέτασης σε αγγειολογικό εργαστήριο.

περιοχή καθετηριασμού. Αρχικά εισάγεται ειδική βελόνα από το δέρμα στη μηριαία αρτηρία και, μέσω αυτής, ένα μαλακό οδηγό σύρμα, το οποίο προωθείται με ήπιες κινήσεις, κάτω από ακτινοσκοπικό έλεγχο, ώσπου να φτάσει στην κατιούσα αορτή. Τότε εισάγεται ο καθετήρας, που διαφέρει ανάλογα με την αρτηρία που θέλουμε να απεικονίσουμε. Όταν ο καθετήρας φτάσει στο στόμιο της εξεταζόμενης αρτηρίας, το οδηγό σύρμα απομακρύνεται και γίνεται η έγχυση της σκιαγραφικής ουσίας. Αφού τελειώσει η εξέταση και απομακρυνθεί ο καθετήρας, ασκείται πίεση στη μηριαία αρτηρία για να γίνει αιμόσταση. Ο ασθενής παραμένει κλινήρης 6 – 8 ώρες υπό ιατρική παρακολούθηση.

3. Καθετήρες

Οι καθετήρες που χρησιμοποιούνται στη καρδιοαγγειογραφία κατασκευάζονται συνήθως από Dacron, πολυαιθυλένιο ή πολυουρεθάνιο, ενισχύονται με δικτυωτό σχηματισμό από ατσάλι και διαποτίζονται με άλατα μολύβδου ή βαρίου, για να είναι ακτινοσκιεροί.

4. Σκιαγραφικά μέσα.

Τα σκιαγραφικά μέσα που χρησιμοποιούνται είναι ιωδιούχα υδατοδιαλυτά μη ιονικά¹, χαμηλής ωσμωτικότητας², που είναι ιδανικά, γιατί είναι ανώδυνα κατά την έγχυση και έχουν μικρή συχνότητα παρενεργειών.

5. Ανεπιθύμητες Ενέργειες

Οι ανεπιθύμητες ενέργειες είναι τοπικές, απομακρυσμένες ή προκαλούμενες από τα σκιαγραφικά μέσα.

➤ Τοπικές: αιμορραγία, αιμάτωμα, φλεγμονή, θρόμβωση, καταστροφή νεύρων, ψευδοανεύρυσμα³.

➤ Απομακρυσμένες: εμβολή, σηψαιμία, διαχωρισμός αρτηριών.

➤ Προκαλούμενες από τα σκιαγραφικά: αλλεργικές αντιδράσεις, νεφρική ανεπάρκεια.

8.3.2 Είδη Αρτηριογραφιών

Οι κυριότερες αρτηριογραφίες είναι:

- ◆ Αορτογραφία (θωρακική, κοιλιακή).
- ◆ Αρτηριογραφία κλάδων του αορτικού τόξου (άνω, κοινή, κατωκή).
- ◆ Νεφρική αρτηριογραφία.
- ◆ Περιφερειακή αρτηριογραφία (άνω και κάτω άκρων).
- ◆ Εγκεφαλική αρτηριογραφία.
- ◆ Καρδιοαγγειογραφία.



Εικ. 8.11.: Νεφρική αρτηριογραφία.

8.4 Καρδιοαγγειογραφία (Καρδιακός Καθετηριασμός)

Η καρδιοαγγειογραφία (Angiocardiology) είναι η επιλεκτική σκιαγράφιση των καρδιακών κοιλοτήτων και των στεφανιαίων αρτηριών της καρδιάς. Η απεικόνιση των στεφανιαίων αρτηριών ονομάζεται στεφανιοαγγειογραφία (Coronary arteriography). Η εξέταση αυτή εκτελείται στο αγγειολογικό εργαστήριο (αιμο-

¹Τα μη ιονικά σκιαγραφικά δεν διίστανται σε ιόντα κατά την είσοδό τους στο αίμα, και έτσι μειώνουν την ωσμωτικότητα του πλάσματος και κατά συνέπεια τις ανεπιθύμητες αντιδράσεις.

²Ωσμωτικότητα ενός διαλύματος ονομάζεται ο αριθμός των σωματιδίων ανά kg. διαλύτη.

³Μόζα που σχηματίζεται από την επικοινωνία του αγγείου με την κοιλότητα ενός αιματώματος.

δυναμικό εργαστήριο) από πεπειραμένο ιατρό και ειδικά εκπαιδευμένο τεχνολόγο ακτινολόγο και νοσηλεύτη.

8.4.1 Ενδείξεις

Η καρδιοαγγειογραφία ενδείκνυται για:

- Τη μελέτη της λειτουργίας των καρδιακών κοιλοτήτων και βαλβίδων και την ανάδειξη καρδιακών ανωμαλιών.
- Την εκτίμηση του ακριβούς σημείου της στένωσης, του βαθμού της στένωσης και του αριθμού των στενωμένων αγγείων σε ασθενείς με στεφανιαία νόσο.
- Την επιλογή της κατάλληλης θεραπευτικής μεθόδου (χειρουργική ή αγγειοπλαστική με μπαλονάκι), όταν διαπιστώνεται απόφραξη στεφανιαίας αρτηρίας.
- Την παρακολούθηση ασθενών με έμφραγμα του μυοκαρδίου που έχουν υποβληθεί σε χειρουργική επέμβαση.

8.4.2 Προετοιμασία του ασθενή

Η προετοιμασία του ασθενή, που πρόκειται να υποβληθεί σε καρδιοαγγειογραφία, είναι ίδια, όπως και σε όλες τις αγγειογραφίες.

8.4.3 Τεχνική της εξέτασης

Στην καρδιοαγγειογραφία ο καθετηριασμός των αριστερών καρδιακών κοιλοτήτων γίνεται κυρίως με παρακέντηση της μηριαίας αρτηρίας, σύμφωνα με την



Εικ. 8.12.: Αιμοδυναμικό Εργαστήριο.

τεχνική Seldinger. Από τη μηριαία αρτηρία ο καθετήρας προωθείται, κάτω από ακτινοσκοπικό έλεγχο, στη λαγόνια αρτηρία, την κοιλιακή αορτή, τη θωρακική αορτή και από εκεί φτάνει στην ανιούσα αορτή, μέχρι το στόμιο των στεφανιαίων αρτηριών¹. Στο σημείο αυτό γίνεται έγχυση ιωδιούχου υδατοδιαλυτής σκιαγραφικής ουσίας στο στόμιο της αριστερής στεφανιαίας αρτηρίας και λαμβάνονται εικόνες σε διάφορες προβολικές θέσεις. Στη συνέχεια εισάγεται νέος καθετήρας και γίνεται νέα έγχυση σκιαγραφικού και λήψη εικόνων της δεξιάς στεφανιαίας αρτηρίας. Ο χρόνος έκθεσης

στις λήψεις που πραγματοποιούνται πρέπει να είναι μικρός, για την αποφυγή ασάφειας λόγω κίνησης της καρδιάς. Στο τέλος εισάγεται ειδικός καθετήρας στην αριστερή κοιλία της καρδιάς, αφού περάσει την αορτική βαλβίδα. Εκεί

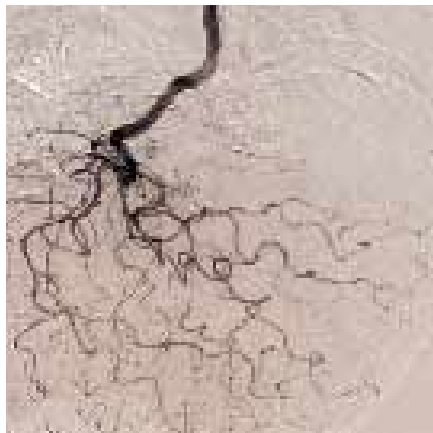
¹Οι στεφανιαίες αρτηρίες είναι οι πρώτοι κλάδοι της αορτής, μόλις αυτή βγει από την αριστερή κοιλία της καρδιάς, και είναι 2: η δεξιά και η αριστερή στεφανιαία αρτηρία.

πραγματοποιείται εφάπαξ έγχυση μεγάλης ποσότητας σκιαγραφικού (25-30 ml) και απεικόνιση των αριστερών καρδιακών κοιλοτήτων.

Ο καθετηριασμός των δεξιών καρδιακών κοιλοτήτων γίνεται με παρακέντηση της μηριαίας φλέβας, με τη βοήθεια ειδικού καθετήρα, και σκιαγραφούνται ο αριστερός κόλπος, η αριστερή κοιλία και η πνευμονική αρτηρία, όπου γίνεται και μέτρηση πιέσεων.

Σε ορισμένες περιπτώσεις χρησιμοποιείται η τεχνική του Sones, κατά την οποία αποκαλύπτεται και παρακεντάται η βραχιόνια αρτηρία (αριστερός καθετηριασμός) ή η μεσοβασιλική φλέβα (δεξιός καθετηριασμός).

Κατά τη διάρκεια της εξέτασης γίνεται συνεχής καταγραφή πίεσεως καθώς και λήψη ηλεκτροκαρδιογραφήματος (ΗΚΓ) στον ασθενή, γιατί υπάρχει κίνδυνος εμφάνισης θανατηφόρων επιπλοκών. Η καταγραφή της εικόνας γίνεται σε ειδικό κινηματογραφικό φιλμ.



Εικ. 8.13.: Στεφανιοαγγειογραφία.

8.4.4 Ανεπιθύμητες ενέργειες

Εκτός από τις γενικές επιπλοκές που παρατηρούνται σε όλες τις αγγειογραφίες, στην καρδιοαγγειογραφία υπάρχει επιπλέον κίνδυνος εμφάνισης αρρυθμιών, εμφράγματος του μυοκαρδίου και αιφνίδιου θανάτου.

8.5 Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία (D.S.A.)

Η ψηφιακή απεικόνιση έχει σήμερα ευρεία εφαρμογή και στην αγγειογραφία, γιατί παρέχει άμεση λήψη, επεξεργασία και αναπαραγωγή μεγάλου αριθμού εικόνων πολύ καλής ποιότητας. Η ψηφιακή απεικόνιση έγινε δυνατή με την κατασκευή ειδικών ψηφιακών μνημών, που μπορούν να αποθηκεύσουν και να αναπαραγάγουν το σήμα βίντεο που εξέρχεται από την κάμερα, αλλά και να το επεξεργαστούν. Επίσης έγινε δυνατή η ψηφιακή αφαίρεση εικόνων, που εφαρμόζεται στην ψηφιακή αφαιρετική αγγειογραφία (D.S.A. Digital Subtraction Angiography). Η μέθοδος αυτή περιγράφηκε για πρώτη φορά από τον Ziedes des Plantes το 1934, αλλά αναπτύχθηκε και τελειοποιήθηκε μέσα στη δεκαετία του 1970 και του 1980.

Με την ψηφιακή αφαιρετική αγγειογραφία απεικονίζονται επιλεκτικά μόνο το αγγεία του ανθρώπινου σώματος, μετά από χορήγηση σκιαγραφικής ουσίας, και αυτό επιτυγχάνεται με την απομάκρυνση όλων των άλλων ανατομικών περιοχών από την εικόνα όπως τα οστά, οι μαλακοί ιστοί, και ο αέρας. Η μέθοδος βασίζε-



Εικ. 8.14.: Σύνθεση ψηφιακών εικόνων.

ται στην εξής απλή σκέψη: αν γίνει λήψη μιας ακτινογραφίας πριν από την έγχυση σκιαγραφικού και μιας άλλης μετά την έγχυσή του, τότε η διαφορά των 2 εικόνων είναι μια εικόνα που θα απεικονίζονται μόνο τα αγγεία που περιέχουν το σκιαγραφικό.

Η εισαγωγή της σκιαγραφικής ουσίας γίνεται ενδοφλέβια ή ενδαρτηριακά. Η ενδοφλέβια ψηφιακή αφαιρετική αγγειογραφία (intra venous D.S.A.) γίνεται με απευθείας έγχυση ιωδιούχου υδατοδιαλυτής σκιαγραφικής ουσίας, κατά κύριο λόγο στη μεσοβασilikή φλέβα, ενώ η ενδαρτηριακή (intra arterial D.S.A.) γίνεται με εισαγωγή ιδιαίτερα λεπτού και εύκαμπτου καθετήρα στη μηριαία ή τη βραχιόνια αρτηρία, σύμφωνα με τη μέθοδο Seldinger.

8.5.1 Τεχνική της εξέτασης

Κατά τη μέθοδο αυτή εφαρμόζεται η αφαιρετική τεχνική (mask subtraction technique), η οποία γίνεται ως εξής:

- ◆ Η λυχνία εκπέμπει ακτινοβολία με τη μορφή παλμών, δίνοντας τη δυνατότητα λήψης μεγάλου αριθμού διαδοχικών εικόνων με ταχύτατους ρυθμούς. Οι λήψεις αρχίζουν πριν ακόμα το σκιαγραφικό φτάσει στα αγγεία και συνεχίζονται μέχρι την αποβολή του από αυτά.

- ◆ Πριν από την έγχυση του σκιαγραφικού, λαμβάνονται εικόνες οι οποίες αποτελούν τη βάση της εξέτασης, και στη συνέχεια δημιουργούνται αντίγραφα τους, που θα χρησιμοποιηθούν σαν μάσκα. Η «μάσκα» τοποθετείται στον υπολογιστή και χρησιμοποιείται για την αφαίρεση από τις εικόνες που θα περιέχουν το σκιαγραφικό.

- ◆ Μετά την έγχυση του σκιαγραφικού, λαμβάνονται εικόνες των σκιαγραφημένων πλέον αγγείων.

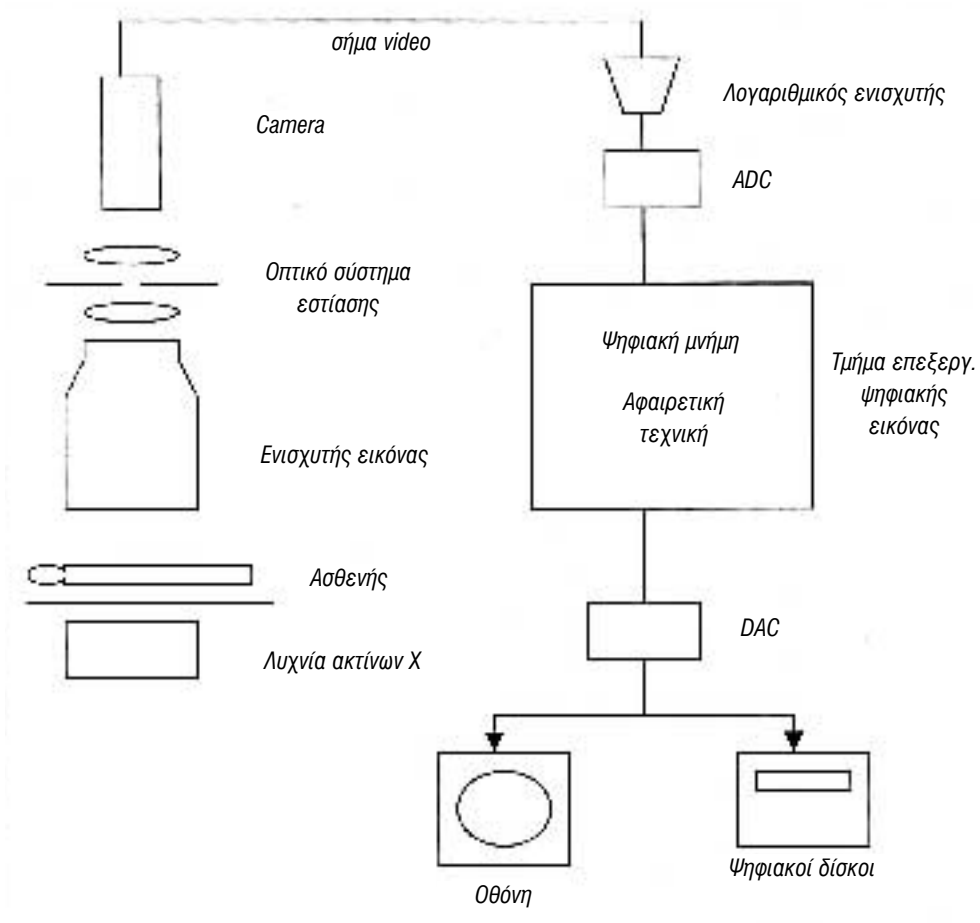
- ◆ Από κάθε λήψη παίρνουμε με κατάλληλη επεξεργασία μια ψηφιακή εικόνα, η οποία αποθηκεύεται στη μνήμη ηλεκτρονικού υπολογιστή.

♦ Στη συνέχεια πραγματοποιείται αφαίρεση της εικόνας της μάσκας (εικόνα χωρίς σκιαγραφικό) από την αντίστοιχη εικόνα με σκιαγραφικό, και αυτό που απομένει είναι μόνο η εικόνα των αγγείων που περιέχουν το σκιαγραφικό.

♦ Οι εικόνες αυτές αποθηκεύονται στη μνήμη του υπολογιστή για περαιτέρω επεξεργασία και μελέτη και, σε δεύτερο χρόνο, γίνεται φωτογράφιση σε φιλμ. Επίσης, με τα συστήματα αυτά είναι δυνατή η ευκολότερη αρχειοθέτηση των εικόνων.

8.5.2 Σύστημα ψηφιακής αφαιρετικής αγγειογραφίας

Ένα σύστημα ψηφιακής αφαιρετικής αγγειογραφίας αποτελείται από τα ίδια μέρη που αποτελείται το κλασικό σύστημα αγγειογραφίας, αν προστεθεί και το ψηφιακό τμήμα.



Σχ. 8.1.: Σχηματική παράσταση συστήματος ψηφιακής αφαιρετικής αγγειογραφίας.

1. Τα κοινά μέρη με το κλασικό σύστημα αγγειογραφίας είναι:

➤ **Η γεννήτρια υψηλής τάσης.** Η τροφοδοσία με ηλεκτρικό ρεύμα θα πρέπει να είναι σταθερή, για την αποφυγή μεταβολών στη φωτεινότητα των εικόνων, που δημιουργούν πρόβλημα στη διαδικασία της αφαίρεσης.

➤ **Η λυχνία ακτίνων Χ.** Η λυχνία ακτίνων Χ εκπέμπει ακτινοβολία με τη μορφή παλμών που επαναλαμβάνονται με σταθερό ρυθμό, διαφορετικό για κάθε εξέταση (π.χ. για την καρδιά είναι περίπου 30 παλμοί το δευτερόλεπτο).

➤ **Ο ενισχυτής εικόνας.** Στα συστήματα αυτά, η φθορίζουσα οθόνη στην είσοδο του ενισχυτή είναι κατασκευασμένη από ιωδιούχο καίσιο. Η απόδοση των ενισχυτών αυτών είναι ιδιαίτερα υψηλή.

➤ **Το οπτικό σύστημα εστίασης** (Objective lens), που αποτελείται από τους φακούς εστίασης και το διάφραγμα.

➤ **Η τηλεοπτική λυχνία λήψης** (camera). Η λυχνία αυτή μετατρέπει τη δέσμη ορατού φωτός σε σήμα βίντεο.

2. Το ψηφιακό τμήμα ενός συστήματος ψηφιακής αγγειογραφίας αποτελείται από:

➤ **Το λογαριθμικό ενισχυτή** (Log amplifier). Το σήμα βίντεο που εξέρχεται από την τηλεοπτική camera, οδηγείται στο λογαριθμικό ενισχυτή ο οποίος ενισχύει τα ασθενή σήματα σε μεγαλύτερο βαθμό από ό,τι τα ισχυρά. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η ομοιόμορφη σκιαγράφιση ενός αγγείου, άσχετα με το αν οι γειτονικοί ιστοί του αγγείου διαφέρουν (οστά, μαλακοί ιστοί, αέρας) στα διάφορα σημεία της διαδρομής του.



Εικ. 8.15.: Συστήματα παρουσίασης και αποτύπωσης της εικόνας.

➤ **Το μετατροπέα αναλογικών σημάτων σε ψηφιακά** (Analog to digital converter ADC). Το σήμα βίντεο που προέρχεται από την camera διοχετεύεται στο σύστημα αυτό για να ψηφιοποιηθεί. Αυτό σημαίνει ότι η ένταση του σήματος εκφράζεται με τη μορφή αριθμών, και κάθε αριθμός αντιστοιχεί σε μια ορισμένη απόχρωση του γκρι.

➤ **Το τμήμα επεξεργασίας της ψηφιακής εικόνας** (Digital storage). Το τμήμα αυτό αποτελείται από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Με τη βοήθεια του υπολογιστή γίνεται η αποθήκευση των ψηφιακών εικόνων στη μνήμη και η αφαιρε-

τική διαδικασία. Η αποθήκευση των ψηφιακών εικόνων γίνεται σε 2 μνήμες, τη μνήμη Α και τη μνήμη Β. Στη μνήμη Α οδηγείται η εικόνα χωρίς σκιαγραφικό (μάσκα), ενώ στη μνήμη Β οι εικόνες με το σκιαγραφικό. Η διαδικασία της αφαίρεσης των εικόνων με ψηφιακό τρόπο είναι στην ουσία μια μαθηματική πράξη αφαίρεσης αριθμών.



Εικ. 8.16.: Ψηφιακή οθόνη και πληκτρολόγιο τράπεζας χειρισμού.

➤ **Το μετατροπέα ψηφιακών σημάτων σε αναλογικά** (Digital to analog converter). Οι ψηφιακοί – αναλογικοί μετατροπείς είναι συστήματα που μετατρέπουν το ψηφιακό σήμα σε αναλογικό σήμα βίντεο, για να μπορούν οι εικόνες να παρουσιαστούν σε οθόνη τηλεόρασης.

➤ **Τα συστήματα παρουσίασης και αποτύπωσης της εικόνας.** Εκτός από την παρουσίαση σε ψηφιακή οθόνη τηλεόρασης, η εικόνα μπορεί να αποτυπωθεί σε φιλμ μονής επίστρωσης και να αποθηκευτεί σε ψηφιακούς δίσκους μνήμης (σκληρούς) ή σε οπτικούς δίσκους (CD-ROM) (εικ. 8.15).

➤ **Την τράπεζα χειρισμού.** Στο χειριστήριο του μηχανήματος υπάρχουν πλήκτρα για την εισαγωγή των στοιχείων του ασθενή, για την κίνηση δρομέα στην οθόνη, καθώς και για την επεξεργασία της εικόνας και τη ρύθμιση της φωτεινότητάς της. Μπροστά από το χειριστήριο βρίσκονται 2 οθόνες, από τις οποίες η μια χρησιμεύει στην επικοινωνία με το μηχάνημα ενώ η άλλη στην παρουσίαση των εικόνων.

8.5.3 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα της Ψηφιακής Αφαιρετικής Αγγειογραφίας

Πλεονεκτήματα

◆ Με τα ψηφιακά συστήματα είναι δυνατή η επεξεργασία της εικόνας και η μεταβολή ορισμένων στοιχείων της, η επανάληψή της όσες φορές είναι επιθυμητό, η διεξαγωγή μετρήσεων σε αυτή, η δημιουργία πολλών αντιγράφων και η εύκολη αρχειοθέτηση, χωρίς να απαιτείται ειδικός χώρος.

◆ Αποφεύγονται οι επιπροβολές άλλων στοιχείων πάνω στο αγγειακό δίκτυο, και η ποιότητα της εικόνας είναι πολύ καλύτερη.

◆ Η διάρκεια της εξέτασης είναι μικρότερη από την κλασική αγγειογραφία,

λόγω της χρήσης πιο λεπτών και ευλύγιστων καθετήρων.

◆ Οι καθετήρες που χρησιμοποιούνται έχουν ελαττώσει κατά πολύ τους τραυματισμούς των αγγείων.

◆ Ιδιαίτερα η ενδαρτηριακή αφαιρετική μέθοδος απαιτεί πολύ μικρότερη ποσότητα σκιαγραφικού σε σχέση με την ενδοφλέβια ή την κλασική αγγειογραφία. Το γεγονός αυτό μειώνει σε μεγάλο βαθμό τις ανεπιθύμητες ενέργειες από τα σκιαγραφικά.

Μειονεκτήματα

◆ Ο ασθενής πρέπει να παραμείνει τελείως ακίνητος κατά τη διάρκεια των δυο εκθέσεων, για να μπορέσει να γίνει σωστά η αφαίρεση των δυο εικόνων.

◆ Το κόστος του εργαστηριακού εξοπλισμού είναι υψηλότερο.

8.5.4 Ψηφιακή αγγειογραφία με επίπεδους ανιχνευτές

Τα τελευταία χρόνια έχουν κατασκευαστεί συστήματα ψηφιακής αγγειογραφίας με επίπεδους ψηφιακούς ανιχνευτές (Digital flat detectors). Στα συστήματα αυτά έχει αντικατασταθεί ο ενισχυτής εικόνας, το οπτικό σύστημα εστίασης, η camera και το ψηφιακό τμήμα, από έναν επίπεδο ψηφιακό ανιχνευτή. Ο ψηφιακός ανιχνευτής αποτελείται από τέσσερα επίπεδα στρώματα που είναι:



Εικ. 8.17.: Οι επίπεδοι ανιχνευτές εξαιτίας του μικρού τους πάχους παρέχουν καλύτερη απεικόνιση με μικρότερη δόση.

➤ Ένα στρώμα σπινθηριστή από ιωδιούχο καίσιο (cesium iodide scintillator), που μετατρέπει τις ακτίνες X σε ορατό φως.

➤ Ένα στρώμα φωτοδιόδων από άμορφη σιλικόνη (amorphous silicon photodiode array panel), που μετατρέπει το ορατό φως σε ηλεκτρονικό σήμα.

➤ Υπόθεμα από γυαλί (glass substrate).

➤ Ένα ηλεκτρονικό σύστημα χαμηλού θορύβου (low noise electronics), που μετατρέπει το ηλεκτρονικό σήμα σε ψηφιακό.

Το πάχος των στρωμάτων αυτών είναι πολύ μικρό, με αποτέλεσμα να μειώνεται σημαντικά η εστιακή απόσταση. Η ελάττωση της εστιακής απόστασης συμβάλλει σε μεγάλο βαθμό στη μείωση της δόσης της ακτινοβολίας, σύμφωνα με το νόμο του αντίστροφου τετραγώνου. Επίσης, με τα συστήματα αυτά επιτυγχάνεται σημαντική μείωση των τεχνικών σφαλμάτων και της παραμόρφωσης που παρουσιάζονταν στα παλαιότερα συστήματα ψηφιακής αγγειογραφίας και σημαντική βελτίωση στην ποιότητα της εικόνας. Με τα συστήματα αυτά κατέστη δυνατή η απεικόνιση πολύ μικρών αγγείων και στοιχείων στην ανατομία της καρδιάς, τα οποία στο παρελθόν δεν ήταν δυνατόν να αναδειχθούν.

8.6 Φλεβογραφία

Φλεβογραφία είναι η απεικόνιση του φλεβικού δικτύου μετά από έγχυση σκιαγραφικής ουσίας. Γίνεται για την ανάδειξη:

- ◆ Φλεβικής ανεπάρκειας.
- ◆ Θρόμβωσης ή απόφραξης φλεβών.
- ◆ Κιρσών.
- ◆ Δυσπλασιών και ανωμαλιών στη διάπλαση του φλεβικού συστήματος.

8.6.1 Τεχνική της Εξέτασης

Οι φλεβογραφίες γίνονται είτε με διαδερμικό καθετηριασμό (τεχνική Seldinger), είτε με απ' ευθείας παρακέντηση. Η φλεβογραφία διακρίνεται σε άμεση και έμμεση.

Στην άμεση φλεβογραφία η έγχυση της σκιαγραφικής ουσίας γίνεται σε φλέβα (μηριαία, μεσοβασίλική, υποκλείδια, έσω σφαγίτιδα). Οι κυριότερες φλεβογραφίες είναι της κάτω κοίλης φλέβας, των λαγόνιων, των φλεβών των κάτω άκρων, των άνω άκρων, των ηπατικών φλεβών, των νεφρικών φλεβών, των επινεφριδιακών φλεβών και της πυλαίας φλέβας.

Στην έμμεση φλεβογραφία η απεικόνιση των φλεβών γίνεται μετά από έγχυση της σκιαγραφικής ουσίας σε αρτηρία και αναμονή μέχρι η σκιαγραφική ουσία να φτάσει στο φλεβικό δίκτυο και να σκιαγραφήσει την υπό εξέταση φλέβα. Οι κυριότερες φλεβογραφίες που γίνονται με τη μέθοδο αυτή είναι των εγκεφαλικών φλεβών και της πυλαίας.



Εικ. 8.18.: Φλεβογραφία κάτω άκρου.

8.7 Λεμφαγγειογραφία

Λεμφαγγειογραφία είναι η απεικόνιση του λεμφικού συστήματος, δηλαδή των λεμφαγγείων και των λεμφαδένων, μετά από έγχυση σκιαγραφικής ουσίας. Η μέθοδος αυτή περιγράφηκε για πρώτη φορά το 1952 από τον Kimmmonth, ο οποίος απεικόνισε λεμφαγγεία μετά από έγχυση υδατοδιαλυτής σκιαγραφικής ουσίας σε αυτά. Αργότερα η μέθοδος περιέλαβε και την απεικόνιση των λεμφαδένων, ενώ τα υδατοδιαλυτά σκιαγραφικά αντικαταστάθηκαν από τα ελαιούχα (Wallace 1962). Σήμερα οι νεότερες απεικονιστικές μέθοδοι (αξονική και μαγνητική τομογραφία) έχουν περιορίσει σε μεγάλο βαθμό τη λεμφαγγειογραφία, γιατί έχουν τη δυνατότητα να απεικονίσουν τους λεμφαδένες με ακρίβεια, χωρίς να απαιτείται επεμβατική τεχνική. Η λεμφαγγειογραφία εξακολουθεί όμως να είναι η καλύτερη μέθοδος ανάδειξης της υφής των λεμφαδένων.



Εικ. 8.19.: Λεμφαγγειογραφία.

- Η λεμφαγγειογραφία ενδείκνυται σε:
- Ανάδειξη ανωμαλιών στα λεμφαγγεία.
 - Ανάδειξη λεμφαγγειακών αποφράξεων και διάγνωση του λεμφοιδήματος.
 - Μελέτη της μορφολογίας των λεμφαδένων.
 - Ανάδειξη μεταστάσεων στους λεμφαδένες.
 - Διάγνωση κακοήθων όγκων στους λεμφαδένες (λεμφώματα).

Τα κυριότερα είδη λεμφαγγειογραφιών είναι οι λεμφαγγειογραφίες άνω και κάτω άκρων.

8.7.1 Τεχνική της εξέτασης

Αρχικά γίνεται ενδοδερμική ένεση κυανής χρωστικής ουσίας ανάμεσα στα δάκτυλα της ραχιαίας επιφάνειας του ποδιού ή του χεριού, ανάλογα με το είδος της εξέτασης. Η ουσία αυτή προσλαμβάνεται από τα υποδόρια λεμφαγγεία της περιοχής, τα οποία με αυτόν τον τρόπο γίνονται ορατά.

Στη συνέχεια γίνεται τομή του δέρματος και αποκάλυψη ενός λεμφαγγείου, το οποίο καθετηριάζεται με λεπτή βελόνα. Ακολουθεί έγχυση ιωδιούχου λιποδιαλυτής σκιαγραφικής ουσίας, που γίνεται αργά με ειδικό εγχυτή και διαρκεί περισσότερο από μια ώρα.

Στο τέλος λαμβάνονται ακτινογραφίες κατά τη διάρκεια της έγχυσης και 1-2 ώρες μετά από αυτή, για την απεικόνιση των λεμφαγγείων, καθώς και μετά από 24-48 ώρες για την απεικόνιση των λεμφαδένων.

8.7.2 Ανεπιθύμητες ενέργειες

Οι ανεπιθύμητες ενέργειες κατά τη διενέργεια λεμφαγγειογραφιών οφείλονται κατά κύριο λόγο στα σκιαγραφικά μέσα που χρησιμοποιούνται και είναι:

- ◆ Αλλεργικές αντιδράσεις.
- ◆ Πνευμονική εμβολή από είσοδο του σκιαγραφικού στο φλεβικό δίκτυο.

8.8 Επεμβατική Ακτινολογία

Η επεμβατική ακτινολογία (Interventional radiology) είναι υποειδικότητα της ακτινολογίας που γίνεται συνδυασμός διαγνωστικών μεθόδων (κλασική αγγειογραφία, ψηφιακή αγγειογραφία, υπερηχοτομογραφία, αξονική και μαγνητική τομογραφία) με θεραπευτικές τεχνικές. Έτσι, η τεράστια ανάπτυξη των νεότερων απεικονιστικών μεθόδων έδωσε τη δυνατότητα στην ακτινολογία να επεμβαίνει και θεραπευτικά σε ένα μεγάλο αριθμό παθήσεων των αρτηριών αλλά και άλλων οργάνων.

Στις περιπτώσεις που ενδείκνυται η επεμβατική ακτινολογία, αποφεύγεται η

γενική αναισθησία και η χειρουργική επέμβαση, και έτσι οι κίνδυνοι περιορίζονται σε μεγάλο βαθμό. Σήμερα η επεμβατική ακτινολογία έχει ένα μεγάλο αριθμό εφαρμογών, μερικές από τις οποίες είναι:

➤ **Η αγγειοπλαστική με μπαλόνι**, κατά την οποία επιτυγχάνονται διανοίξεις στενωμένων αγγείων (π.χ. στεφανιαίων αγγείων). Αυτό γίνεται με την είσοδο ειδικού καθετήρα με μπαλόνι στο ένα του άκρο, ο οποίος προωθείται μέχρι το σημείο της στένωσης. Εφαρμόζοντας πίεση στον καθετήρα, το μπαλόνι διατείνεται και συμπιέζει τα τοιχώματα του αγγείου, επιτυγχάνοντας έτσι τη διάνοιξη της στένωσης.

➤ **Τοποθέτηση μόνιμων μεταλλικών προθέσεων** (stents) σε αγγεία που έχουν διανοιχτεί για αποφυγή επαναστένωσής τους.

➤ **Εμβολισμός αγγείων**. Είναι η προκλητή απόφραξη αγγείων με την εισαγωγή κατάλληλων χημικών ουσιών μέσω καθετήρα. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται συχνά για την αντιμετώπιση αιμορραγιών και για τη σμίκρυνση όγκων.

➤ **Τοποθέτηση ειδικού φίλτρου** στην κάτω κοίλη φλέβα, το οποίο συγκρατεί έμβολα της φλεβικής κυκλοφορίας και έτσι αποφεύγεται η πνευμονική εμβολή.

➤ **Τοποθέτηση ραδιενεργών ουσιών** μέσα στα νεοπλάσματα, γιατί με την ακτινοβολήση μερικά είδη νεοπλασμάτων συρρικνώνονται.

➤ **Απευθείας εισαγωγή σκιαγραφικής ουσίας** στο χοληφόρο σύστημα (διαδερμική διηπατική χολαγγειογραφία, ERCP), στο ουροποιητικό σύστημα (διαδερμική πυελογραφία) ή μέσα σε κύστες για την καλύτερη σκιαγράφησή τους (διαγνωστική επεμβατική ακτινολογία).

➤ **Παροχέτευση κύστεων ή αποστημάτων** με παρακέντησή τους και αναρρόφηση του περιεχομένου τους.

➤ **Κατευθυνόμενες βιοψίες όγκων** μετά από παρακέντηση με ειδική βελόνα και λήψη τεμαχίου.

➤ **Αφαίρεση λίθων** από το ουροποιητικό (ουρόλιθοι) ή το χοληφόρο σύστημα (χολόλιθοι).

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αγγειογραφία είναι μέθοδος απεικόνισης των αγγείων μετά από έγχυση σκιαγραφικού. Ανάλογα με το είδος των αγγείων που μελετάται, διακρίνεται σε αρτηριογραφία, φλεβογραφία και λεμφαγγειογραφία. Οι αγγειογραφία γίνεται σε ειδικά εξοπλισμένο και θωρακισμένο αγγειολογικό εργαστήριο που περιλαμβάνει τη γεννήτρια, τη λυχνία ακτίνων Χ, τον ενισχυτή εικόνας, τον εναλλάκτη φιλμ, την camera ή τη συσκευή video (σύστημα C-arm), το ακτινολογικό τραπέζι, τον εγχυτή, συστήματα καταγραφής πίεσης και ηλεκτροκαρδιογραφήματος και κατάλληλα ακτινοπροστατευτικά μέσα.

Αρτηριογραφία είναι η απεικόνιση των αρτηριών και γίνεται με διαδερμικό καθετηριασμό (τεχνική Seldinger), προώθηση καθετήρα και έγχυση σκιερής ουσίας στην επιθυμητή αρτηρία.

Φλεβογραφία είναι η απεικόνιση των φλεβών και διακρίνεται σε άμεση, κατά την οποία η έγχυση του σκιαγραφικού γίνεται σε φλέβα και σε έμμεση, κατά την οποία η έγχυση γίνεται σε αρτηρία.

Λεμφαγγειογραφία είναι η απεικόνιση του λεμφικού συστήματος, η οποία γίνεται με παρακέντηση περιφερικού υποδόριου λεμφαγγείου του χεριού ή του ποδιού και έγχυση λιποδιαλυτής σκιαγραφικής ουσίας.

Σήμερα, με την τεράστια τεχνολογική πρόοδο, χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό η ψηφιακή αφαιρετική αγγειογραφία, με την οποία γίνεται σκιαγράφιση μόνο των αγγείων, ενώ έχουν αφαιρεθεί όλα τα άλλα στοιχεία από την εικόνα, μετά από επεξεργασία της από ηλεκτρονικό υπολογιστή. Η μέθοδος αυτή παρέχει καλύτερη ποιότητα στην εικόνα και ελάττωση της διάρκειας της εξέτασης.

Η αγγειογραφία ανήκει στην επεμβατική ακτινολογία, η οποία είναι ο κλάδος της ακτινολογίας που οι εξετάσεις γίνονται με επεμβατικές μεθόδους, τόσο για διαγνωστικούς σκοπούς, όσο και για θεραπευτικούς (π.χ. αγγειοπλαστική).

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

A. Απαντήστε στις παρακάτω ερωτήσεις:

1. Τι είναι η αγγειογραφία και σε τι διακρίνεται;
2. Τι εξοπλισμό διαθέτει ένα αγγειολογικό τμήμα (ονομαστικά);
3. Τι είναι ο εναλλάκτης φιλμ;
4. Από τι αποτελείται το σύστημα C-ARM;
5. Ποια ακτινοπροστατευτικά μέσα πρέπει να διαθέτει ένα αγγειολογικό εργαστήριο;
6. Τι είναι η αρτηριογραφία και σε ποιες περιπτώσεις ενδείκνυται;
7. Ποια είναι τα κυριότερα είδη αρτηριογραφιών;
8. Περιγράψτε την τεχνική Seldinger.
9. Ποιες είναι οι ανεπιθύμητες ενέργειες από τις αρτηριογραφίες;
10. Τι είναι η στεφανιοαγγειογραφία;
11. Τι είναι η φλεβογραφία και πότε γίνεται;
12. Τι είναι η λεμφαγγειογραφία και πότε ενδείκνυται;
13. Με ποια τεχνική γίνεται η λεμφαγγειογραφία;
14. Από τι αποτελείται ένα σύστημα ψηφιακής αφαιρετικής αγγειογραφίας;
15. Τι είναι η επεμβατική ακτινολογία;

B. Επιλέξτε τη σωστή απάντηση:

1. Ένα σύστημα C-ARM αποτελείται από:
Α) Τη λυχνία ακτίνων Χ και τον ενισχυτή εικόνας που συνδέονται με βραχίονα σχήματος C
Β) Τη λυχνία ακτίνων Χ, τον ενισχυτή εικόνας, την camera, τον εναλλάκτη φιλμ και το video, που συνδέονται με βραχίονα σχήματος C
Γ) Τον ενισχυτή εικόνας, την camera, τον εναλλάκτη φιλμ και το video, που συνδέονται με βραχίονα σχήματος C
Δ) Τη λυχνία ακτίνων Χ, τον ενισχυτή εικόνας, την camera, τον εναλλάκτη φιλμ και το video
2. Στις αρτηριογραφίες, κατά το διαδερμικό καθετηριασμό με την τεχνική Seldinger, η πιο συχνή θέση καθετηριασμού είναι:
Α) Η μηριαία αρτηρία
Β) Η μηριαία φλέβα
Γ) Η βραχιόνια αρτηρία
Δ) Η αορτή
3. Η καρδιοαγγειογραφία ενδείκνυται για:

- A) Τη μελέτη των αρρυθμιών
 - B) Την εκτίμηση του ακριβούς σημείου της στένωσης σε ασθενείς με στεφανιαία νόσο
 - Γ) Τη μελέτη των καρδιακών κοιλοτήτων
 - Δ) Τα β και γ
- 4.** Στον καθετηριασμό των δεξιών καρδιακών κοιλοτήτων, η παρακέντηση γίνεται κατά κύριο λόγο:
- A) Στη μηριαία αρτηρία
 - B) Στη μηριαία φλέβα
 - Γ) Στη μεσοβασιλική φλέβα
 - Δ) Στη βραχιόνια αρτηρία
- 5.** Η ενδαρτηριακή ψηφιακή αφαιρετική αγγειογραφία:
- A) Απαιτεί πολύ μικρότερη ποσότητα σκιαγραφικού από την ενδοφλέβια
 - B) Έχει περισσότερες ανεπιθύμητες αντιδράσεις από την ενδοφλέβια
 - Γ) Γίνεται με έγχυση σκιαγραφικού στη μεσοβασιλική φλέβα
- 6.** Στην ψηφιακή αφαιρετική αγγειογραφία:
- A) Γίνεται αφαίρεση της εικόνας με σκιαγραφικό από την εικόνα χωρίς σκιαγραφικό
 - B) Γίνεται λήψη μικρού αριθμού ακτινογραφιών
 - Γ) Γίνεται αφαίρεση της εικόνας της μάσκας από την εικόνα με σκιαγραφικό
 - Δ) Οι λήψεις αρχίζουν όταν το σκιαγραφικό φτάσει στα αγγεία.